

Институт Электронного обучения
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Специальность промышленная теплоэнергетика

Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Тема работы
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ ОТ КОТЕЛЬНОЙ №10 ГОРОДА БЕЛОВО\

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6502	Мишкин Алексей Геннадьевич		01.06.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Молодежникова Л.И.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «**Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Фигурко А.А.	К.Э.Н.		

По разделу «**Социальная ответственность**»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасно-сти жизнедеятельности	Сечин А.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
теоретической и промышленной теплотехники	Кузнецов Г.В.	профессор, д.ф.-м.н.		

Томск – 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки (специальность) промышленная теплоэнергетика
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ТПТ
Кузнецов Г.В.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

(дипломного проекта/работы)

Студенту:

Группа	ФИО
3-6502	Мишкин Алексей Геннадьевич

Тема работы:

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
МИКРОРАЙОНА г. БЕЛОВО**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 3016/с ст 20.04.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Объектом исследования является система теплоснабжения 32го квартала г.Белово от котельной №10 через ЦТП смонтированного в здании старой котельной.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<p>Расчет оборудования ЦТП и тепловой сети питающей 32й квартал от более крупной котельной после реконструкции старой котельной в ЦТП.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет тепловых нагрузок 2. Выбор системы теплоснабжения 3. Выбор регулирования отпуска тепла. Построение графика температур 4. Расчет расходов теплоносителя 5. Расчет водоподогревателей 6. Выбор оборудования 7. Гидравлический расчет 8. Система автоматизации теплового пункта 9. Социальная ответственность 10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема тепловых сетей 32 квартала 2. Схема тепловой сети от котельной №10 3. Технологическая схема трубопроводов ЦТП. 4. Компоновка ЦТП 5. Трубопроводы теплового пункта 6. Крепление трубопроводов. Разрезы 1-1-3-3 7. Крепление трубопроводов. Разрезы 1-1-7-7 8. Крепление трубопроводов. Разрезы 5-5-7-7,9-9-10-10 9. Обвязка теплообменников отопления, ГВС, исходной воды 10. Схема автоматизации ЦТП 32 квартала
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Основная часть</p>	<p>Молодежникова Л.И.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Фигурко А.А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сечин А.А.</p>

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	22 апреля 2016
---	----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Молодежникова Л.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6502	Мишкин Алексей Геннадьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 125 с., 9 рис., 14 табл., 21 источник, 8 приложений, 10 листов графического материала.

Ключевые слова: расчет тепловых нагрузок на здания, регулирование отпуска тепла, гидравлический расчет тепловой сети, расчет теплообменников, центральный тепловой пункт.

Объектом исследования является система теплоснабжения 32го квартала г.Белово от котельной №10 через ЦТП смонтированного в здании старой котельной.

Цель работы – расчет оборудования ЦТП и тепловой сети питающей 32й квартал от более крупной котельной после реконструкции старой котельной в ЦТП.

В ходе проекта были рассчитаны необходимые тепловые нагрузки на здания квартала, рассчитан расход воды необходимой для отопления и ГВС. Рассчитано необходимое для этого оборудование ЦТП. Произведен поверочный расчет тепловой сети от которой будет запитано ЦТП.

В результате исследования расчета было выбрано оборудование теплового пункта и проверена тепловая сеть на способность увеличения нагрузки.

В связи с улучшением экологической обстановки в городе и экономической выгодой внедрение этого проекта рекомендуется произвести в ближайшее время.

Область применения –теплоэнергетика, тепловые сети города Белово.

Данный проект экономически выгоден для увеличения прибыли при наименьших затратах и перенаправления освободившихся денежных средств для модернизации производства.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 шрифт 14, Auto Cad 2016? Visio 2010, Excel 2007.

Оглавление

Введение	9
1 Расчет тепловых нагрузок	11
1.1 Виды тепловых нагрузок	11
1.1.1 Тепловая нагрузка на отопление	11
1.1.2 Тепловая нагрузка на вентиляцию	12
1.1.3 Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение	13
1.2 Пример расчета зданий	14
1.2.1 Жилой дом	15
1.2.2 Школа №10	16
1.3 Суммарный отпуск тепла	16
2 Выбор системы теплоснабжения	18
3 Выбор регулирования отпуска тепла. Построение графика температур	21
4 Расчет расходов теплоносителя	24
4.1 Определение расходов сетевой воды у потребителей	24
4.1.1 Расход воды на отопление	24
4.1.2 Расход воды на вентиляцию	24
4.1.3 Расход воды на ГВС	24
4.2 Пример расчета расхода воды	25
4.2.1 Расчет жилого дома	25
4.2.2 Расчет школы №10	25
5 Расчет водоподогревателей	26
5.1 Расчет водоподогревателей исходной воды	26
5.2 Описание пластинчатых теплообменников	30
5.3 Расчет теплообменников	31
5.3.1 Расчет теплообменников отопления	31
5.3.2 Расчетный режим теплообменников отопления	36

5.3.3	Расчет теплообменников ГВС	39
5.3.4	Расчетный режим теплообменников ГВС	41
6	Выбор оборудования	42
7	Гидравлический расчет	50
7.1	Основные положения	50
7.2	Расчетные зависимости	52
7.3	Конструктивный гидравлический расчет тепловой сети	53
7.4	Построение пьезометрического графика	57
8	Система автоматизации теплового пункта	58
8.1	Разработка структурных схем системы автоматизации теплового пункта	60
8.2	Разработка функциональной схемы системы автоматизации теплового пункта	62
8.3	Выбор технических средств системы автоматизации теплового пункта	63
8.3.1	Методика выбора датчиков	64
8.3.2	Выбор исполнительного механизма	65
8.3.3	Выбор регулирующего органа	66
9	Социальная ответственность	69
9.1	Организационно-технические мероприятия при эксплуатации тепловых пунктов.	69
9.1.1	Освещение	71
9.1.2	Электробезопасность	73
9.1.3	Противопожарные требования к зданиям и сооружениям	78
10	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	81
10.1	Планирование разработки проекта теплоснабжения микрорайона г.Белово.	81

10.2	Расчет времени окупаемости проекта	87
10.3	Оценка эффективности системы теплоснабжения	91
11	Заключение	93
12	Список использованных источников	95
13	Приложение А. Тепловые нагрузки по зданиям.	97
14	Приложение Б. Годовые тепловые нагрузки по зданиям	101
15	Приложение В. График зависимости температур воды	105
16	Приложение Г. Пьезометрический график тепловой сети	106
17	Приложение Д. Массовые нагрузки на объекты	107
18	Приложение Е. Таблица гидравлического расчета тепловой сети от котельной №10 до ЦТП 32го квартала	111
19	Приложение Ж. Заказная спецификация оборудования автоматизации	113
21	Приложение З. Спецификация оборудования и материалов ЦТП	116
22	Приложение И. Схема автоматизации ЦТП	117

Введение.

До середины 18 века учеными теплоту воспринимали как особое невесомое вещество, которому применили название теплород. М. В. Ломоносов опровергает эту теорию и дает свое объяснение этому понятию. В своей работе “Размышление о причинах теплоты и холода”, изданной в 1774 г. он писал, что теплота это-внутреннее вращательное движение связанной материи тела. М.В. Ломоносов один из первых высказал идею закона сохранения энергии тем самым выдвинув основу механической теории. В 1824 году появилась работа французского военного инженера Сади Карно “Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу”, в котором были заложены основы термодинамики. В этой работе он указал причины несовершенства тепловых машин, пути повышения их коэффициента полезного действия (кпд), сформулировал второй закон термодинамики, идеальный цикл тепловых машин (цикл Карно). Необычность логического мышления не была воспринята должным образом и только спустя много лет эта работа стала учебником.

Этот закон благодаря работам Майера, Гельмгольца, Джоуля получил всеобщее признание. «...Образовавшаяся теплота — пропорциональна исчезнувшему движению» писал Майер. В 1842 году появилась его работа «Замечания о силах неживой природы». В 1847 году военный врач Гельмгольц пишет свою знаменитую книгу «Über die Erhaltung der Kraft» (О сохранении силы), где подчеркивается общее значение первого начала как закона сохранения энергии. В 1856 году Джоуль экспериментально доказал существование этого закона.

В 1906 г. Нернст сформулировал третье начало термодинамики, в котором предположил, что с приближением абсолютной температуры к нулю интенсивность теплового движения и энтропия стремятся к нулю. Принцип недостижимости абсолютного нуля температур - одно из следствий известной тепловой теоремы Нернста.

Развитие теплоэнергетики всегда играло одну из ведущих ролей в процессах становления народного хозяйства во многих странах мира. Теплоэнергетика сегодня является ведущей отраслью мировой энергетики. Переработка нефти дает около 39% от мирового потребления электроэнергии, угля — примерно 27%, газ — до 24%. Получается, что на долю теплоэнергетики приходится 90% от суммарно выработанного объема электростанций мира. В России используется комбинированное производство, и треть мощности тепловых электростанций приходится на теплоэлектроцентрали, обеспечивающие не только производство электроэнергии, но и участвующие в системах централизованного теплоснабжения. При этом тепловые электростанции составляют основу нашей электроэнергетики, вырабатывая до 70% электроэнергии. Развитие теплоэнергетики в России является важной составляющей развития экономики в целом и неотъемлемым условием для возможности нормальной жизнедеятельности граждан в связи с климатическими особенностями страны.

Особо бурное развитие теплоэнергетики в нашей стране пришлось на времена Советского Союза, когда экономика глобальными темпами наращивала свой потенциал, и происходило активное внедрение передовых технологий. К сожалению, в настоящее время развитие теплоэнергетики не столь масштабно и к тому же существует ряд проблем, требующих решения.

1 Расчет тепловых нагрузок

1.1 Виды тепловых нагрузок

В системах централизованного теплоснабжения нагрузки делятся на сезонные и круглогодичные. Сезонные нагрузки зависят главным образом от: температуры наружного воздуха, направления и скорости ветра, солнечного излучения, влажности воздуха и т.п. Основную роль выполняет температура наружного воздуха. Сезонные нагрузки имеют сравнительно постоянный суточный график и переменный годовой график нагрузок. К сезонным относятся нагрузки на отопление, вентиляцию и кондиционирование. К круглогодичным относятся нагрузки на горячее водоснабжение (ГВС) и на технологические нужды. В системах отопления и вентиляции тепловая энергия расходуется не постоянно в течение года, а только при низких температурах наружного воздуха. К круглогодичной нагрузке относят технологические нагрузки и горячее водоснабжение. Тепловая энергия на ГВС и технологические нужды расходуется непрерывно и мало зависит от температуры наружного воздуха.[3]

Основой для проектирования тепловых сетей и оборудования ЦТП являются тепловые нагрузки. При проектировании систем теплоснабжения существующих зданий используют готовые проекты. При отсутствии проектов тепловые нагрузки зданий определяются расчетом тепло-потерь через ограждающие конструкции или по укрупненным показателям(объем зданий или площадь зданий).[15]

1.1.1 Тепловая нагрузка на отопление

Задачей отопления является поддержание температуры внутри помещения на заданном уровне. Для этой цели необходимо сохранение равновесия между тепловыми потерями здания и притоком тепла. Условие теплового равновесия здания может быть выражено в виде равенства:

$$Q_{oc} = Q_T + Q_{и} + Q_o + Q_{ТВ}, \text{МВт(Гкал/ч)} \quad (1)$$

где Q_{oc} – суммарные тепловые потери здания;

Q_T – теплопотери теплопередачей через наружные ограждения;

$Q_{и}$ – теплопотери инфильтрацией из-за поступления в помещение через не плотности наружных ограждений холодного воздуха;

Q_o – подвод тепла в здание через отопительную систему;

$Q_{ТВ}$ – внутренние тепловыделения.

В нашем случае теплопотери определяем по наружному объему зданий.

Максимальный тепловой поток на отопление жилых и общественных зданий без учета инфильтрации [2]:

$$Q_{mv}^p = \beta q_{ov} V_n (t_b - t_{но}) 10^{-6}, \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right); \quad (2)$$

где q_{ov} – удельная отопительная характеристика, Вт/(м³К) (ккал/м³ч°С);

β – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия района;

V_n – наружный объем здания, м³;

t_b – расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий;

$t_{но}$ – расчетная температура наружного воздуха для отопления, °С.

Средний тепловой поток на отопление для средней $t_{нсп}$ за отопительный сезон температуры наружного воздуха [2]:

$$Q_o = Q_o^p \frac{(t_b - t_{нсп})}{(t_b - t_{но})}, \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right); \quad (3)$$

где $t_{нсп}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период °С.

1.1.2 Тепловая нагрузка на вентиляцию

Расход тепла на вентиляцию жилых зданий обычно не считается т.к. они не имеют специальной приточной вентиляции. Он не превышает 5-10 % расхода тепла на отопление. При расчетах расхода тепла на вентиляцию

общественных зданий, культурных учреждений, производственных и коммунальных предприятий составляет большую долю от суммарного теплоснабжения объекта. Расход тепла на вентиляцию производственных предприятий часто превышает расход на отопление.

Максимальный тепловой поток на вентиляцию определяем по наружному объему здания [2]:

$$Q_B^p = \beta q_B V_H (t_B - t_{нв}) 10^{-6}, \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right); \quad (4)$$

где q_B — удельная вентиляционная характеристика $\text{Вт}/(\text{м}^3\text{К})$ ($\text{ккал}/(\text{м}^3\text{ч}^\circ\text{C})$),
 $t_{нв}$ — расчетная температура наружного воздуха для вентиляции $^\circ\text{C}$.

Средний тепловой поток на вентиляцию для средней температуры воздуха за отопительный период [2]:

$$Q_B = Q_B^p \frac{(t_B - t_{нсп})}{(t_B - t_{но})}, \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right); \quad (5)$$

1.1.3 Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение

Потребление тепла на ГВС в течение отопительного сезона изменяется сравнительно мало, отличается только большой неравномерностью по часам суток. Расход тепла в летний период в системах ГВС жилых зданий по сравнению с зимой меньше на 30-35%. Все это происходит по двум причинам: 1) Температура воды в холодном водопроводе летом выше на 10-12 $^\circ\text{C}$. 2) Значительная часть населения городов в выходные выезжает за город.

Средний тепловой поток на ГВС жилых и общественных зданий [2]:

$$Q_{ГВС}^{cp} = \frac{1,2m(a+b)(55 - t_x)c}{24 \cdot 3,6} 10^{-6}, \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right), \quad (6)$$

Или

$$Q_{ГВС}^{cp} = q_{ГВС} m, \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right), \quad (7)$$

где m – расчетное число потребителей горячей воды;

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

b - норма расхода воды на ГВС, потребляемой в общественных зданиях при температуре 55 °С, принимаемая в размере 25 л/с на 1 чел;

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

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

$q_{ГВС}$ – укрупненный показатель среднего теплового потока на ГВС на одного человека, Вт.

Максимальный тепловой поток на ГВС жилых и общественных зданий [2]:

$$Q_{ГВС}^{max} = 2,4Q_{ГВС}^{cp} 10^{-6} , \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right), \quad (8)$$

Средний тепловой поток на ГВС в неотапительный период:

$$Q_{ГВСл}^{cp} = Q_{ГВС}^{cp} \frac{(55 - t_l)}{(55 - t_3)} \beta, \text{ МВт} \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right), \quad (9)$$

где t_3, t_l – соответственно температура холодной (водопроводной) воды в отопительный период (при отсутствии данных принимается равной 5 °С) и неотапительный (летний) период (принимается равной 15 °С) ;

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

1.2 Пример расчета зданий

Объект расчета находится в г. Белово , Кемеровской области.

Берем ближайший город по справочнику : Кемерово.

Для г. Кемерово берем расчетные данные:

$$t_{н.о} = -39^{\circ}\text{C}; \quad [1]$$

$$t_{н.в} = -24^{\circ}\text{C}; \quad [1]$$

$$\beta = 0,9; \quad [2]$$

$$\text{Зона влажности: } -\text{С}; \quad [1]$$

$$\text{Продолжительность отопительного периода: } 232 \text{ суток (5568 часов)}. \quad [1]$$

Для примера расчета возьмем здания:

1.2.1 Жилой дом (ул. Советская 63).

$$V_{н} = 19248 \text{ м}^3;$$

$$t_{в} = 20^{\circ}\text{C}; \quad [3]$$

$$q_0 = 0,37 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3} \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C}; \quad [2]$$

Количество проживающих: 360 человек.

Расход горячей воды: 105 л./сут.на чел.

Теплопотери через наружные ограждения по наружному объему здания:

$$Q_{mv}^p = 0,9 \cdot 0,37 \cdot 19248 \cdot (20 - (-39)) \cdot 10^{-6} = 0,37 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right);$$

Расчет расхода тепла на вентиляцию не производим т.к. здание не имеет специальной приточной вентиляции.

Средний тепловой поток на горячее водоснабжение:

$$Q_{гвс}^{ср} = \frac{1,2 \cdot 360 \cdot 105(55 - 5) \cdot 4,19}{24 \cdot 3,6} 10^{-6} = 0,109 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right);$$

Максимальный тепловой поток на ГВС :

$$Q_{гвс}^{\text{max}} = 2,4 \cdot 0,11 \cdot 10^{-6} = 0,26 \text{ (Гкал/ч)};$$

Средний тепловой поток на ГВС в неотапительный период:

$$Q_{гвсл}^{ср} = 0,109 \cdot \frac{(55 - 15)}{(55 - 5)} 0,8 = 0,069 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

1.2.2 Школа №10

$$V_H = 16246 \text{ м}^3;$$

$$t_B = 16^\circ\text{C}; \quad [3]$$

$$q_0 = 0,33 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}; \quad [2]$$

$$q_B = 0,3 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}; \quad [2]$$

Количество учащихся: 750 человек.

Расход горячей воды: 8 л./сут. на чел.

Теплопотери через наружные ограждения по наружному объему здания:

$$Q_{mv}^p = 0,9 \cdot 0,33 \cdot 16246 \cdot (16 - (-39)) \cdot 10^{-6} = 0,285 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Расход тепла на вентиляцию:

$$Q_B^p = 0,9 \cdot 0,3 \cdot 16246 \cdot (16 - (-24)) \cdot 10^{-6} = 0,184 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Средний тепловой поток на вентиляцию для средней температуры воздуха за отопительный период:

$$Q_B = 0,184 \cdot \frac{(16 - (-8,8))}{(16 - (-39))} = 0,089 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Тепловая нагрузка на ГВС:

$$Q_{ГВС}^{cp} = \frac{1,2 \cdot 750 \cdot 8(55 - 5)4,19}{24 \cdot 3,6} = 0,017 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Максимальный тепловой поток на ГВС:

$$Q_{ГВС}^{max} = 2,4 \cdot 0,017 \cdot 10^{-6} = 0,04 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Средний тепловой поток на ГВС в неотапительный период:

$$Q_{ГВСл}^{cp} = 0,017 \cdot \frac{(55 - 15)}{(55 - 5)} \cdot 0,8 = 0,01 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Все остальные нагрузки сведены в таблицу.

1.3 Суммарный отпуск тепла

Суммарные нагрузки на отопление квартала №32 составили:

$$Q_{от} = 9,275 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Суммарные нагрузки на вентиляцию квартала №32 составили:

$$Q_{в} = 1,769 \text{ (Гкал /ч)}.$$

Средний тепловой поток на ГВС квартала №32 составил:

$$Q_{гвс}^{ср} = 1,928 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Суммарные (максимальные) нагрузки на ГВС квартала №32 составили:

$$Q_{гвс} = 4,628 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

Средний тепловой поток на ГВС квартала №32 в неотапительный период:

$$Q_{гвсл}^{ср} = 1,233 \left(\frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \right).$$

2 Выбор системы теплоснабжения

Водяные системы теплоснабжения бывают двух-, трех-, и четырехтрубными. Наибольшее распространение получили двух- и четырехтрубные системы. Двухтрубные системы централизованного теплоснабжения применяют в основном при большой тепловой мощности системы. При небольшой мощности системы централизованного теплоснабжения система теплоснабжения может быть выполнена с четырехтрубной сетью. По двум трубопроводам вода подается на отопление и вентиляцию, а по двум другим – на нужды горячего водоснабжения. Ограниченный радиус действия этих систем объясняется высокой стоимостью четырехтрубных тепловых сетей, а также трудностью распределения воды отдельным потребителям на нужды горячего водоснабжения. При теплоснабжении промышленных предприятий широкое распространение получили четырехтрубные системы.

Существуют закрытые и открытые системы теплоснабжения. Различие состоит в способе приготовления и транспортирования воды на нужды горячего водоснабжения. В закрытых системах удаление из воды газов (кислорода, углекислого газа) и солей жесткости, а также нагрев воды производятся в тепловых пунктах, в которых для этих целей предусмотрено необходимое оборудование. Подготовленная вода поступает в обособленные системы горячего водоснабжения. В открытых системах теплоснабжения (системы с непосредственным водоразбором) местные системы горячего водоснабжения непосредственно присоединяются в тепловом пункте к подающему и обратному трубопроводам тепловой сети. Таким образом, циркулирующая вода по трубопроводам тепловой сети и системам отопления одновременно расходуется на нужды горячего водоснабжения. Отобранная вода восполняется на источнике теплоты, где из нее удаляются газы и соли жесткости. Поскольку расходы воды на горячее водоснабжение велики, то на источнике теплоты при открытой системе строят две водоподготовительные

установки: одну- для подпитки котлов, другую – для подпитки тепловой сети.

С развитием систем централизованного теплоснабжения растет роль тепловых пунктов, являющихся связующим звеном между тепловой сетью и потребителями теплоты. В тепловых пунктах производят распределение теплоносителя и контроль за его отпуском, а также контроль за работой местных систем потребления и тепловой сетью. Тепловые пункты оснащены сложным тепломеханическим и электротехническим оборудованием, автоматическими устройствами по регулированию температуры, давления и расхода, контрольно-измерительными приборами. Тепловые пункты должны иметь установки по защите от коррозии и накипеобразования трубопроводов и оборудования. Перечисленное оборудование требует надлежащего обслуживания, наладки и ремонта. Для выполнения этих работ обслуживающий персонал должен обладать специальными знаниями.

В трехзвенной цепи системы теплоснабжения (источник теплоты-тепловая сеть-потребитель) тепловой пункт, связывающий тепловую сеть с потребителем теплоты, занимает важное место. Посредством теплового пункта (ТП) осуществляется управление местными системами потребления (отоплением, горячим водоснабжением, вентиляцией), в нем также производится трансформация параметров теплоносителя (температуры и давления, поддержание постоянства расхода, учет теплоты и др.). Одновременно в тепловом пункте осуществляется управление самой тепловой сетью, так как в нем производится по отношению к тепловой сети распределение и контроль. В зависимости от количества подключенных к тепловому пункту зданий принято различать индивидуальные пункты (ИТП) и групповые (центральные-ЦТП-контрольно-распределительные-КРП). ЦТП закрытых систем теплоснабжения размещают в отдельных зданиях, совмещая их с насосными для подкачки холодной воды. Кроме общего узла управления и учета теплоты в них располагают групповой подогреватель

горячего водоснабжения с циркуляционными и подпиточными насосами этой системы.

Теплоснабжение 32 квартала происходит от 10-й котельной по двухтрубной открытой системе с температурным графиком 130/70°C через ЦТП. В котельной №10 находятся два котла КВТК 100/150 и три котла КЕ 25-14. В летний период в работе находится один котел КЕ 25-14 работающий через пиковый бойлер для нагрева воды для ГВС. В период с 15-го сентября по ноябрь и с марта по 15-е мая работают 2-3 котла КЕ 25-14 для поддержания температурного графика в переходный период. В зимнее время работает один котел КВТК100/150. В самое холодное время года (от -30 и ниже) котельная работает с нагрузкой 50-60 Гкал. В котельной стоят сетевые насосы СЭ 1600-90. При подключении ЦТП 32го квартала нагрузка на котельную вырастет на расчетную нагрузку. Температура воды перед ЦТП 115°C. Система теплоснабжения от ЦТП до потребителей четырехтрубная с температурным графиком по отоплению 95/70°C, по ГВС от источника 60°C. Подпитка систем отопления и ГВС происходит от городского водопровода г. Белово с двух точек для предотвращения аварийных ситуаций. Входящая вода проходит через кожухотрубные теплообменники где нагревается с 5°C до 20°C после чего проходит химводоочистку и попадает в бак запаса воды объемом 500 м³ откуда идет на подпитку отопления и ГВС.

3 Выбор регулирования отпуска тепла. Построение графика температур

Потребители теплоты (системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения) проектируют и строят, ориентируясь на расчетную мощность. Для систем отопления расчетной мощностью является количество теплоты, необходимое для возмещения тепловых потерь зданием при расчетной наружной температуре для отопления. Для систем вентиляции расчетная мощность определяется в зависимости от назначения системы: при расчетной температуре наружного воздуха для отопления или при расчетной температуре для вентиляции. Мощность системы горячего водоснабжения определяется максимальным значением водоразбора (или средним при наличии аккумуляторов горячей воды) при заданной температуре горячей воды. Заметим, что расчетная мощность при эксплуатации систем теплоснабжения совпадает с фактической потребностью только при расчетных условиях. В остальное время требуемое количество теплоты для системы значительно ниже расчетной мощности, и ее значение зависит: для систем отопления и вентиляции – от изменения температуры наружного воздуха; для систем горячего снабжения – от значения водоразбора.

Таким образом, в системах теплоснабжения подачу теплоты следует регулировать с таким расчетом, чтобы отпускаемое количество теплоты совпадало с потребностью в ней. Отпуск теплоты на отопление регулируется тремя методами: качественным, количественным и качественно-количественным. При качественном методе изменяют температуру воды, подаваемой в тепловую сеть (систему отопления) при неизменном расходе теплоносителя; при количественном – изменяют расход теплоносителя при неизменной температуре; при качественно-количественном одновременно изменяют температуру и расход теплоносителя. В настоящее время отпуск теплоты системам отопления регулируют в основном качественным методом, так как при постоянном расходе воды системы отопления в меньшей степени

подвержены разрегулировке. В системах вентиляции для регулирования отпуска теплоты применяют качественный и количественный методы. Отпуск теплоты на горячее водоснабжение регулируют количественным методом – изменением расхода сетевой воды.

Описанные выше методы регулирования в чистом виде применяют только в отдельных системах теплоснабжения, в которых потребители отопления, вентиляции и горячего водоснабжения обслуживаются от источника теплоты по самостоятельным трубопроводам. В двухтрубных тепловых сетях как наиболее экономичных по капитальным и эксплуатационным затратам, по которым теплоноситель одновременно транспортируется для всех видов потребителей, применяют на источнике теплоты комбинированный метод регулирования (центральное регулирование). Центральное регулирование дополняется местным регулированием у потребителей. При центральном регулировании при низких наружных температурах применяют качественный метод регулирования по графику для систем отопления. При высоких наружных температурах (в осенне-весенний период) температуру воды на источнике поддерживают постоянной и не ниже требуемой для нагрева воды на горячее водоснабжение (обычно не ниже 70°C для закрытых и 60°C для открытых систем).[14]

Для построения графика температур качественного регулирования подачи теплоты в систему произведем расчет.

Температурный напор:

$$\Delta t_o = \frac{t_{II} + t_o}{2} - t_{вп} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (10)$$

где: t_{II} – температура воды в подающем трубопроводе °C,

t_o – температура воды в обратном трубопроводе °C,

$t_{вп}$ – температура внутри помещений °C.

Отношение необходимого расхода тепла на отопление при данной текущей температуре наружного воздуха к расчетному расходу:

$$Q_o^p = \frac{t_{вп} - t_{н}}{t_{вп} - t_{но}} \quad (11)$$

где: $t_{вп}$ – температура внутри помещений °С,

$t_{но}$ – расчетная температура наружного воздуха °С,

$t_{н}$ – текущая температура наружного воздуха °С,

Необходимая температура воды в подающем трубопроводе:

$$\tau_{10} = t_{вп} + \Delta t_o \cdot Q_o^{p^{0,8}} + \left[\Delta \tau_o - \frac{\Theta}{2} \right] \cdot Q_o^p, \quad ^\circ\text{C} \quad (12)$$

Температура обратной воды:

$$\tau_{20} = t_{вп} + \Delta t_o \cdot Q_o^{p^{0,8}} - \frac{\Theta}{2} \cdot Q_o^p, \quad ^\circ\text{C} \quad (13)$$

Для примера рассчитаем температурный режим для температуры наружного воздуха +8°С.

$$\Delta t_o = \frac{95 + 70}{2} - 20 = 62,5 \quad ^\circ\text{C},$$

$$Q_o^p = \frac{(20 - (+8))}{(20 - (-39))} = 0,203$$

$$\tau_{10} = 20 + 62,5 \cdot 0,203^{0,8} + \left[(130 - 70) - \frac{25}{2} \right] \cdot 0,203 = 47,09 \quad ^\circ\text{C};$$

$$\tau_{20} = 20 + 62,5 \cdot 0,203^{0,8} - \frac{25}{2} \cdot 0,203 = 34,92 \quad ^\circ\text{C}.$$

Остальные данные сведем в таблицу:

Таблица №1

$t_{н}$	+8	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-39
Q_o^p	0,203	0,254	0,338	0,423	0,508	0,593	0,677	0,762	0,847	0,932	1
τ_{10}	47,1	50,5	62,3	71,5	80,5	89,3	97,9	106,5	114,9	123,3	130
τ_{20}	34,9	37,7	42,02	46,12	50	53,73	57,28	60,76	64,13	67,42	70
$\Delta \tau_o$	12,2	12,8	20,28	25,38	30,5	35,57	40,62	45,74	50,77	55,88	60

По расчетным данным составим график (приложение В)

4 Расчет расходов теплоносителя

4.1 Определение расходов сетевой воды у потребителей

Расход теплоносителя зависит от температуры наружного воздуха и режима регулирования. За расчетный расход теплоносителя для всех нагрузок (отопление, вентиляция и ГВС) принимают максимальный.

Для жилых и общественных зданий применяют в основном качественное регулирование отопительной нагрузки.

Расчетный часовой расход сетевой воды для определения диаметров труб в водяных тепловых сетях при качественном регулировании отпуска тепла определяется отдельно для отопления, вентиляции и ГВС.

4.1.1 Расход воды на отопление

Расчетный расход воды на отопление:

$$G_o^p = \frac{Q_o^p}{c(t_1 - t_2)}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \quad (14)$$

где t_1, t_2 – соответственно температура воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха на отопление t_o^p .

4.1.2 Расход воды на вентиляцию

Расчетный расход воды на вентиляцию:

$$G_o^p = \frac{Q_v^p}{c(t_1 - t_2)}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \quad (15)$$

4.1.3 Расход воды на ГВС

Расчетный расход воды на ГВС в закрытых системах определяется в зависимости от схемы включения подогревателей. Средний расход воды при параллельной схеме включения подогревателей:

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}}{c(t_{1и} - t_{3и})}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \quad (16)$$

где $t_{1и}, t_{3и}$ – соответственно температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети в точке излома графика температур воды и после параллельно включенного подогревателя горячего водоснабжения в точке излома графика температур (при отсутствии данных $t_{3и}$ принимается равной 30°C), $^{\circ}\text{C}$.

Максимальный расход воды при параллельной схеме:

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{max}} = \frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{max}}}{c(t_{1и} - t_{3и})}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}} \quad (17)$$

4.2 Пример расчета расхода воды

4.2.1 Жилой дом (ул. Советская 63)

Расчет расхода воды на отопление:

$$G_o^p = \frac{0,378}{4,187(95 - 70)} = 4,19 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

Расчет расхода воды на ГВС:

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{0,259}{4,187(70 - 30)} = 1,79 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

4.2.2 Школа №10

Расчет расхода воды на отопление:

$$G_o^p = \frac{0,285}{4,187(95 - 70)} = 3,16 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

Расчет расхода воды на вентиляцию:

$$G_B^p = \frac{0,184}{4,187(95 - 70)} = 1,75 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

Расчет расхода воды на ГВС:

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = \frac{0,036}{4,187(70 - 30)} = 0,21 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Остальные расчеты сводим в таблицу: приложение Д

5. Расчет водоподогревателей

В тепловых пунктах применяют водо-водяные секционные или пластинчатые водонагреватели.

Расчет поверхности нагрева подогревателей проводится для температуры воды в сети соответствующей расчетной температуре наружного воздуха для отопления. Для систем ГВС при температуре воды в подающем трубопроводе сети в точке излома графика температуры воды или минимальной температуре воды, если отсутствует излом графика температур.

5.1 Расчет водоподогревателя исходной воды

Для исходной воды выбираем водо-водяные секционные водоподогреватели. Расчет будем производить на подачу 20 т/ч с учетом точки излома по методике [4].

Рассчитаем расход воды в секунду:

$$G_{\text{н}} = 20000 \div 3600 = 5,55 \text{ кг/с}$$

Рассчитаем количество тепловой энергии необходимой для нагрева исходной воды с 5°C до 20°C :

$$Q_{\text{тр}} = \frac{G_{\text{н}} \cdot c \cdot (\tau_{02} - \tau_2)}{1163000} = \frac{5,55 \cdot 4200 \cdot (20 - 5)}{1163000} = 0,301 \text{ Гкал/ч},$$

$$G_{\text{гр}} = \frac{Q_{\text{тр}} \cdot 1163000}{c \cdot (\tau_1 - \tau_{01})} = \frac{0,301 \cdot 1163000}{4200 \cdot (70 - 30)} = 2,08 \text{ кг/с}$$

или 7,488 т/ч.

Для выбора необходимого типоразмера водоподогревателя предварительно задаемся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках, равной $W_{\text{тр}} = 1 \text{ м/с}$, и исходя из двухпоточной компоновки каждой ступени определяем необходимое сечение трубок водоподогревателя $f_{\text{тр}}^{\text{усл}}$, кв.

м, по формуле:
$$f_{\text{тр}}^{\text{усл}} = \frac{G_{\text{нmax}}}{2 \cdot 3600 \cdot W_{\text{тр}} \cdot \rho} = \frac{20000}{2 \cdot 3600 \cdot 1 \cdot 1000} = 0,00277 \text{ м}^2, (18)$$

В соответствии с полученной величиной и по таблице выбираем необходимый типоразмер водоподогревателя:

Таблица №2.

	Ø57	Ø76	Ø89	Ø114	Ø168	Ø219	Ø273	Ø325
Длина трубок	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Диаметр корпуса внутр.	0,05	0,069	0,081	0,106	0,159	0,207	0,257	0,309
Площадь нагрева	0,37	0,65	1,11	1,176	3,4	5,89	10	13,8
	0,75	1,31	2,24	3,54	6,9	12	20,3	28
Кол-во трубок	4	7	12	19	37	64	109	151
Площадь сечения трубок	0,00062	0,00108	0,00185	0,00293	0,0057	0,00985	0,01679	0,02325
Площадь межтрубного пространства	0,00116	0,00233	0,00287	0,005	0,0122	0,02079	0,03077	0,04464
Эквивал. Диаметр межтр. пространства	0,01294 737	0,01640 33	0,01278	0,01554 1	0,02105 1	0,02149 9	0,01906 3	

Для выбранного типоразмера водоподогревателя определяем фактические скорости воды в трубках и межтрубном пространстве каждого водоподогревателя при двухпоточной компоновке по формулам:

$$W_{\text{гр}} = \frac{G_{\text{гр}}}{3600 \cdot f_{\text{гр}} \cdot \rho} = \frac{7488}{3600 \cdot 0,005 \cdot 1000} = 0,42 \text{ м/с} \quad (19)$$

$$W_{\text{н}} = \frac{G_{\text{н}}}{3600 \cdot f_{\text{н}} \cdot \rho} = \frac{20000}{3600 \cdot 0,00293 \cdot 1000} = 1,9 \text{ м/с} \quad (20)$$

Коэффициент теплоотдачи α_1 Вт/(кв.м·°С), от греющей воды к стенке трубки определяется по формуле:

$$\alpha_1 = 1,16 \left[1210 + 18t_{\text{ср}}^{\text{гр}} - 0,038(t_{\text{ср}}^{\text{гр}})^2 \right] \frac{W_{\text{МТР}}^{0,8}}{d_{\text{ВН}}^{0,2}} =$$

$$= 1,16 [1210 + 18 \cdot 50 - 0,038(50)^2] \frac{0,42^{0,8}}{0,015541^{0,2}} = 2685,67$$

Вт/(м²·°С), (21)

$$t_{\text{ср}}^{\text{гр}} = \frac{t_{\text{ВХ}}^{\text{гр}} + t_{\text{ВЫХ}}^{\text{гр}}}{2} = \frac{70 + 30}{2} = 50 \text{ °С}$$

Для выбранного типоразмера водоподогревателя $d_{\text{ЭКВ}}$ принимается по таблице: $d_{\text{ЭКВ}} = 0,015541 \text{ м}^2$.

Коэффициент теплопередачи α_2 Вт/(кв.м·°С), от стенки трубки к нагреваемой воде определяется по формуле:

$$\alpha_2 = 1,16 \left[1210 + 18t_{\text{ср}}^{\text{н}} - 0,038(t_{\text{ср}}^{\text{н}})^2 \right] \frac{W_{\text{ТР}}^{0,8}}{d_{\text{ВН}}^{0,2}} =$$

$$= 1,16 [1210 + 18 \cdot 12,5 - 0,038(12,5)^2] \frac{1,9^{0,8}}{0,015^{0,2}} = 6415,3$$

Вт/(м²·°С) (22),

$$t_{\text{ср}}^{\text{н}} = \frac{t_{\text{ВХ}}^{\text{н}} + t_{\text{ВЫХ}}^{\text{н}}}{2} = \frac{20 + 5}{2} = 12,5 \text{ °С}$$

Коэффициент теплопередачи водоподогревателя определяем по формуле:

$$K = \frac{\psi\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{СТ}}}{\lambda_{\text{СТ}}}} = \frac{1,2 \cdot 0,8}{\frac{1}{2685,67} + \frac{1}{6415,3} + \frac{0,001}{100}} = 1783,6$$

Вт/(м²·°С) (23),

где ψ – коэффициент эффективности теплообмена : для гладкотрубных водоподогревателей с опорами в виде полок $\psi = 0,95$, для гладкотрубных с блоком опорных перегородок $\psi = 1,2$, для профилированных и с блоком опорных перегородок $\psi = 1,65$;

β – коэффициент, учитывающий загрязнение поверхности труб в зависимости от химических свойств воды принимается $\beta = 0,8 - 0,95$.

$\lambda_{ст}$ – теплопроводность латуни. [5]

При заданной величине расчетной производительности водоподогревателя $Q_{тр}$ по полученным значениям коэффициента теплопередачи K и среднелогарифмической разности температур $\Delta t_{ср}$ определяется необходимая поверхность нагрева водоподогревателя F по формуле:

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}} = \frac{40 - 15}{2,3 \lg \frac{40}{15}} = 25,53 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{Q_{тр}}{K \Delta t_{ср}} = \frac{0,301}{1783,6 \cdot 25,53} = 7,68 \text{ м}^2 \quad (24)$$

Число секций водоподогревателя в одном потоке N , шт., исходя из двухпоточной компоновки определяется по формуле:

$$N = \frac{F}{2 f_{сек}} = \frac{7,68}{2 \cdot 1,76} = 2,18 = 2 \quad (25)$$

Если величина N , полученная по формуле, имеет дробную часть, составляющую более 0,2, число секций следует округлять в большую сторону.

Потери давления ΔP_n кПа, в водоподогревателях определим по формулам для нагреваемой воды:

$$\Delta P_n = \varphi 5 \left(\frac{gh}{f_{тр} \rho} \right)^2 N = 0,75 \cdot 5 \left(\frac{5,55}{0,00293 \cdot 1000} \right)^2 \cdot 2 = 9,18 \text{ кПа}, \quad (26)$$

где φ – коэффициент, учитывающий накипеобразование; принимается по опытным данным, при их отсутствии следует принимать $\varphi = 2 \dots 3$.

Для греющей воды проходящей в межтрубном пространстве:

$$\Delta P_{гр} = B W_{мтр}^2 N = 18 \cdot 0,42^2 \cdot 2 = 6,35 \text{ кПа} \quad (27)$$

5.2 Описание пластинчатых теплообменников

Поверхность нагрева пластинчатых теплообменников выполнена из штампованных листов (пластин) толщиной 1 мм. Для изготовления пластин применяют коррозионно-стойкую сталь марок 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х13Г18Д, 12Х13Г18Д, 06ХН28МДТ; титановые сплавы ВТ1-0, ВТ1-00; углеродистую сталь марки 08КП. Пластины имеют гофры высотой 3-4,5 мм, расположенные под различными углами к продольной оси пластины. Кроме того, пластины разборных и полуразборных теплообменников имеют отверстия, расположенные по углам пластины и предназначенные для пропуска теплоносителя в канал. Канал образуется при соединении двух пластин с зазором между ними в 3-6 мм с помощью резиновых прокладок (в разборных и полуразборных) или сваркой по периферии листа (в полуразборных, неразборных). При компоновке пластин в пакет их обычно располагают относительно друг друга под углом 180°. Пакет пластин зажимается между неподвижной головной плитой и подвижной головной плитой. Вследствие этого и за счет наличия гофр образуется канал сложного поперечного сечения для движения рабочей среды. Движущийся поток рабочей среды подвергается искусственной турбулизации, что позволяет интенсифицировать процесс теплопередачи в 2-3 раза по сравнению с трубчатыми теплообменниками. Скорость движения жидкости в таких каналах значительна (1-3) м/с, поэтому коэффициенты теплопередачи в пластинчатых теплообменниках достигают больших значений – до 3000-4000 Вт/(м²·К) – при сравнительно невысоких гидравлических сопротивлениях. Применение плоских гофрированных пластин позволяет выполнить теплообменник компактным. Хорошая компактность пластинчатых теплообменников и увеличение коэффициента теплопередачи в 1,7-2,5 раза позволяет снизить строительные объемы тепловых пунктов в 4-8 раз.

5.3 Расчет теплообменников

5.3.1 Расчет теплообменников отопления

Для установки в ЦТП принимаем пластинчатые водоподогреватели разборные 0,6р. Расчет подогревателей выполнен по методике. [4]

1) Методика расчета пластинчатых водоподогревателей основана на использовании в них всего располагаемого напора теплоносителей с целью получения максимальной скорости каждого теплоносителя и соответственно максимального значения коэффициента теплопередачи или при известных располагаемых напорах по оптимальной скорости нагреваемой воды.

$$G_H = \frac{Q_o^{\max}}{c(\tau_{02} - \tau_2)} = \frac{12839520}{4197 \cdot (95 - 70)} = 122,36 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$
$$G_{\text{гр}} = \frac{Q_o^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_{01})} = \frac{12839520}{4207 \cdot (115 - 70)} = 67,82 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Среднегеометрическая разность температур между греющей и нагреваемой водой водоподогревателей.

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{(\tau_1 - \tau_{01}) - (\tau_{02} - \tau_2)}{2,3 \log \frac{\tau_1 - \tau_{01}}{\tau_{02} - \tau_2}} = \frac{(115 - 70) - (95 - 70)}{2,3 \log \frac{115 - 70}{95 - 70}} = 34,07^\circ\text{C},$$

Средняя температура греющей воды:

$$t_{\text{cp}}^{\text{гр}} = \frac{115 + 70}{2} = 92,5^\circ\text{C};$$

Средняя температура нагреваемой воды:

$$t_{\text{cp}}^{\text{н}} = \frac{95 - 70}{2} = 82,5^\circ\text{C};$$

Оптимальное соотношение числа ходов для греющей (X_1) и нагреваемой (X_2) воды находится по формуле:

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_{\text{Г}}}{G_{\text{ГВС}}} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{\text{гр}}}{\Delta P_{\text{н}}} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - t_{\text{cp}}^{\text{н}}}{1000 - t_{\text{cp}}^{\text{гр}}} =$$
$$= \left(\frac{440000}{244152} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{52,5}{100} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 82,5}{1000 - 92,5} = 1,15;$$

(28)

При расчете пластинчатого водоподогревателя оптимальная скорость принимается, исходя из получения таких же потерь давления в установке по нагреваемой воде, как при применении кожухотрубного водоподогревателя-100-150 кПа, что соответствует скорости $W_{\text{опт}} = 0,4$ м/с.

Поэтому, выбрав тип пластин рассчитываемого водоподогревателя по оптимальной скорости находим требуемое количество каналов по нагреваемой воде:

$$m_H = \frac{G_{\Gamma}^{\max}}{W_{\text{опт}} \cdot f_k \cdot \rho \cdot 3600} = \frac{440000}{0,4 \cdot 0,0245 \cdot 1000 \cdot 3600} = 12,47 = 13 ;$$

(29)

f_k – живое сечение одного межпластинчатого канала находится по таблице технической характеристики пластин. $f_k = 0,00245$ м²

Общее живое сечение каналов в пакете определяем.

$$f_{\Gamma p} = f_H = m_H f_k = 13 \cdot 0,0245 = 0,318 \text{ , м}^2 \quad (30)$$

Находим фактические скорости греющей и нагреваемой воды:

$$W^{\Gamma p} = \frac{G_{\Gamma \text{вс}}}{3600 \cdot f_{\Gamma p} \cdot \rho} = \frac{244152}{3600 \cdot 0,318 \cdot 1000} = 0,213 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$W^H = \frac{G_{\Gamma}^{\max}}{3600 \cdot f_H \cdot \rho} = \frac{440000}{3600 \cdot 0,318 \cdot 1000} = 0,384 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенке пластины $A=0,492$.

[4]

$$\alpha_1 = 1,16A \left[23000 + 283t_{\text{ср}}^{\Gamma p} - 0,63(t_{\text{ср}}^{\Gamma p})^2 \right] W_{\Gamma p}^{0,73} =$$

$$= 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 92,5 - 0,63 \cdot (92,5)^2] 0,216^{0,73}$$

$$= 8081,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Коэффициент тепловосприятости от пластины к нагреваемой воде:

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= 1,16A \left[23000 + 283t_{cp}^H - 0,63(t_{cp}^H)^2 \right] W_H^{0,73} = \\ &= 1,16 \cdot 0,492 [23000 + 283 \cdot 82,5 - 0,63(82,5)^2] 0,384^{0,73} = \\ &= 11935,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}\end{aligned}$$

Коэффициент теплопередачи, принимая $\beta = 0,8$:

$$K = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}} = \frac{0,8}{\frac{1}{8081,3} + \frac{1}{11935,7} + \frac{0,001}{16}} = 6465 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Требуемая поверхность нагрева водоподогревателя:

$$F_{гр} = \frac{Q_o}{K \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{12839520}{6465 \cdot 34,07} = 58,29 \text{ м}^2$$

Количество ходов (или пакетов при разделении на одноходовые теплообменники):

$$X = \frac{F_{гр} + f_{пл}}{2m \cdot f_{пл}} = \frac{58,29 + 0,6}{2 \cdot 13 \cdot 0,6} = 3,77 = 4;$$

принимаем 4 теплообменника.

Действительная поверхность нагрева водоподогревателя:

$$F = (2m \cdot X - 1)f_{пл} = (2 \cdot 13 \cdot 4 - 1) \cdot 0,6 = 61,8 \text{ м}^2;$$

Потери давления водоподогревателя по греющей воде, принимая $\varphi = 1$ и из таблицы №5 В=3

$$\begin{aligned}\Delta P_H &= \varphi B (33 - 0,08t_{cp}^r) W_{H.C.}^{1,75} X = 1 \cdot 3(33 - 0,08 \cdot 92,5) \cdot 0,213^{1,75} \cdot 4 \\ &= 20,51 \text{ кПа};\end{aligned}$$

Потери давления водоподогревателя по нагреваемой воде,

$$\begin{aligned}\Delta P_H &= \varphi B (33 - 0,08t_{cp}^H) W_{H.C.}^{1,75} X = 1,5 \cdot 3(33 - 0,08 \cdot 82,5) \cdot 0,384^{1,75} \cdot 4 \\ &= 89,01 \text{ кПа}.\end{aligned}$$

Где φ – коэффициент, учитывающий накипеобразование, который для греющей сетевой воды равен единице, а для нагреваемой воды должен приниматься по опытным данным, при отсутствии таких данных можно принимать $\varphi=1,5-2,0$;

Б- коэффициент, зависящий от типа пластины (табл.№5).

$W_{н.с.}$ – скорость при прохождении максимального секундного расхода нагреваемой воды.

Таблица №3 Техническая характеристика пластин

Показатель	пластин		
	Тип		
	0,3p	0,6p	0,5p
1	2	3	4
Габариты(длина× ширина×толщина),мм	1370×300×1	1375×600×1	1380×650×1
Поверхность теплообмена,м ²	0,3	0,6	0,5
Вес (масса),кг	3,2	5,8	6,0
Эквивалентный диаметр канала, м	0,008	0,0083	0,009
Площадь поперечного сечения канала,м ²	0,0011	0,00245	0,00285
Смачиваемый пери- метр в поперечном сечении канала, м	0,66	1,188	1,27
Ширина канала, мм	150	545	570
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	4	4,5	5

Приведенная длина канала, м	1,12	1,01	0,8
Площадь поперечного сечения коллектора(угловое отверстие на пластине), м ²	0,0045	0,0245	0,285
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	65(80)	200	200
Коэффициент общего гидравлического сопротивления	$\frac{19,3}{Re^{0,25}}$	$\frac{15}{Re^{0,25}}$	$\frac{15}{Re^{0,25}}$
Коэффициент гидравлического сопротивления штуцера ξ	1,5	1,5	1,5
Коэффициенты: А Б	0,368 4,5	0,492 3,0	0,492 3,0

5.3.2 Расчетный режим теплообменника

Расход т/ч	Вода	Вода
Температура на входе, °С	61.038	110.000
Температура на выходе, °С	115	70
Перепад давления, кгс/см ²	70	95
Тепловая нагрузка, Ккал/ч	0,209	0,907
	2760000	

Расположение входов	F1	F3
Расположение выходов	F4	F2

Конструктивные

характеристики.

Общее количество пластин, шт.

81
1*40+0*0
1*40+0*0
61,8

Число ходов каналов на греющей стороне

Число ходов каналов на нагреваемой стороне

Площадь поверхности теплообменника, м²

Материал пластин

AISI 316

Материал прокладок

EPDM 160

Присоединения

Фланцевое Ду 100, Ру 16 ГОСТ 12815-80

Расчетная температура

150

Расчетное давление

16

Масса, кг

625

Длина пакета пластин мин/макс. Мм

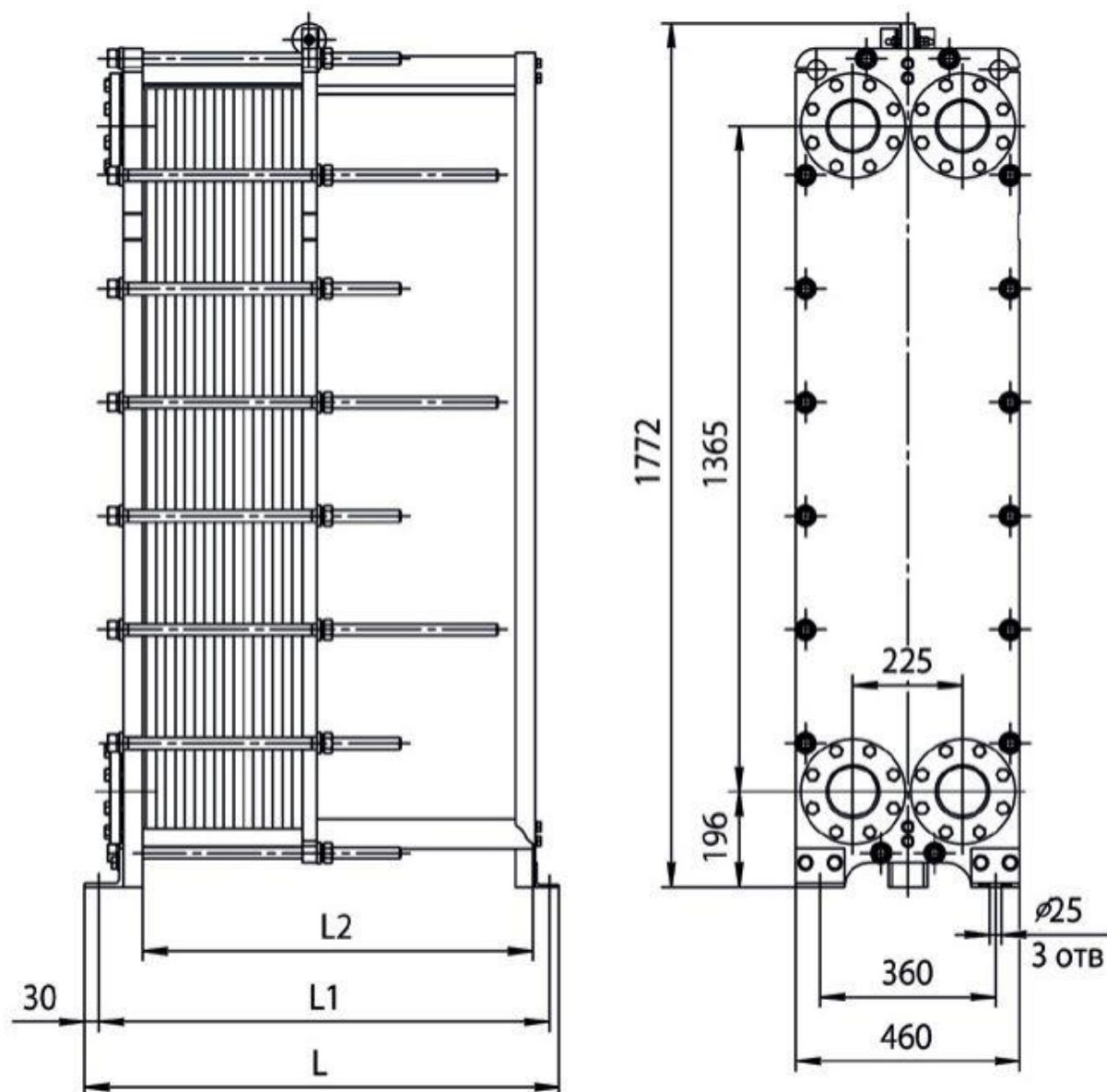
235/243

Характеристики и габариты:

Теплообменник НН №47 Ду100

Габаритные размеры теплообменников Ридан НН №47 Ду 100

Рисунок №1



Параметры теплообменника:

Рабочая температура: от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Максимальное рабочее давление: до 25 бар.

Используемые материал прокладок: Nitrile, EPDM, Silicone, Viton.

Материал пластин: SMO 254, AISI 304, AISI 316, Titanium, а также Hastelloy C-276.

Допустимое количество пластин: 11 - 232 шт.

Тип теплообменника № рамы Размеры в миллиметрах Стяжные шпильки Кол-во пластин, шт. Макс. масса, кг.

L L1 L2 размер кол-во, шт.

Расчетное давление 1,6 МПа (16 кгс/см²)

НН№47

общепромышленное/специальное исполнение 1 670 620 500 M24

12 11-50 515

2 970 920 800 51-105 625

3 1370 1320 1200 106-178 780

4 1670 1620 1500 179-232 895

НН№47

общепромышленное/специальное исполнение 1 675 625 500 M24

12 11-50 600

2 975 925 800 51-105 745

3 1375 1325 1200 106-178 930

4 1675 1625 1500 179-232 1080

Ридан НН №47 ДУ 100 отличается высоким качеством изготовления корпуса, деталей и элементов теплообменника, которые больше всего подвержены износу. Благодаря этому устройство отличается от аналогичных установок надежностью в работе и долговечностью. А это один из главных факторов, на который сегодня обращает внимание потенциальный потребитель отопительного оборудования. Поэтому производитель уделил качеству особое внимание, за что и получил оправданное доверие на рынке.

Кроме того, теплообменник Ридан НН №47 ДУ 100 способен стойко переносить различного рода гидроудары и возникающие вибрации.

5.3.3 Расчет теплообменников ГВС

К установке на ГВС принимаем пластинчатые разборные теплообменники 0,6р.

Расход воды:

$$G_{\text{наг}}^{\text{max}} = \frac{3206391}{4200(65 - 10)} = 13,88 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$G_{\text{гр}}^{\text{max}} = \frac{3206391}{4200(115 - 70)} = 16,96 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

Проверяем соотношение ходов в теплообменнике по формуле, принимая $\Delta P_{\text{н}} = 100$ кПа и $\Delta P_{\text{гр}} = 40$ кПа.

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{49970}{61070} \right)^{0,636} \cdot \left(\frac{40}{100} \right)^{0,364} \cdot \frac{1000 - 55}{1000 - 45} = 0,618,$$

Соотношение ходов не превышает двух, следовательно, принимается симметричная компоновка теплообменника.

По оптимальной скорости нагреваемой воды определяем требуемое число каналов по формуле:

$$m_{\text{н}} = \frac{49970}{0,4 \cdot 0,00245 \cdot 1000 \cdot 3600} = 14,16 = 14,$$

Общее живое сечение каналов в пакете определяем по формуле:

$$f_{\text{гр}} = f_{\text{н}} = 14 \cdot 0,00245 = 0,0343 \text{ м}^2,$$

Фактические скорости греющей и нагреваемой воды определяем по формулам:

$$W^{\text{гр}} = \frac{61070}{3600 \cdot 0,0343 \cdot 1000} = 0,49 \text{ м/с}$$

$$W^{\text{н}} = \frac{49970}{3600 \cdot 0,0343 \cdot 1000} = 0,4 \text{ м/с}$$

Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к стенке пластины, принимая из таблицы $A=0,492$:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= 1,16 \cdot 0,492 \cdot [23000 + 283 \cdot 55 - 0,63 \cdot (55)^2] \cdot 0,49^{0,73} \\ &= 12305, \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})},\end{aligned}$$

Коэффициент тепловосприятия от стенки пластины к нагреваемой воде:

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= 1,16 \cdot 0,492 \cdot [23000 + 283 \cdot 45 - 0,63 \cdot (45)^2] \cdot 0,4^{0,73} \\ &= 10017,8, \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})},\end{aligned}$$

Коэффициент теплопередачи по формуле, где $\beta = 0,8$,

$$K = \frac{0,8}{\frac{1}{12305} + \frac{1}{10017,8} + \frac{0,001}{16}} = 3284,2, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}},$$

Требуемая поверхность нагрева водоподогревателя:

$$F_{\text{тр}} = \frac{3206391}{3284,2 \cdot 50} = 19,52 \text{ м}^2,$$

Количество ходов (или пакетов при разделении на одноходовые теплообменники):

$$X = \frac{19,52 + 0,6}{2 \cdot 14 \cdot 0,6} = 1,16 = 2,$$

Действительная поверхность нагрева:

$$F = (2 \cdot 14 \cdot 2 - 1) \cdot 0,6 = 33 \text{ м}^2,$$

Потери давления водоподогревателя по греющей воде, принимая $\varphi = 1$ и из таблицы $B=3$:

$$\Delta P_{\text{гр}} = 1 \cdot 3 \cdot (33 - 0,08 \cdot 45) \cdot 0,49^{1,75} \cdot 2 = 50,6 \text{ кПа};$$

Потери давления водоподогревателя по нагреваемой воде, принимая $\varphi = 1,5$

$$\Delta P_{\text{н}} = 1,5 \cdot 3 \cdot (33 - 0,08 \cdot 55) \cdot 0,4^{1,75} \cdot 2 = 51,48 \text{ кПа};$$

5.3.4 Расчетный режим теплообменника

Расход т/ч	Вода	Вода
Температура на входе, °С	24.48	61.070
Температура на выходе, °С	70	10
Перепад давления, кгс/см ²	30	65
Тепловая нагрузка, Ккал/ч	0,516	0,524
	1378950	

Расположение входов	F1	F3
Расположение выходов	F4	F2

Конструктивные

характеристики.

Общее количество пластин, шт.

Число ходов каналов на греющей стороне

Число ходов каналов на нагреваемой стороне

Площадь поверхности теплообменника, м²

Материал пластин

Материал прокладок

Присоединения

61
1*27+0*0
1*28+0*0
33

AISI 316

EPDM 160

Фланцевое Ду 100, Ру 16 ГОСТ 12815-80

Расчетная температура

Расчетное давление

150
16

Масса, кг

593

Длина пакета пластин мин/макс. Мм

177/183

6. Подбор оборудования

ЦТП 32го квартала располагается в здании бывшей котельной, поэтому система отопления и система ГВС не изменились. Поэтому сумма гидравлических потерь напора (при расчетных расходах воды) в подающем и обратном трубопроводах в сетях отопления и ГВС считая от источника тепла до наиболее удаленного потребителя, и в местной системе этого потребителя тоже не изменилась.

Выбор насосов отопления.

Насосы в тепловых пунктах применяют для повышения давления в подающем или снижения давления в обратном трубопроводах, а также для повышения давления водопроводной воды, используемой на горячее водоснабжение. Насосы на подающем и обратном трубопроводах ввода подбираются по величине недостаточного или избыточного напора в установке. Производительность этих насосов принимается по расходу воды в системе.

Согласно расчету расход воды в системе отопления составил 440 т/ч или 0,122 м³/с

Значит мы оставляем существующие сетевые насосы Д-500-65 с объемом подачи $G=500$ м³/ч или 0,138 м³/с. – 2 штуки.

Напор составляет 65 метров.

Частота вращения 1450 об/м.

Мощность 130 кВт.

КПД не менее 76 %. [3]

Рисунок №2



Одноступенчатый, с двусторонним полуспиральным подводом жидкости к рабочему колесу и спиральным отводом. Корпус насоса имеет разъем в горизонтальной плоскости. В нижней части корпуса расположены всасывающий и напорный патрубки, что дает возможность разбирать насос для замены деталей ротора без отсоединения от трубопровода и демонтажа двигателя. Для предотвращения протечек по валу использованы двойные сальниковые уплотнения. Насосы Д предназначены для перекачки воды и других жидкостей, аналогичных по химической активности, температурой до 85°С, вязкостью до 36сСт. Возможно содержание твердых включений до 0,05% по массе и размером до 0,2мм.

Выбор насосов ГВС.

Расход воды на ГВС составил 49,97 т/ч или 0,013м³/ч.

В качестве сетевых насосов ГВС оставляем насосы К-80-50-200 с объемом подачи $G=50 \text{ м}^3/\text{ч}$. или 0,13 м³/с. – 3 штуки.

Напор составляет 50 метров.

Частота вращения 3000 об/м.

Мощность 15кВт.

КПД 65 %.

Рисунок №3



Агрегаты горизонтальные электронасосные с центробежным консольным одноступенчатым насосом с односторонним подводом жидкости к рабочему колесу для перекачивания воды (кроме морской), а также других жидкостей сходных с водой по плотности, вязкости, химической активности с температурой от минус 10 до 105°С, рН=6...9, с содержанием твердых включений не более 1% по массе, размером не более 0,2 мм. Температура перекачиваемой жидкости для насосов 1K80-65-160 - от минус 10С до 85С.

Выбор подпиточных насосов.

Подпиточные насосы для систем отопления и ГВС остаются К-80-50-200 с объемом подачи $G=50 \text{ м}^3/\text{ч}$. или $0,13 \text{ м}^3/\text{с}$. – 3 штуки.

Напор составляет 50 метров.

Частота вращения 3000 об/м.

Мощность 15 кВт.

КПД 65 %.

Так как подпитка систем отопления и ГВС происходит из бака запаса воды то для пополнения запасов воды устанавливаем два насоса К-20/30 которые подают воду через кожухотрубные водонагреватели в цех химводоочистки и уже оттуда в бак запаса воды.

Объем подачи $G=20 \text{ м}^3/\text{ч}$. или $0,0055 \text{ м}^3/\text{с}$.

Напор составляет 30 метров.

Частота вращения 2900 об/м.

Мощность 2,65 кВт. КПД 63 %.

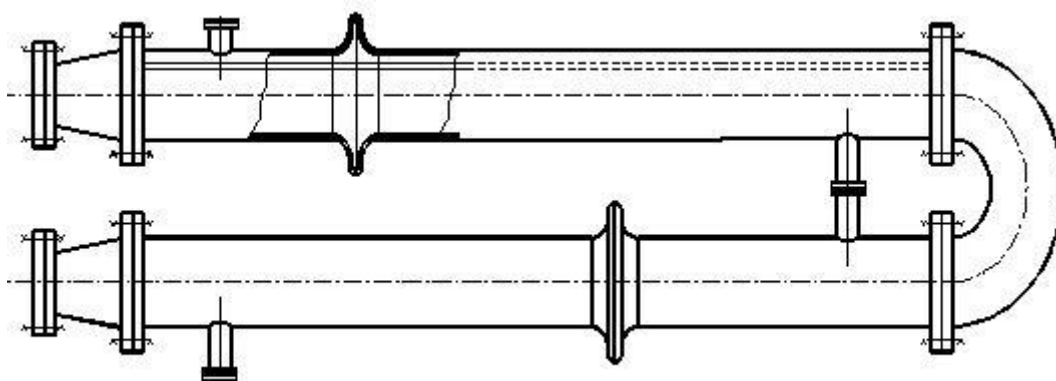
Рисунок №4



В качестве теплообменника исходной воды принимаем водо-водяной, кожухотрубный

2-х секционный Ø114 L=2 м ТУ400-28-429-82Е.

Рисунок №5



Подогреватели водяные для тепловых сетей предназначены для подогрева воды в системах отопления и горячего водоснабжения жилых, общественных и промышленных зданий.

Подогреватели могут быть выполнены в 4-х исполнениях:

Р – разъемные

ЛР – разъемные с линзовым компенсатором

С – сварные

ЛС – сварные с линзовым компенсатором

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальное рабочее (избыточное) давление греющей и нагреваемой воды для разъемного подогревателя без линзового компенсатора 1 МПа (10 кгс/см²) при предельной температуре теплоносителя 150°С.

Максимальное рабочее (избыточное) давление воды в межтрубном пространстве корпуса разъемного подогревателя с линзовым компенсатором 0,7 МПа (7 кгс/см²) при предельной температуре теплоносителя 150 °С

Диаметр корпуса	57-325
Длина труб мм.	2000, 4000

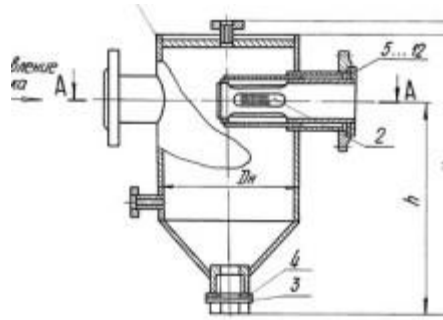
Площадь поверхности нагрева одной секции	0,37,28 м ²
---	------------------------

На входе питающей воды из водопровода ставим грязевик вертикальный ТС-569.00.000-12:

Грязевик ТС-569 тепловых пунктов (грязевик абонентский)

Рисунок №6





ТС-569 — это грязевик вертикального типа, его конструкция специально разработана для такого положения в трубопроводе. Главным отличием данной модели есть то, что размер выходного патрубка меньше входного. Это связано с наличием специальной сетки, которая располагается с той стороны, где выходит вода. При необходимости возможно изготовление равнопроходного грязевика, который будет иметь одинаковый диаметр патрубков. К трубопроводу эта модель грязевика подключается с помощью фланцевого соединения

Технические характеристики:

Условное давление, P_u , Мпа 2,5

Условный проход, D_u , мм 40

Диаметр корпуса, D_n , мм 114/159

Производительность, т/ч 6

Масса, кг 17,1

Высота H_1 , мм 406

Высота h , мм 260

Длина L , мм 345

Перед каждым теплообменником и перед подпитывающими насосами ставим фильтра механические сетчатые фланцевые $P_u 1,6 \text{ МПа}$

- 1 - диаметр условного прохода, мм
- 2 - рабочее давление, МПа
- 3 - размер ячейки фильтроэлемента, мм
- 4 - материал корпуса (ст.20, 09Г2С, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 15Х5М)
- 5 - климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69

7 Гидравлический расчет

7.1 Основные положения

Основной целью гидравлического расчета трубопроводов тепловой сети является определение диаметров трубопроводов, потерь давления при заданных расходах теплоносителя, определение пропускной способности трубопроводов при заданном располагаемом перепаде давления, увязка всех точек системы при статическом и динамическом режимах, подбор насосов и другого оборудования сетей предназначенных для транспортирования теплоносителя.

Определение диаметров трубопроводов производится при суммарных зимних расчетных часовых расходах теплоносителя.

Задачей динамического режима является обеспечение циркуляции теплоносителя во всех звеньях системы теплоснабжения (теплообменниках источника теплоты, трубопроводах тепловой сети, потребителях). К динамическому режиму предъявляются следующие требования: напоры перед тепловыми пунктами должны быть достаточными для подачи соответствующего напора воды в местные системы теплоснабжения; давление в подающем трубопроводе на всем его протяжении должно быть не ниже давления, обеспечивающего не вскипание в трубопроводе воды; давление в обратном трубопроводе должно быть выше статической высоты большинства отопительных систем для обеспечения их залива; давление в обратном трубопроводе должно максимально обеспечивать зависимое присоединение систем отопления, т.е. оно не должно приводить к разрушению отопительных систем; давление в обратном трубопроводе перед сетевыми насосами для исключения кавитационного разрушения должно быть не ниже 0,05 Мпа.

Динамический режим обеспечивается: работой сетевых насосов, устанавливаемых на источнике теплоты и в промежуточных точках сети (на подстанциях), работой подпиточных насосов, дроссельными устройствами,

устанавливаемыми в промежуточных точках сети. С помощью сетевых насосов создается необходимый напор перед тепловыми пунктами. Подпиточные насосы служат для восполнения потерь сетевой воды при утечках через неплотности в трубопроводах и поддержания в тепловой сети давлений на требуемом уровне. Обычно с помощью подпиточных насосов и регуляторов поддерживается постоянное давление в обратном коллекторе станции (основная нейтральная точка) или в месте пересечения линий давления обратной магистрали при динамическом режиме с линией давления статического режима (дополнительная нейтральная точка). При сложном рельефе местности (значительная разность высот) тепловая сеть подразделяется на зоны. При подъеме профиля местности в направлении от источника теплоты на обратном трубопроводе устанавливают дроссельное устройство, позволяющее увеличить давление в обратном трубопроводе верхней зоны. При понижении профиля местности в направлении от источника на обратном трубопроводе устанавливают насосы для снижения давления в обратном трубопроводе и увеличения напора у потребителей.

Задачей статического режима является обеспечение заполнения систем отопления при отсутствии циркуляции. При статическом режиме давление в точках присоединения систем отопления должно быть выше статической высоты систем отопления и в то же время ниже давления, допустимого для системы отопления по условиям прочности. Статический режим обеспечивается работой подпиточных насосов и соответствующих регулировочных устройств. При сложном рельефе местности тепловая сеть при статическом режиме делится на зоны. В каждой зоне при остановке сетевых насосов поддерживается свое значение статического давления. В связи с большим количеством потребителей, присоединяемых к тепловым сетям, невозможно удовлетворить изложенные выше требования для всех потребителей. Несоответствие давления в тепловых сетях части потребителей корректируется применением различных схем их

присоединения. Гидравлические режимы (динамический и статический) можно представить пьезометрическими графиками. [14]

7.2 Расчетные зависимости

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

$$\Delta p = \Delta_{рл} + \Delta_{рм} \text{ Па} \quad (31)[2]$$

где $\Delta_{рл}$ –линейное падение давления вследствие трения на участках трубопровода, Па;

$\Delta_{рм}$ –местное падение давления (в арматуре и других элементах оборудования).

Суммарные потери давления в трубопроводах на трение и в местных сопротивлениях:

$$\Delta P = R l_{пр} \text{ Па}, \quad (32)[2]$$

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

$$l_{пр} = l + l_e \text{ м}, \quad (33) [2]$$

где l - длина участка трубопровода по плану, м;

Эквивалентная длина местных сопротивлений $l_e, м$

$$l_e = \sum \xi \frac{D_i}{\lambda} \text{ м}, \quad (34)[2]$$

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

D_i –внутренний диаметр, м;

λ –коэффициент гидравлического трения,

Удельные потери давления на трение:

$$R = 6,27 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda \cdot \frac{G_d^2}{D_i^5 \cdot \rho} \text{ Па/м}, \quad (35)[2]$$

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

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

Внутренний диаметр труб:

$$D_i = \sqrt[5]{\frac{6,27 \cdot 10^{-8} \cdot \lambda \cdot G_d^2}{R \cdot \rho}} \text{ м,} \quad (37)[2]$$

Коэффициент гидравлического трения:

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

$$\lambda = \frac{1}{\left(1,14 + 2 \lg \frac{D_i}{k_э}\right)} \quad (38)[2]$$

для любых значений числа Рейнольдса (приблизенно)

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_э}{D_i} + \frac{68}{Re}\right)^{0,25} \quad (39)[2]$$

где $k_э$ – коэффициент эквивалентной шероховатости, м.

Предельное число Рейнольдса, характеризующие границы переходной области и области квадратичного закона:

$$Re_{пр} = 560 \cdot \frac{D_i}{k_э} \quad (40)[2]$$

Скорость теплоносителя находится из уравнения неразрывности:

$$w = 4 \cdot G / (3,6 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \rho) \quad (41)[2]$$

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

$$w_{пр} = 568 \frac{v_i \text{ м}}{k_э \text{ с}} \quad (42)[2]$$

7.3. Конструктивный гидравлический расчет двухтрубной водяной сети

Конструктивный гидравлический расчет тепловой сети рекомендуется проводить по принятой величине удельной линейной потери давления.

В задачу расчета входит: определение диаметров трубопроводов участков сети, потерь напора по участкам и напора сетевых насосов. Расчет ведется по таблицам и номограммам гидравлического расчета[6].

Рекомендуется при расчете величину удельной линейной потери давления принимать:

·для магистральных сетей $\Delta P \leq 80 \text{ Па/м}$;

·для распределительной сети и ответвления к зданиям $\Delta P = 150 \div 300 \text{ Па/м}$.

Гидравлический расчет проводится в следующей последовательности:

1) Вычерчивается расчетная схема тепловой сети, нумеруются участки сети, на расчетные участки сети наносятся длины и расчетные расходы воды.

2) Выбирается главная (расчетная) магистраль (наиболее удаленная от источника тепла).

3) По суммарному расчетному расходу сетевой воды на участке по номограмме или таблице определяется стандартный диаметр трубопровода, соответствующий допустимым значениям удельной линейной потери давления или напора. Фиксируется значение $\Delta P_{\text{л}}(\Delta h_{\text{л}})$, соответствующее выбранному стандартному диаметру трубопровода.

4) Гидравлический расчет рекомендуется начинать с последнего участка. По известному диаметру трубопровода на участке и приняв тип прокладки сети (подземная в непроходных каналах или надземная) выбирается тип компенсатора: сальниковый или П-образный. Принимая расстояние между неподвижными опорами определяется количество компенсаторов.

5) Определяется эквивалентная длина местных сопротивлений $l_{\text{э}}$, в зависимости от характера сопротивления и диаметра трубопровода по таблице.

6) Определяется потеря давления или напора на расчетном участке по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = \Delta P_{\text{л}}(l + l_{\text{экв}}) = \Delta P_{\text{л}} l_{\text{р}} \text{ Па/м}$$

(44)[2]

Или

$$\Delta p_{\text{уч}} = \Delta h_{\text{л}}(l + l_{\text{экв}}) = \Delta h_{\text{л}} l_{\text{пр}} \text{ м в. ст.}, \quad (45)[2]$$

где $l_{\text{пр}}$ – приведенная длина участка трубопровода.

В расчетах двухтрубных закрытых тепловых сетей принимается, что потери давления (напора) в подающем трубопроводе равны потерям давления (напора) в обратном трубопроводе.

7) По окончании расчета участков тепловой сети определяется суммарная потеря давления (напора) в главной (расчетной) магистрали тепловой сети:

$$\Delta P_{\text{с}}^{\text{р}} = \sum_1^n \Delta P_{\text{уч}}, \text{ Па} \quad (46)[2]$$

или

$$\Delta H_{\text{с}}^{\text{р}} = \sum_1^n \Delta h_{\text{уч}}, \text{ м в. ст.} \quad (47)[2]$$

Результаты гидравлического расчета заносятся в таблицу приложение

Для примера рассчитаем первый участок и сравним табличные данные и расчетные.

При расчетном расходе 313 т/ч по номограмме для гидравлического расчета трубопроводов рис. 97 [7] диаметр: 0,25 метра, скорость воды: 1,76 м/с.

Участок №1.

$$Re = 568 \cdot \frac{0,25}{0,0005} = 284000$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{0,0005}{0,25} + \frac{68}{284000} \right)^{0,25} = 0,0239$$

$$R = 6,27 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0239 \cdot \frac{313000^2}{0,25^5 \cdot 958,4} = 156,86 \text{ Па/м}$$

$$\Delta P = 156,86 \cdot 173,45 = 27208,14 \text{ Па}$$

$$D = \sqrt[5]{\frac{6,27 \cdot 10^{-8} \lambda G^2}{R \cdot \rho}} = \sqrt[5]{\frac{6,27 \cdot 0,0239 \cdot 313000^2}{156,86 \cdot 958,4}} = 0,3 \text{ м.}$$

$$w = 4 \cdot 313 / (3,6 \cdot 3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 958,4) = 1,849$$

Остальные данные по участкам выбираем по таблице 9.24 [7].

Таблица №4

№ Уч- ка	w – табличная	w – расчетная	d- табличный	d- расчетный	d- фактический
1	1,76	1,85	0,25	0,3	0,25
2	1,39	1,48	0,3	0,3	0,3
3	1,47	1,54	0,3	0,3	0,3
4	1,59	1,67	0,3	0,3	0,3
5	1,03	1,05	0,4	0,4	0,3
6	1,48	1,53	0,4	0,4	0,3
7	1,88	1,98	0,5	0,33	0,5
8	1,88	1,99	0,5	0,33	0,5
9	1,88	1,99	0,5	0,33	0,5
10	1,88	2,0	0,5	0,33	0,5
11	1,88	2,0	0,5	0,33	0,5
12	1,88	2,01	0,5	0,33	0,5
13	1,95	2,03	0,5	0,33	0,5
14	0,86	0,79	0,8	0,84	0,8
15	0,86	0,82	0,8	0,84	0,8
16	0,86	0,82	0,8	0,84	0,8
17	0,86	0,85	0,8	0,84	0,8

7.4 Построение пьезометрического графика

Графики давлений разрабатываются для водяных тепловых сетей при состоянии покоя теплоносителя и при установившемся движении теплоносителя. Графики разрабатывают для основной расчетной магистрали и характерных ответвлений, а при нескольких магистралях одного источника тепла-для каждой магистрали, совмещая их на одном чертеже.

Масштаб графика давлений и масштаб профиля земли, на котором строятся графики, принимают, как правило, горизонтальный 1:10000 до 1:20000, вертикальный -1:1000 до 1:2000. В этом же масштабе на профиле земли показывают высоту характерных зданий, присоединяемых к тепловым сетям.

Для построения профиля земли по которой проходит тепловая сеть от котельной № 10 до ЦТП мы воспользовались интернет ссылкой [16] и совместили его с нашим пьезометрическим графиком.

8 Система автоматизации теплового пункта

Автоматизация тепловых пунктов закрытых и открытых систем теплоснабжения должна обеспечивать [4].

В ЦТП 32го квартала устанавливаются пластинчатые водонагреватели для системы отопления и ГВС.

Температура греющей воды в теплообменнике системы отопления составляет 115 °С - 70 °С. Давление в теплообменнике 0,45 МПа- 0,3 МПа. Температура нагреваемой воды в теплообменнике 70 °С - 95 °С. Давление нагреваемой воды 0,9 МПа- 0,8 МПа.

Температура греющей воды в теплообменнике ГВС составляет 115 °С- 70 °С. Давление в теплообменнике греющей среды 0,45 МПа-0,3 МПа. Температура нагреваемой воды в теплообменнике 40 °С-70 °С. Давление нагреваемой воды 0,9 МПа- 0,8 МПа.

Для подогрева исходной воды устанавливаем кожухотрубные теплообменники. Температура греющей воды в теплообменнике составляет 115 °С- 90 °С. Давление в теплообменнике по греющей воде 0,45 МПа- 0,3 МПа. Температура нагреваемой воды в теплообменнике составляет 5 °С, на выходе 20 °С. Давление в теплообменнике нагреваемой воды составляет 0,9 МПа, на выходе 0,8 МПа.

Целью данного раздела является разработка системы автоматического контроля температуры и давления греющего и нагреваемого тепло-носителей методом регулирования расхода сетевой воды идущей в теплообменники отопления и ГВС.

Для разработки системы автоматизации центрального теплового пункта необходимо:

- разработать функциональную схему системы автоматизации ЦТП;
- определить структуру системы автоматизации ЦТП;
- выбрать технические средства системы автоматизации теплового пункта.

Большая часть информации для оперативного персонала ЦТП поступает от систем теплотехнического контроля.

Теплотехнический контроль это-процесс измерения теплотехнических величин (температуры, давления, расхода воды и т.п.) с помощью совокупности средств, осуществляющих эти измерения.

Большинство теплотехнических измерений осуществляется с помощью измерительных систем дистанционного действия, состоящих из первичных измерительных преобразователей (датчиков) , вторичных показывающих или самопишущих приборов.

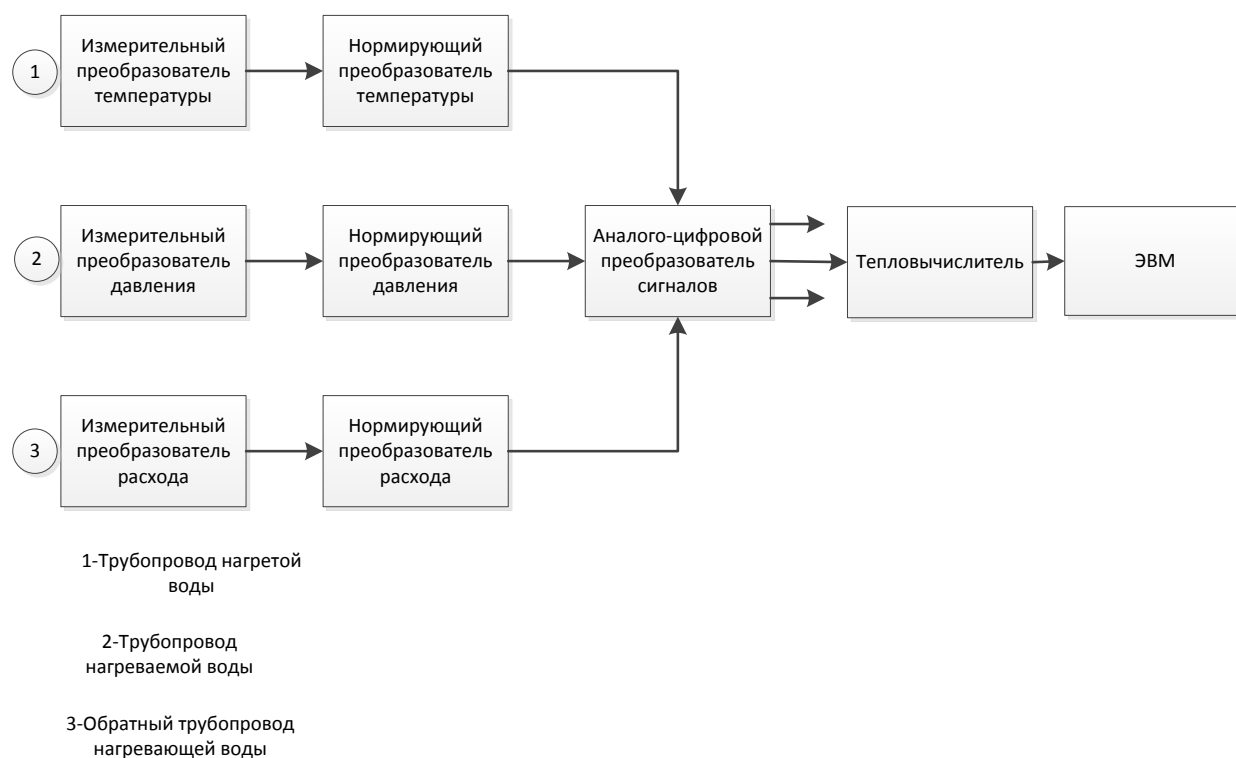
Проектирование данной системы будет производиться в соответствии с запросами предъявляемыми к реальным системам на энергетическом производстве.

В ходе решения поставленных задач и принятия ряда инженерных решений формируется пакет рабочей документации необходимой для внедрения и дальнейшей эксплуатации системы автоматического контроля.

8.1 Разработка структурных схем системы автоматизации теплового пункта

На рисунке представлена структурная схема автоматического учета тепловой энергии, системы автоматизации теплового пункта.

Рисунок №8



Структурная схема автоматического учета тепловой энергии системы автоматизации теплового пункта

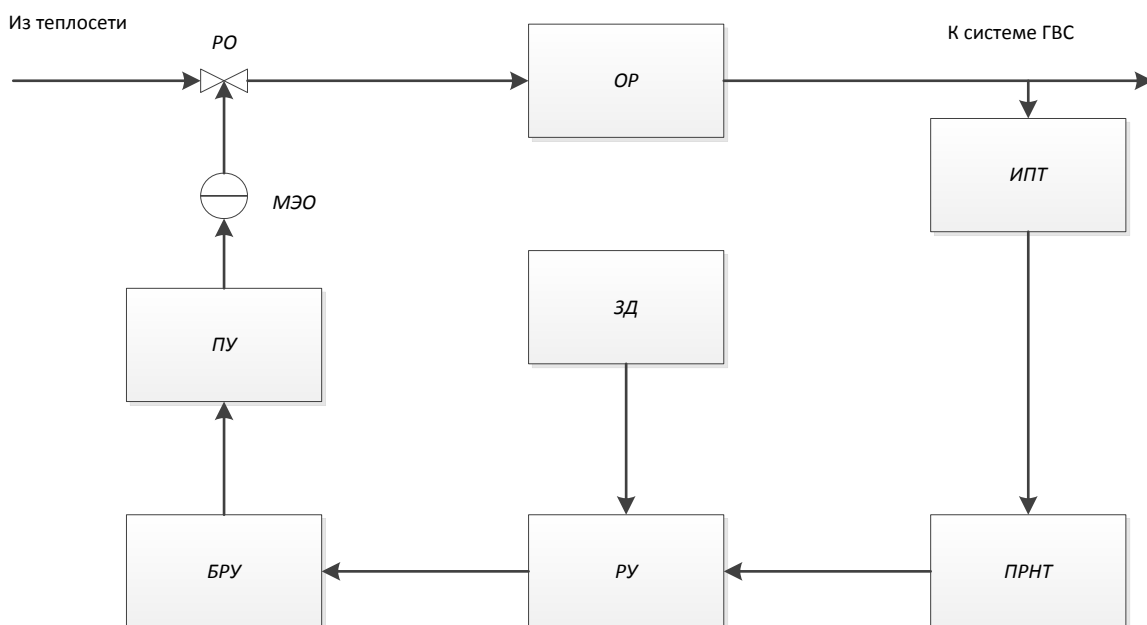
Принцип работы схемы состоит в следующем. Необходимые для вычислений данные температура, давление и расход в подающей магистрали и обратной магистрали оцениваются измерительными преобразователями. Значение с измерительных преобразователей поступает в промежуточные нормирующие преобразователи. Далее с промежуточных преобразователей значения поступают на аналого-цифровой преобразователь для преобразования унифицированных значений сигналов в цифровые. Цифровые сигналы с аналого-цифрового преобразователя поступают на

тепловычислитель, где осуществляется обработка, хранение, вычисление и вывод информации на дисплей.

Цель автоматической системы регулирования АСР температуры воды в системе отопления и ГВС состоит в поддержании значения температуры горячей воды на выходе из теплообменника в заданных задатчиком ЗД значениях при помощи изменения расхода сетевой воды идущей на теплообменник положением регулирующего органа РО.

На рисунке представлена структурная схема автоматического регулирования температуры воды.

Рисунок №9



Работает схема следующим образом. Регулируемая величина оценивается измерительным преобразователем температуры ИПТ. Значение с измерительного преобразователя температуры ИПТ поступает в нормирующий преобразователь температуры ПРНТ. Значение с нормирующего преобразователя температуры ПРНТ подается на регулирующее устройство РУ, в котором сравнивается со значением полученным от задатчика ЗД. Если регулируемая величина равна заданному

значению, то АСР находится в состоянии равновесия. При отклонении регулируемой величины от заданного значения равновесие нарушается, регулирующее устройство РУ приходит в действие, возникает процесс регулирования. Регулирующее устройство РУ подает выработанное управляющее воздействие на блок ручного управления БРУ (наличие устройства зависит от технической реализации регулирующего устройства и от задач, которые ставятся перед АСР), которое осуществляет ручное переключение с автоматического режима управления на ручной и обратно. Пусковой механизм ПМ (наличие устройства зависит от технической реализации регулирующего устройства) осуществляет пуск, реверс и остановку исполнительного механизма ИМ. На выходе исполнительного механизма ИМ вырабатывается регулирующее воздействие, передаваемое через регулирующий орган РО на вход объекта. Регулирующее воздействие направлено на уменьшение рассогласования между действительным и заданным значениями регулируемой величины.

8.2 Разработка функциональной схемы системы автоматизации теплового пункта

При разработке функциональной схемы системы автоматизации теплового пункта необходимо решить следующие задачи:

- составить перечень контролируемых параметров технологического процесса и технологического оборудования системы автоматизации теплового пункта;
- на технологической схеме оборудования и трубопроводах теплового пункта определить местоположения точек отбора измерительной информации;
- решить вопросы размещения технических средств автоматизации на технологическом оборудовании, трубопроводах, по месту и на щитах.

Учет тепловой энергии производим на подающей и обратной магистрали после входных задвижек.

Размещение технических средств зависит от выполняемых ими функций и удобства их обслуживания.

Датчики температуры, расходомеры и регулирующий орган с исполнительным механизмом размещаем на трубопроводах, датчики давления по месту остальные технические средства на щитах.

Разработанная функциональная схема представлена на листе ФЮРА 421.000.022 С1

8.3 Выбор технических средств системы автоматизации теплового пункта

Для учета расхода тепловых потоков и расхода воды потребителями должны предусматриваться приборы учета тепловой энергии в соответствии с «Правилами учета отпуска тепловой энергии».

Длина прямых участков трубопровода до и после измерительных устройств расходомеров должна определяться в соответствии с инструкциями на приборы.

В тепловых пунктах с расходом теплоты более 2,3 МВт должны предусматриваться:

а) манометры показывающие:

после запорной арматуры на вводе в тепловой пункт трубопроводов водяных тепловых сетей.

до и после регуляторов давления на трубопроводах водяных тепловых сетей.

на подающих трубопроводах после запорной арматуры на каждом ответвлении к системам потребления теплоты и на обратных трубопроводах до запорной арматуры — из систем потребления теплоты,

б) штуцеры для манометров:

до запорной арматуры на вводе в тепловой пункт трубопроводов водяных тепловых сетей.

до и после грязевиков, фильтров и водомеров,

в) термометры показывающие:

после запорной арматуры на вводе в тепловой пункт трубопроводов водяных тепловых сетей.

на обратных трубопроводах из систем потребления теплоты по ходу воды перед задвижками.

Показывающие манометры и термометры должны предусматриваться на входе и выходе трубопроводов греющей и нагреваемой воды для каждой ступени водоподогревателей систем горячего водоснабжения и отопления.

Показывающие манометры должны предусматриваться перед всасывающими и после нагнетательных патрубков насосов.

8.3.1 Методика выбора датчиков

При выборе датчиков технологических параметров следует учитывать ряд факторов метрологического и режимного характера, наиболее существенные из которых следующие:

допускаемая для измерительных систем погрешность, определяющая класс точности датчика;

пределы измерения датчика, в рамках которых гарантирована определенная точность измерения;

инерционность датчика, характеризуемая постоянной времени;

влияние физических параметров контролируемой и окружающей среды (температуры, давления, плотности, влажности) на нормальную работу датчика;

разрушающее влияние на датчик контролируемой и окружающей среды вследствие ее абразивных свойств, химического воздействия и других факторов;

наличие в месте установки датчика недопустимых для его нормального функционирования магнитных и электрических полей, вибраций, радиоактивных излучений и др;

возможность применения датчика с точки зрения требований пожаро - и взрывобезопасности;

расстояние, на которое может быть передана информация, полученная с помощью датчика;

предельные, значения измеряемой величины и других параметров среды, влияющие на работу и датчика.

Выбор датчика осуществляют в два этапа. На первом этапе выбирают разновидность датчика. В качестве первичных преобразователей для измерения температуры выбираем термоэлектрические преобразователи – ТЭП.

На втором этапе определяют типоразмер (совокупность технических характеристик) выбранной разновидности датчика.

8.3.2 Выбор исполнительного механизма

При выборе исполнительного механизма нужно учитывать выходные параметры преобразователя сигнала и технические характеристики самого исполнительный механизма (развиваемое усилие, потребляемая мощность, скорость вращения или угол поворота выходного вала). Выбираем исполнительный электрический однооборотный механизм. Выбор исполнительного механизма зависит от типа регулирующего органа. В качестве регулирующего органа в системе горячего водоснабжения принято устанавливать односедельные регулирующие клапана. В связи с вышесказанным по таблице 27.1[11] находим тип исполнительного механизма МЭО.

Для дальнейшего выбора необходимо рассчитать значение максимального усилия на штоке по следующей формуле.

$$F_{\max} = 17 * D_y - 485, (48)[11]$$

Для диаметра 50 мм.: $F_{\max} = 17 * 50 - 485 = 365 \text{ Н}$

Для диаметра 80 мм.: $F_{\max} = 17 * 80 - 485 = 875 \text{ Н}$

Для диаметра 200 мм.: $F_{\max} = 17 * 200 - 485 = 2915 \text{ Н}$

Выбираем исполнительный механизм типа МЭО-630/10-0,25К, номинальное усилие на выходном штоке 630 Н, номинальное значение времени полного хода штока 10 с, номинальное значение полного хода штока 25 мм, в составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного штока.

В результате решения поставленных задач для системы автоматизации теплового пункта разработана функциональная схема учета расхода теплоносителя и регулирования температуры горячей воды. Осуществлен выбор технических средств систем автоматизации теплового пункта. По результатам выбора технических средств системы автоматизации теплового пункта, составлена заказная спецификация приборов и средств автоматизации (приложение Ж).

8.3.3 Выбор регулирующего органа

Выбор регулирующего органа (клапана) зависит от регулируемой среды (температура, давление и т.д.).

По техническим характеристикам выбираем клапан 24ч945п.

Таковыми же принципами руководствуемся при выборе остальных регуляторов.

Система автоматизации для общекотельного оборудования является проектно-компонруемым изделием выполненным на базе микропроцессорных приборов «ТРМ», Минитерм 400 и серийных первичных преобразователей.

Система автоматизации выполнена на основании требований [9]
Система автоматизации обеспечивает программными и аппаратными средствами выполнение следующих функций:

-контроль технологических параметров и отображение их на индивидуальных цифровых приборах щита вспомогательного оборудования и на приборах прямого действия;

-контроль состояния технологического оборудования и исполнительных механизмов;

-ручное и автоматическое регулирование параметров процесса;

-управление электродвигателями;

-светозвуковую сигнализацию.

Системой автоматизации реализуется автоматическое регулирование следующих параметров процесса:

1)Поддержание заданной температуры на отопление (регулятор температуры, управление клапаном воды на теплообменники отопления).

2)Поддержание заданной температуры на ГВС (регулятор температуры, управление клапаном воды на теплообменники ГВС).

3)Поддержание заданной температуры сырой воды (регулятор температуры, управление клапаном воды на теплообменники сырой воды).

4)Поддержание заданного давления воды из сети (регулятор давления, управление клапаном подпитки сетевой воды).

5)Поддержание заданного давления воды от ГВС (регулятор давления, управление клапаном подпитки воды на ГВС).

Системой автоматизации реализуется управление двигателями:

-насоса сетевой воды №1

-насоса сетевой воды №2

-насоса ГВС №1

-насоса ГВС №2

-насоса ГВС №3

-насоса подпиточной воды №1

-насоса подпиточной воды №2

-насоса подпиточной воды №3

Система автоматизации обеспечивает предупредительную сигнализацию при:

-уменьшении уровня воды в баке аккумулятора

-увеличении уровня воды в баке аккумулятора

-понижении давления из городского водопровода.

9 Социальная ответственность

Эксплуатация и ремонт тепломеханического оборудования тепловых пунктов и тепловых сетей связаны: с перемещением тяжелых грузов (в том числе подъемом их на высоту, производством работ на высоте), с работой вблизи токопроводов высокого напряжения, с работой вблизи вращающихся механизмов, с работами, выполняемыми электрифицированным инструментом, с газо- и электросварочным оборудованием, с эксплуатацией и ремонтом оборудования, транспортирующего воду высокой температуры и давления. Обеспечение надлежащих условий труда и техники безопасности осложняется при текущем ремонте без отключения потребителей и наличия одновременно нескольких работников различных специальностей. За соблюдение правил, норм и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии несут ответственность линейные инженерно-технические работники. Руководство охраной труда и ответственность за ее состояние возложены на главных инженеров эксплуатирующих и ремонтных организаций.

Неправильная организация труда приводит к преждевременному утомлению из-за перенапряжения отдельных органов, нерационального чередования движений, их монотонности .

9.1 Организационно-технические мероприятия при эксплуатации тепловых пунктов

В целях организации безопасной эксплуатации, обеспечения заданных параметров работы тепловых пунктов структурными подразделениями , осуществляющими их эксплуатацию, до ввода в эксплуатацию должны быть выполнены следующие организационно-технические мероприятия:

- по метрологическому обеспечению;
- обеспечению безопасной эксплуатации тепловых пунктов;
- обеспечению пожарной безопасности тепловых пунктов;

-по соблюдению природоохранных требований.

Метрологические условия –это микроклимат рабочего места который определяет температура воздуха в помещении, влажность воздуха и скорость его движения. Эти параметры вместе и по отдельности влияют на организм человека, определяя его самочувствие. Должны удовлетворять требованиям [12; 13; 6].

В таблице №5 Сведены параметры воздуха рабочего места для ЦТП.

Таблица №5.

Категория работ	Температура воздуха	Относительная влажность воздуха,% не более	Скорость движения воздуха,м/с не более	Допустимая температура воздуха вне постоянных рабочих мест
Средней тяжести	15-21	75	0,4	13-24

Безопасная эксплуатация тепловых пунктов включает в себя соблюдение правил эксплуатации теплообменных аппаратов и насосных установок. Опасными факторами являются: электрический ток, вибрация, шум, тепловое излучение, недостаточное освещение.

Вибрация и шум являются основными вредными факторами влияющими на организм человека характерными для ТЭЦ, котельных, ЦТП и т.д. Постоянный шум, уровень звука которого за 8-ми часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБа при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно». Для ЦТП характерна общая вибрация 3 категории- технологическая вибрация.

предусматривать в случаях, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать нарушение работы таких объектов, как насосные установки тепло и водоснабжения. Освещение безопасности должно создаваться на рабочих местах в ЦТП, требующих обслуживания при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5% освещенности нормируемой для рабочего освещения от общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий ЦТП и не менее 1 лк для территорий ЦТП. Эвакуационное освещение в ЦТП следует предусматривать в местах, опасных для прохода людей. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц в помещениях- 0,5 лк, на открытых территориях- 0,2 лк. Световое ощущение, которое испытывает глаз, оценивается мощностью излучения — световым потоком Φ , который определяется как произведение силы света источника I на величину телесного угла W , в который посылается световой поток. Для равномерной силы света:

$$\Phi = IW, \text{ лм.}$$

Единицей светового потока является люмен.

Существующие источники света распределяют световой поток в пространстве неравномерно, поэтому и пространственная плотность светового потока таких источников в различных направлениях неодинакова. Основной единицей для измерения световых величин - излучений в области видимого спектра (диапазон волн 0,38—0,77 мкм) является свеча. Свеча — единица силы света I , значение которой принимается таким, чтобы яркость полного излучателя при температуре затвердевания платины была равна 60 св. на один квадратный сантиметр [20].

В промышленных помещениях применяется два вида освещения: естественное и искусственное.

Естественное освещение. Естественный свет проникает в помещение через световые проемы (окна, фонари, прозрачные стены). Диффузное освещение, образуемое в результате взаимодействия прямого и отраженного от стен, потолка, оборудования, света, создает благоприятные условия освещения.

Естественное освещение положительно влияет не только на зрение, но также тонизирует организм человека в целом и оказывает благоприятное психологическое воздействие.

Нормирование естественного освещения производится коэффициентом естественной освещенности или сокращенно «КЕО», (КЕО, нормируемая освещенность, цилиндрическая освещенность, показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности:

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{н}}} * 100\%,$$

где КЕО — коэффициент естественной освещенности, %; $E_{\text{вн}}$ — освещенность внутри помещения; $E_{\text{н}}$ — освещенность снаружи.

Нормы коэффициента естественной освещенности различны для работ разной точности.

В связи с тем, что в тепловых пунктах отсутствует естественное освещение, искусственное освещение должно отвечать нормам [21].

Зрительные работы средней точности разряда В.2, с объектами различения более 0,5мм., освещенность на рабочей поверхности составит $E_{\text{вн}}-100\text{лм}$

9.1.2 Электробезопасность

Опасность поражения, а также возможная его тяжесть, прежде всего, зависят от номинального напряжения. По напряжению различаются электроустановки напряжением до 1000 в и электроустановки напряжением выше 1 000 в. Применяются также малые напряжения — 36, 12 в и менее.

Весьма существенно влияние на безопасность условия среды, от которых зависит состояние изоляции, а также электрическое сопротивление тела человека.

Повышенная влажность снижает сопротивление изоляции.

Сухими помещениями называются такие помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%.

Влажными помещениями называются помещения, в которых относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%. В таких помещениях возможно кратковременное выделение паров и конденсирующейся влаги в небольших количествах.

Сырыми помещениями называются такие помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%, но не достигает 100%. Помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (стены, пол, потолок и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой), называются особо сырыми.

Повышенная температура ускоряет старение изоляции, что приводит к снижению ее сопротивления и даже к разрушению.

При повышенной температуре воздуха снижается сопротивление тела человека вследствие смачивания кожи выделяющимся потом. По этим причинам повышенная температура воздуха снижает безопасность эксплуатации электрооборудования.

Токопроводящий пол (металлический, земляной, железобетонный, кирпичный, ксилолитовый и т. п.), на котором стоит человек, касающийся частей, находящихся под напряжением, резко уменьшает сопротивление цепи человека. То же самое наблюдается при одновременном прикосновении к имеющим связь с землей корпусам технологического оборудования (металлическим конструкциям зданий и сооружений) и к частям

электрооборудования, нормально или случайно находящимся под напряжением.

Таким образом, можно выделить следующие признаки повышенной опасности:

наличие сырости (относительная влажность воздуха выше 75%) или проводящей пыли;

наличие токопроводящих полов;

повышенная температура воздуха — более +30° С;

возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей корпусам технологического оборудования с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования или токоведущим частям с другой.

Признаки особой опасности:

наличие особой сырости (относительная влажность воздуха приближается к 100%);

наличие химически активной среды.

По этим признакам помещения разделяются на:

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют признаки как повышенной, так и особой опасности.

Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием только одного признака повышенной опасности.

Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием хотя бы одного признака особой опасности или одновременно двух или более признаков повышенной опасности.

В электроустановках применяются следующие технические защитные меры:

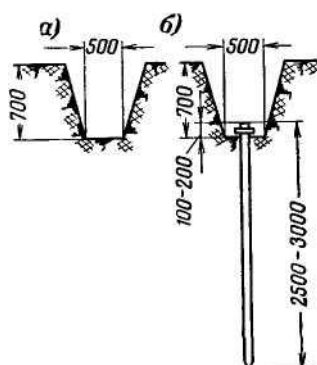
применение малых напряжений;
контроль и профилактика повреждений изоляции;
обеспечение недоступности токоведущих частей;
защитное заземление;
защитное зануление;
двойная изоляция;
защитное отключение.

Применение этих защитных мер регламентируется [22] и другими Правилами.

Устройство заземления. По расположению заземлителей относительно заземляемых корпусов, заземления делятся на выносные и контурные.

Выносное заземление - заземлители располагаются на некотором удалении от заземленного оборудования.

Контурное заземление - заземлители располагаются по контуру вокруг заземляемого оборудования на небольшом (несколько метров) расстоянии друг от друга. Поля растекания заземлителей накладываются, и любая точка поверхности грунта внутри контура имеет значительный потенциал. Вследствие этого внутри контура коэффициент напряжения прикосновения намного меньше единицы. Коэффициент напряжения шага также меньше максимально возможной величины. Ток через человека, касающегося корпуса, может быть значительно меньше, чем при выносном заземлении.



Установка трубчатого заземлителя в траншее-

а — траншея; б — расположение электрода в грунте.

В качестве искусственных заземлителей применяют стальные стержни — угловую сталь 60 X 60 мм (или близкую по размеру), а также стальные трубы диаметром 35—50 мм и стальные шины сечением не менее 100 мм .

Стержни длиной 2,5—3 м погружаются (забиваются) в грунт вертикально в специально подготовленной вокруг защищаемой территории траншее (см. рис.).

Вертикальные заземлители соединяются между собой стальной шиной, которая приваривается к каждому заземлителю.

В открытых электроустановках защищаемые корпуса нередко присоединяются непосредственно к заземлителю проводами. В зданиях прокладывается магистраль заземления, к которой присоединяются заземляющие провода. Магистраль заземления соединяется с заземлителем не менее чем в двух местах.

В целом вся совокупность заземлителя и заземляющих проводников называется заземляющим устройством.

Заземляющими проводниками называются металлические проводники, соединяющие заземляемые части электроустановки с заземлителем.

Индивидуальные тепловые пункты относятся к особо опасным помещениям; (токопроводящий пол, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей корпусам технологического оборудования с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования или токоведущим частям с другой).

9.1.3 Противопожарные требования к зданиям и сооружениям

При проектировании и строительстве промышленных зданий и сооружений необходимо учитывать характер производства в отношении пожарной опасности и применять строительные материалы, отвечающие требованиям возгораемости и огнестойкости .

Строительные материалы и конструкции по степени возгораемости подразделяются на три группы:

- негоряемые.
- трудногоряемые.
- сгоряемые.

По степени пожарной опасности производства делятся на пять категорий(А, Б, В, Г, Д.).

Проектируемый объект относится к категории Д - производства, связанные с обработкой негоряемых веществ и материалов.

При оснащении производственного здания средствами пожаротушения следует учитывать объект возгорания (дерево, масло, электропроводка и т.п.) и соответственно с этим оснащать средствами пожаротушения. В данном случае возможные очаги возгорания могут быть масло, ветошь, электропроводка соответственно средства пожаротушения – песок, огнетушители типа ОУ-5, ОУ-10.

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, класса пожара, горючих веществ и материалов в защищаемом помещении или на объекте согласно ИСО №3941-77.

Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями сведены в таблицу №7.

Таблица №7.

Категория помещений	Предел защищаемая площадь, м ²	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители вместимостью 10 л.	Порошковые огнетушители вместимостью л./массой огнетушащего вещества, кг			Хладоновые огнетушители вместимостью 2(3) л.	Углекислотные огнетушители, л.	
				2/2	5/4	10/9		2/2	5(8)/3(5)
Д	1800	(Е)	-	2+	2++	1++	2+	4+	2++

Знаком «++» обозначены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители, знаком «+» - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком «-» - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данного объекта.

Нормы оснащения зданий (сооружений) и территорий пожарными щитами.

Таблица №8.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь одним пожарным щитом, м ²	Класс пожара	Тип щита
Д	1800	Е	ЩП-Е

ЩП-Е- щит пожарный для очагов пожара класса Е.

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем.

Нормы комплектации пожарных щитов немеханизированным инструментом и инвентарем.

Таблица №9.

№	Наименование первичных средств пожаротушения, немеханизированного инструмента и инвентаря	Нормы комплектации в зависимости от пожарного щита и класса пожара
		ЩП-Е
1	Огнетушители: Порошковые(ОП): Вместимостью 10 л. Вместимостью 5 л. Углекислотные (ОУ)	1++ 2+ 2+
2	Крюк с деревянной рукояткой	1
3	Комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик	1
4	Асбестовое полотно, грубошерстяная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала)	1
5	Лопата совковая	1
6	Ящик с песком	1

При возникновении пожара необходимо немедленно сообщить об инциденте вышестоящему оперативному персоналу, вызвать пожарных, произвести необходимые отключения и приступить к тушению собственными силами до прибытия пожарной команды, по их прибытию произвести допуск, дальнейшее руководство пожаротушения передается командиру бригады пожаротушения.

10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

10.1 Планирование разработки проекта теплоснабжения микрорайона г.Белово

Разобьем проект на основные части, и определим время и количество человек, необходимые для выполнения каждой части. Результаты занесем в таблицу № 10

Таблица № 10 - График выполнения проекта

№ п/п	Содержание работы	Оценка длительности в неделях	Потребная численность, человек
1	Ознакомление с исходными данными	1	2
2	Расчет тепловых нагрузок	1	1
3	Расчет температурного графика	1	1
4	Определение расходов теплоносителя	1	1
5	Гидравлический расчет	1	1
6	Расчет водоподогревателей	1	1
7	Разработка системы автоматизации	1	1
8	Разработка рабочих чертежей	3	1
9	Составление отчета	2	2

В выполнении проекта участвуют три человека: один – руководитель проекта, и один – исполнитель проекта.

Расчет затрат и договорной цены на проектирование и проведение НИОКР.

Затраты на проектирование и НИОКР подразделяются на капитальные (единовременные) и текущие. Капитальные затраты на НИР включают в себя: стоимость оборудования, приборов, необходимых для проведения исследований и проектных работ.

Состав текущих затрат: заработная плата, начисления на заработную плату, командировочные расходы, затраты на проектирование и конструирование изделий.

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

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

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

Материальные затраты

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

Основными затратами в этом разделе являются канцелярские товары, используемые при проведении расчетов (таблица №10).

Таблица №11 - Основные материальные затраты при проведении расчетов

Наименование	Количество	Общая стоимость, руб
Бумага писчая	1000 листов	450
Бумага формата А1 для черновых чертежей	25 листов	750
Бумага формата А1 для чертежей	15 листов	1050
Краска для принтера	1 картридж	800
Прочее		300
Всего		3350

Затраты на оплату труда

В состав затрат на оплату труда включаются: выплаты заработной платы за фактически выполненные работы, исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда; выплаты стимулирующего характера по системным положениям; выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда; оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков; оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия за выполнение ими работ по заключенным договорам.

При выполнении проекта на базе ТПУ заработная плата рассчитывается следующим образом:

Месячная заработная плата работника 13 разряда (старший преподаватель, руководитель проекта):

$$ЗП_{ЗПП}^{15} = (ЗП_{баз} + 3000) \cdot K_{район}$$

$ЗП_{баз}$ - базовая заработная плата, для работника 13 разряда $ЗП_{баз} = 20000 \text{ руб} / \text{мес}$;

$K_{РАЙОН}$ - районный коэффициент.

$$ЗП^{15} = (20000 + 3000) \cdot 1,3 = 29900 \text{ руб/мес}$$

Месячная заработная плата работника 9-го разряда:

$$ЗП^9 = (ЗП_{баз} + 3000) \cdot K_{район}$$

$$ЗП^9 = (8000 + 3000) \cdot 1,3 = 14300 \text{ руб/мес}$$

Всего затрат на оплату труда в месяц:

$$ЗП^{МЕС} = ЗП^{15} + ЗП^9 = 29900 + 14300 = 34300 \text{ руб/мес}$$

Всего за время проведения работы (время работы над проектом теплоснабжения микрорайона составило 3 мес. по графику выполнения работ):

$$C_{ЗПП}^{\Sigma} = ЗП^{МЕС} \cdot T = 34300 \cdot 3 = 102900 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные нужды

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

Затраты на социальные нужды рассчитываются как доля (26%) от затрат на оплату труда:

$$C_{\text{СОЦ}}^{\text{MEC}} = 0,26 \cdot C_{\text{ЗПЛ}}^{\text{MEC}} = 0,26 \cdot 34300 = 8918 \text{ руб/мес}$$

$$\text{Всего за время проведения работы: } C_{\text{СОЦ}}^{\Sigma} = C_{\text{СОЦ}}^{\text{MEC}} \cdot T = 8918 \cdot 3 = 26754 \text{ руб}$$

Амортизация основных фондов и нематериальных активов

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

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер) и печатающее устройство (принтер), таблица №12.

Таблица №12 - Основные фонды при выполнении проекта

Вид техники	Количество	Общая стоимость	Норма амортизации
Компьютер	2	60000	20%
Принтер	1	10000	20%

Амортизационные отчисления найдем по формуле: $I_{\text{AM}} = \Phi \cdot H_{\text{AM}} \cdot \frac{T}{12}$

Где Φ - стоимость основных фондов;

$$H_{\text{AM}} \text{ - норма амортизации; } H_{\text{AM}} = \frac{1}{T_{\text{сл}}} \cdot 100\%$$

$$H_{\text{AM}} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

$T_{\text{сл}}$ – срок службы; принимаем $T_{\text{сл}}=5$ лет (компьютер), $T_{\text{сл}}=5$ лет (принтер).

T - время использования основных фондов.

$$I_{AM}^{КОМП} = 60000 \cdot 0,20 \cdot \frac{3}{12} = 3000 \text{ руб}$$

$$I_{AM}^{ИП} = 10000 \cdot 0,2 \cdot \frac{3}{12} = 500 \text{ руб}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$I_{AM.ОСН}^{\Sigma} = I_{AM}^{КОМП} + I_{AM}^{ИП} = 3000 + 500 = 3500 \text{ руб}$$

К нематериальным активам относятся нематериальные объекты, используемые в течении долгосрочного периода в хозяйственной деятельности и приносящие доход: патенты, лицензии, программные продукты.

При выполнении проекта используются следующие программные продукты: Microsoft Office 2010, AutoCAD 2016 Commercial SLM, Herz C.O. версия 3.59 (программа для гидравлического расчета системы отопления) (таблица №13).

Таблица №13 - Программные продукты, используемые при выполнении проекта

Вид продукта	Стоимость	Норма амортизации
Microsoft Office 2010	5370	25%
AutoCAD 2016 Commercial SLM	24500	
Herz C.O. версия 3.5	3000	

Амортизация нематериальных активов:

$$I_{AM}^{ПРОГ} = \sum C \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12} = (5370 + 24500 + 3000) \cdot 0,25 \cdot \frac{3}{12} = 2055 \text{ руб}$$

$$H_{AM} = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100\% = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\%$$

Суммарные амортизационные отчисления:

$$I_{AM}^{\Sigma} = I_{AM.ОСН}^{\Sigma} + I_{AM}^{ПРОГ} = 3500 + 2055 = 5555 \text{ руб}$$

Прочие затраты

К прочим затратам себестоимости проекта относятся налоги, отчисления во внебюджетные фонды, оплата электрической и тепловой энергии, вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения, затраты на командировки и т.д. Прочие затраты рассчитаем как 20% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$C_{\text{ПР}} = 0,2(C_{\text{МАТ}} + C_{\text{ЗПИ}}^{\Sigma} + C_{\text{СОЦ}}^{\Sigma} + I_{\text{АМ}}^{\Sigma}) = 0,2(3350 + 102900 + 26754 + 5555) = 27712 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

При выполнении проекта на базе ТПУ, в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 180% от затрат на оплату труда.

$$C_{\text{НР}} = 1,8 \cdot C_{\text{ЗП}}^{\Sigma} = 1,8 \cdot 102900 = 185220 \text{ руб}$$

Полученные результаты по всем пунктам занесем в таблицу №14.

Таблица №14 - Смета затрат

Элементы затрат	Сумма затрат, руб
1 Материальные затраты	3350
2 Затраты на оплату труда	102900
3 Отчисления на социальные нужды	26754
4 Амортизация основных фондов и нематериальных активов	5555
5 Прочие затраты	27712
6 Накладные расходы	185220
7 Итого себестоимость разработки	348476

10.2 Расчет времени окупаемости проекта

Для определения срока окупаемости строительства (теплоснабжения) магистрали тепловой сети в жилых районах необходимо посчитать абсолютные и удельные капитальные вложения в данный проект.

Расчеты будем производить из следующих данных:

– расчетный суммарный часовой расход сетевой воды $G_p^ч = 86,944 \text{ кг/с} = 313 \text{ т/ч}$;

$$Q^г = 193490,9 \text{ Гкал/год}$$

Эксплуатационные затраты

Основная заработная плата

Прямой фонд ЗП_{прям} (руб.) основных рабочих рассчитываем по формуле:

$$ЗП_{\text{прям}} = \text{Окл} * Ч_p * K_{\text{ТП}} * 12 \text{ мес.},$$

где Окл – оклад рабочих, принимается 8000 руб.;

$Ч_p$ – численность персонала в одном ТП, принимается 2 чел.;

$K_{\text{ТП}}$ – количество тепловых пунктов = 1

$$ЗП_{\text{прям}} = 8000 * 2 * 1 * 12 = 192000 \text{ руб.}$$

Затраты на основную заработную плату ЗП_{осн} производственных рабочих, кроме прямой, включают доплаты по премиальным системам и выплаты по районному коэффициенту.

$$ЗП_{\text{осн}} = (ЗП_{\text{прям}} + ЗП_{\text{прем}} + ЗП_{\text{дп}}) * K_p,$$

где ЗП_{прем} – фонд премии = 50% от ЗП_{прям};

ЗП_{дп} – фонд доплат = 40% от ЗП_{прям};

K_p – районный коэффициент, по г. Белово = 1,3.

$$ЗП_{\text{осн}} = (192000 + (0,5*192000) + (0,4*192000))*1,3 = 387840 \text{ руб.}$$

Дополнительная зарплата

Оплата отпусков, льгот и т.д. относится к статье «Дополнительная заработная плата». $ЗП_{\text{доп}}$ определяем по формуле:

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} * n,$$

где n – принятый процент дополнительной ЗП = 15%

$$ЗП_{\text{доп}} = 387840 * 0,15 = 58176 \text{ руб.}$$

Общий фонд $ЗП_{\text{общ}}$ равен:

$$ЗП_{\text{общ}} = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}},$$

$$ЗП_{\text{общ}} = 387840 + 58176 = 446016 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

Обязательные отчисления в государственные внебюджетные фонды – Пенсионный Фонд – 20%, Фонд социального страхования – 2,9 %, Фонд обязательного медицинского страхования – 3,1% и Фонд социального страхования от несчастных случаев – 0,4%.

Размер всех этих отчислений равен:

$$\text{Отч} = ЗП_{\text{общ}} * (\text{ПФ} + \text{ФСС} + \text{ФОМС} + \text{ФССНС}) / 100$$

$$\text{Отч} = 446016 * 26,4 / 100 = 117748 \text{ руб.}$$

Затраты на закачку теплоносителя

Основной частью этой статьи является стоимость электроэнергии на привод сетевых насосов, находим по формуле:

$$\mathcal{E}_n = \frac{G\Delta p}{\rho\eta_{ny}} n * 10^{-3} * Ц_э ,$$

где G – расход в сети (подача насоса) = 86,944 кгс;

Δp – перепад давления, развиваемого насосами;

ρ – плотность воды = 975 кг/м³;

n – число часов работы насосов за год;

$Ц_э$ – стоимость электроэнергии, 2,64 руб./кВт*ч

$$\mathcal{E}_n = \frac{86,944 * 50}{975 * 0,6} * 8424 * 10^{-3} * 2,64 = 165 \text{ тыс. руб./год}$$

Годовые амортизационные отчисления I_a (руб./год) зависят от нормы амортизации на реновацию и от вложений капитала определим по формуле:

$$I_a = N_a^{рен} K / 100,$$

где $N_a^{рен}$ – годовая норма амортизации на реновацию, 4,6 %.

$$I_a = 4,6 * 10200000 / 100 = 469200 \text{ руб./год}$$

Ремонты могут выполняться хозяйственным способом и с помощью подрядных организаций.

Стоимость ремонтов, выполняемых хозспособом $I_{рем}^{хоз.сп}$ (руб./год) рассчитаем по формуле:

$$I_{рем}^{хоз.сп} = \alpha_{хоз.сп} \cdot N^{рем} K / 100,$$

где $N^{\text{рем}}$ – норматив отчислений на ремонт, в процентах от капиталовложений в участок сети = 8,9%.

$\alpha_{\text{хоз.сп}}$ – доля ремонтов, выполняемых хозспособом = 0,22%

$$I_{\text{рем}}^{\text{хоз.сп}} = 0,22 \cdot 8,9 \cdot 10200000 / 100 = 199716 \text{ руб./год}$$

Стоимость ремонтов, выполняемых подрядным способом $I_{\text{рем}}^{\text{подр}}$ (руб./год) рассчитаем по формуле:

$$I_{\text{рем}}^{\text{подр}} = 1,3 \alpha_{\text{подр}} \cdot N^{\text{рем}} K / 100,$$

где 1,3 – коэффициент, учитывающий накладные расходы при подрядном способе выполнения ремонтов;

$\alpha_{\text{подр}}$ – доля ремонтов, выполняемых подрядным способом, $\alpha_{\text{подр}} = 1 - \alpha_{\text{хоз.сп}}$.

$$I_{\text{рем}}^{\text{подр}} = 1,3 \cdot 0,78 \cdot 8,9 \cdot 10200000 / 100 = 920509 \text{ руб./год}$$

Годовые отчисления на ремонт и техническое обслуживание $I_{\text{рем}}$ (руб./год) определим по формуле:

$$I_{\text{рем}} = I_{\text{рем}}^{\text{хоз.сп}} + I_{\text{рем}}^{\text{подр}},$$

$$I_{\text{рем}} = 199716 + 920509 = 1120225 \text{ руб./год.}$$

Эксплуатационные затраты на амортизацию, ремонт, техническое обслуживание при транспортировке теплоносителя $I_{\text{экс}}$ (руб./год) определим по формуле:

$$I_{\text{экс}} = I_a + I_{\text{рем}} + 3П_{\text{осн}} + 3П_{\text{доп}} + \text{Отч} + \text{Эл} ,$$

$$I_{\text{экс}} = 469200 + 1120225 + 387840 + 58176 + 117748 + 165000 = 2318189$$

руб./год.

10.3 Оценка эффективности системы теплоснабжения

Покупка тепловой энергии у ООО «Теплоэнергетик» 193490,9 Гкал/год по цене 1558,47 руб/Гкал. (тариф на тепловую энергию на 2015 г.)

$$193490,9 * 1558,47 = 301549763 \text{ руб.}$$

Продажа тепловой энергии потребителям 1934490,9 Гкал/год по цене

$$1558,47 * 1,17 = 1823,4 \text{ руб/Гкал.}$$

$$1934490,9 * 1823,4 = 352811307 \text{ руб/год}$$

Прибыль полученная от реализации проекта

$$352811307 - 301549763 = 51261544 \text{ руб/год.}$$

- затраты на строительство сетей

$$K = 10200000 \text{ руб.}$$

- прибыль полученная от транспорта тепловой энергии

$$B = 51261544 \text{ руб/год}$$

Срок окупаемости $T_{\text{ок}}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ок}} = K / (B - I_{\text{экс}}),$$

где K – абсолютные капиталовложения.

$$T_{\text{ок}} = 10200000 / (51261544 - 2318189) = 0,2 \text{ года}$$

В энергетике нормативный срок окупаемости $T_{\text{окн}} = 4,5$ года,

$T_{окн} > T_{ок}$, значит капитальные вложения с экономической точки зрения целесообразны.

Рентабельность транспортировки тепловой энергии рассчитаем по формуле:

$$P = (B - I_{экс}) * 100 / K$$

$$P = (51261544 - 2318189) * 100 / 10200000 = 479,8 \%$$

Таким образом, предлагаемый проект системы теплоснабжения является эффективным. Об этом свидетельствуют следующие показатели:

- годовая прибыль составляет 48943355 руб.
- рентабельность равна 479,8 %
- срок окупаемости равен 0,2 года.

Заключение

Целью данной дипломной работы был перевод системы теплоснабжения 32го квартала на централизованное снабжение тепловой энергией от крупной котельной города имеющей необходимый резерв, в связи с демонтажом устаревших котлов выработавших свой ресурс и переводом котельной в режим ЦТП.

В дипломной работе были произведены расчеты тепловой и массовой нагрузки на здания микрорайона по отоплению, вентиляции и ГВС. Произведен расчет и подбор пластинчатых теплообменников на отопление и ГВС, а также кожухотрубных теплообменников исходной (сырой) воды. Так как системы отопления и ГВС не подвергались изменению я сравнил установленные насосы с расчетными параметрами. Все насосы подошли под расчетные параметры.

Подключение ЦТП было произведено от котельной №10. Для этого произвели поверочный расчет тепловой сети от котельной до ЦТП и сравнили расчетные скорости теплоносителя с подбором скоростей по таблицам. Также сравнили расчетные, табличные и фактические диаметры трубопровода. Все данные по расчетам совпадают с фактическими в пределах нормы.

Как было указано в разделе №2 в зимний период котельная работала с максимальной нагрузкой 50-60 Гкал. При подключении ЦТП 32го квартала нагрузка увеличилась на 15,67 Гкал то есть при работе котла КВТК 100-150 способного вырабатывать 100 Гкал запас мощности составляет 25%. Расход воды с прежних 1145 тонн увеличился на 313 тонн для нужд ЦТП и составил 1458 тонн при возможном расходе насосов 1600 тонн.

В результате проведенных исследований и расчетов перевода котельной в режим ЦТП была выявлена экономическая выгода и окупаемость проекта в течении 3х месяцев, а также улучшение экологической обстановки в городе.

Conclusion

This thesis there was a transfer of system of heat supply of the 32nd quarter on centralized supply with heat energy from the large boiler room of the city aiming at a necessary allowance in connection with dismantle of the obsolete coppers which have developed the resource and transfer of a boiler room to the TsTP mode.

In the thesis calculations of thermal and mass load of buildings of the residential district for heating, ventilation and GVS have been made. Calculation and matching of lamellar heat exchangers on heating and GVS, and also the kozhukhotrubnykh of heat exchangers of initial (crude) water is made. As systems of heating and GVS were not exposed to change I have compared the established pumps to calculated parameters. All pumps have approached under calculated parameters.

Connection of TsTP has been made from a boiler room No. 10. Have for this purpose made testing calculation of a thermal network from a boiler room to TsTP and have compared rated speeds of the heat carrier to speed selection according to tables. Also have compared settlement, tabular and actual diameters of the pipeline. All data on calculations match with actual within regulation.

As it has been specified in the section No. 2 during the winter period the boiler room worked with a maximum load of 50-60 Gcal. In case of connection of TsTP of the 32nd quarter loading has increased by 15,67 Gcal that is during the work of a copper of KBTK 100-150 capable to develop 100 Gcal an inventory of capacity constitutes 25%. The water consumption from former 1145 tons has increased by 313 tons for needs of TsTP and has constituted 1458 tons in case of a possible expense of pumps of 1600 tons.

As a result of the conducted researches and calculations of the transfer of a boiler room to the TsTP mode the economic benefit and payback of the project during 3kh months, and also improvement of an ecological situation in the city has been revealed.

Список использованной литературы.

1. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Отопление и теплоснабжение. Киев 1976 г.
2. Ляликов Б.А. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий, Ч.2. Томск 2008 г.
3. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. Москва 2001 г.
4. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов.
5. Юренев В.Н., Лебедев П.Д. Теплотехнический справочник. Москва 1976 г. т.2.
6. СНиП 2.04.14-88(1998) Тепловая изоляция оборудования трубопроводов.
7. Николаев А.А. Проектирование тепловых сетей. Москва 1965 г.
8. www.teploprofi.com
9. СНиП-35-76 Котельные установки с изменением 2, ГБ 12-529-03
10. СанПиН 2.2.2/2/4/1340-03
11. Черенков В.В. Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник. 1988 г.
12. СНИП 2.04.05 – 91*(2000г.) «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
13. СНиП 2.09.02 – 85*. (1999г.) «Производственные здания».
14. Витальев В.П., Николаев В.Б., Сельдин Н.Н. Эксплуатация тепловых пунктов и систем теплоснабжения.
15. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003
16. www.topocoding.com

17. «ПУЭ- Правила устройства электроустановок» Издание 6.
Главэнергонадзор. Москва 1998 г.
18. ГОСТ 9867-61 «Освещение, термины и определения».
- 19.РД.34.03.201-97 (2000) «Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и сетей».
20. «Противопожарные нормы строительного проектирования».
- 21.СНиП 2.09.02-85.(1999г.) «Производственные здания».

Приложение А «Тепловые нагрузки по зданиям»

№ п/ п	Наименование объектов	Объе м здани й	q_o	q_v	Максимальная нагрузка Гкал/ч			
					$Q_{общ}$	Q_o	Q_v	$Q_{ГВС}$
1	Ж. д. ул. Ленина 36б	6759	0,42	0	0,232	0,155	0,0	0,077
2	Ж. д. ул. Ленина 36в	6475	0,42	0	0,221	0,144	0,0	0,077
3	Ж. д. ул. Ленина 36г	5098	0,45	0	0,189	0,122	0,0	0,067
4	Ж. д. ул. Ленина 36д	1220	0,59	0	0,054	0,038	0,0	0,016
5	Ж. д. ул. Ленина 38	2537	0,52	0	0,103	0,07	0,0	0,033
6	Ж. д. ул. Ленина 40	1754	0,55	0	0,067	0,051	0,0	0,016
7	Ж. д. ул. Ленина 41	15594	0,37	0	0,478	0,306	0,0	0,172
8	Ж. д. ул. Ленина 44	2644	0,50	0	0,103	0,07	0,0	0,033
9	Ж. д. ул. Ленина 47	1768	0,53	0	0,066	0,05	0,0	0,016
10	Ж. д. ул. Ленина 49	13456	0,37	0	0,436	0,264	0,0	0,172
11	Ж. д. ул. Ленина 53	1735	0,55	0	0,067	0,051	0,0	0,016
12	Ж. д. ул. Ленина 61	13389	0,37	0	0,435	0,263	0,0	0,172
13	Общеж. ул. Ленина 59	3451	0,48	0	0,116	0,088	0,0	0,028
14	Ж. д. ул. Ленина 67а	24670	0,37	0	0,960	0,485	0,0	0,475
15	Ж. д. пер. Советский 1	1890	0,53	0	0,069	0,053	0,0	0,016
16	Ж. д. пер. Советский 1а	2728	0,50	0	0,105	0,072	0,0	0,033
17	Ж. д. пер. Советский 3	1759	0,55	0	0,067	0,051	0,0	0,016
18	Ж. д. ул. Каховская 37	2837	0,5	0	0,108	0,075	0,0	0,033
19	Ж. д. ул. Каховская 37а	2837	0,5	0	0,108	0,075	0,0	0,033
20	Ж. д. ул. Каховская 38а	2580	0,52	0	0,104	0,071	0,0	0,033
21	Ж. д. ул. Каховская 39	2606	0,52	0	0,105	0,072	0,0	0,033
22	Ж. д. ул. Советская 63	19248	0,37	0	0,637	0,378	0,0	0,259
23	Ж. д. ул. Советская 71	15561	0,37	0	0,565	0,306	0,0	0,259

24	Ж. д. ул. Юбилейная 5	13935	0,37	0	0,446	0,274	0,0	0,172
25	Ж. д. ул. Юбилейная 7	13065	0,37	0	0,429	0,257	0,0	0,172
26	Ж. д. ул. Юбилейная 9	28816	0,36	0	0,827	0,551	0,0	0,276
27	Ж.д.ул.Желез-ная.35а	556	0,65	0	0,022	0,020	0,0	0,002
28	Ж.д.ул.Желез-ная.39	975	0,65	0	0,036	0,034	0,0	0,002
29	Ж.д.ул.Желез-ная.39а	396	0,74	0	0,023	0,016	0,0	0,007
30	Ж. д. ул. Желез-ная 40	19476	0,37	0	0,728	0,383	0,0	0,345
31	Ж. д. ул. Желез-ная 41	957	0,65	0	0,04	0,033	0,0	0,007
32	Ж. д.ул.Желез-ная 43а	299	0,78	0	0,014	0,012	0,0	0,002
33	Ж. д.ул.Желез-ная 45а	268	0,78	0	0,013	0,011	0,0	0,002
34	Ж. д.ул.Желез-ная 46а	241	0,82	0	0,012	0,010	0,0	0,002
35	Ж. д.ул.Желез-ная 49б	1978	0,53	0	0,072	0,056	0,0	0,016
36	Ж. д. ул. Желез-ная 54	20184	0,37	0	0,656	0,397	0,0	0,259
37	Ж. д. ул. Желез-ная 56	15226	0,37	0	0,471	0,299	0,0	0,172
38	Ж. д.ул.Московская 30	1603	0,55	0	0,049	0,047	0,0	0,002
39	Общеж. ул. Ленина 42	8325	0,4	0	0,306	0,177	0,0	0,129
40	Ж. д. ул. Советская 65	15201	0,37	0	0,428	0,299	0,0	0,129
41	Ж. д. ул. Советская 67	13412	0,37	0	0,393	0,264	0,0	0,129
42	Ж. д. ул. Советская 69	8526	0,40	0	0,277	0,181	0,0	0,096
43	Ж. д. пер. Почтовый 2	3263	0,48	0	0,116	0,083	0,0	0,033
44	Ж. д. пер. Почтовый 4	3200	0,48	0	0,115	0,082	0,0	0,033
45	Ж. д. пер. Почтовый 6	2561	0,52	0	0,104	0,071	0,0	0,033
46	Ж. д. пер. Почтовый 8	3883	0,47	0	0,130	0,097	0,0	0,033
47	Ж. д. ул. Желез-ная 35	414	0,74	0	0,018	0,016	0,0	0,002
48	Ж. д. ул. Желез-ная 43	1027	0,62	0	0,050	0,034	0,0	0,016
49	Ж. д. ул. Желез-ная 45	1022	0,62	0	0,050	0,034	0,0	0,016
50	Ж. д. ул. Желез-ная 46	1091	0,62	0	0,052	0,036	0,0	0,016
51	Ж. д. ул. Желез-ная 48	1088	0,62	0	0,052	0,036	0,0	0,016
52	Ж. д.ул. Желез-ная 48а	224	0,78	0	0,011	0,009	0,0	0,002

53	Ж. д. ул. Желез-ная 47	1043	0,62	0	0,050	0,034	0,0	0,016
54	Библиотека(Ленина5)	1571	0,55	0,4	0,070	0,046	0,023	0,001
55	Школа №10	16246	0,33	0,3	0,325	0,285	0,184	0,040
56	Д/сад № 32	4803	0,38	0,5	0,194	0,097	0,090	0,007
57	Кем.таможня РОСТЭК	1937	0,53	0,4	0,071	0,055	0,029	0,016
58	Гаражи таможни	354	0,74	0	0,019	0,014	0	0,005
59	Гаражи СЭС	1010	0,65	0	0,040	0,035	0	0,005
60	Под.отдел(Юбил.3)	19290	0,37	0,8	0,969	0,379	0,583	0,007
61	Гараж под.отдела	746	0,67	0	0,039	0,027	0	0,012
62	Профилак-рий(Ках.37)	10112	0,38	1,1	0,631	0,204	0,42	0,007
63	Вагонное депо(зд.обх)	256	0,78	0	0,013	0,011	0	0,002
64	Телеграф(Ленина 45)	2309	0,52	0,4	0,073	0,064	0,034	0,009
65	Дист.сигн.св(Лен.45а)	3567	0,48	0,4	0,153	0,091	0,053	0,009
66	И.П.Юманов(Ж/д.40)	6955	0,42	0,1	0,167	0,155	0,026	0,012
67	Моравия гидросервис	476	0,53	0	0,015	0,013	0	0,002
68	ООО,,Комфорт Сити,,	1359	0,59	0	0,045	0,043	0	0,002
69	Гараж ОАО,,ЖТК,,	890	0,66	0	0,033	0,031	0	0,002
70	ИП Мищенко Ю.А.	292	0,78	0	0,014	0,012	0	0,002
71	ИП Горин(Почт.8а)	557	0,69	0	0,022	0,020	0	0,002
72	ИП Егорова О.В.	246	0,78	0	0,014	0,010	0	0,004
73	ИП Звягин В.Н.	773	0,67	0	0,032	0,028	0	0,004
74	ИП Латыпов(Ж.дор53)	2291	0,52	1,2	0,182	0,063	0,1	0,019
75	МУП,,УЖФ,,(архив)	5824	0,43	0,3	0,218	0,133	0,066	0,019
76	МУП,,УЖФ,,(свар.цех)	490	0,71	0	0,114	0,018	0	0,096
77	ООО,,Алекс-трейд,,	2054	0,53	0,4	0,077	0,058	0,03	0,019
78	ИП Райк А.С.	2700	0,50	0	0,091	0,072	0,04	0,019
79	МУП,,УЖФ,,(сторожк)	22	0,92	0	0,003	0,001	0	0,002

80	Анисимов Ю.В.(гараж)	1040	0,70	0	0,047	0,039	0	0,008
81	Анисимов Ю.В.(гараж)	112	0,70	0	0,008	0,004	0	0,004
82	ИП Жуласов(ТЦ)1 оч.	1004	0,65	0	0,043	0,035	0	0,008
83	ИП Жуласов(ТЦ)2 оч.	915	0,65	0	0,040	0,032	0	0,008
84	ИП Русских(Юбил.9)	366	0,74	0	0,018	0,014	0	0,004
85	Котельная кв.№32	4830	0,10	0,5	0,167	0,026	0,091	0,050
	ИТОГО:				15,67	9,275	1,769	4,624

Приложение Б „Годовые тепловые нагрузки по зданиям,,

№ п/ п	Наименование объектов	Колл- во жител ей	Годовая нагрузка Гкал/г			
			$Q_{\text{общ}}$	Q_o	Q_v	$Q_{\text{ГВС}}$
1	Ж. д. ул. Ленина 36б	108	2033,68	1359,2	0,0	674,52
2	Ж. д. ул. Ленина 36в	108	1939,51	1265,0	0,0	674,5
3	Ж. д. ул. Ленина 36г	96	1654,03	1067,1	0,0	586,9
4	Ж. д. ул. Ленина 36д	24	474,98	334,8	0,0	140,2
5	Ж. д. ул. Ленина 38	48	902,73	613,7	0,0	289,1
6	Ж. д. ул. Ленина 40	24	588,90	448,7	0,0	140,2
7	Ж. д. ул. Ленина 41	240	4190,57	2683,8	0,0	1506,7
8	Ж. д. ул. Ленина 44	48	904,2	614,9	0,0	289,1
9	Ж. д. ул. Ленина 47	24	576,03	435,9	0,0	140,2
10	Ж. д. ул. Ленина 49	240	3822,6	2315,9	0,0	1506,7
11	Ж. д. ул. Ленина 53	24	584,08	443,9	0,0	140,2
12	Ж. д. ул. Ленина 61	240	3811,07	2304,4	0,0	1506,7
13	Общеж. ул. Ленина 59	78	1015,8	770,5	0,0	245,3
14	Ж. д. ул. Ленина 67а	660	8406,9	4245,9	0,0	4161,0
15	Ж. д. пер. Советский 1	24	606,11	465,9	0,0	140,2
16	Ж. д. пер. Советский 1а	48	923,55	634,5	0,0	289,1
17	Ж. д. пер. Советский 3	24	590,18	450,0	0,0	140,2
18	Ж. д. ул. Каховская 37	48	948,9	659,8	0,0	289,1
19	Ж. д. ул. Каховская 37а	48	948,9	659,8	0,0	289,1
20	Ж. д. ул. Каховская 38а	48	913,13	624,1	0,0	289,1
21	Ж. д. ул. Каховская 39	48	919,42	630,3	0,0	289,1
22	Ж. д. ул. Советская 63	360	5581,57	3312,7	0,0	2268,8
23	Ж. д. ул. Советская 71	360	4947,01	2678,2	0,0	2268,8

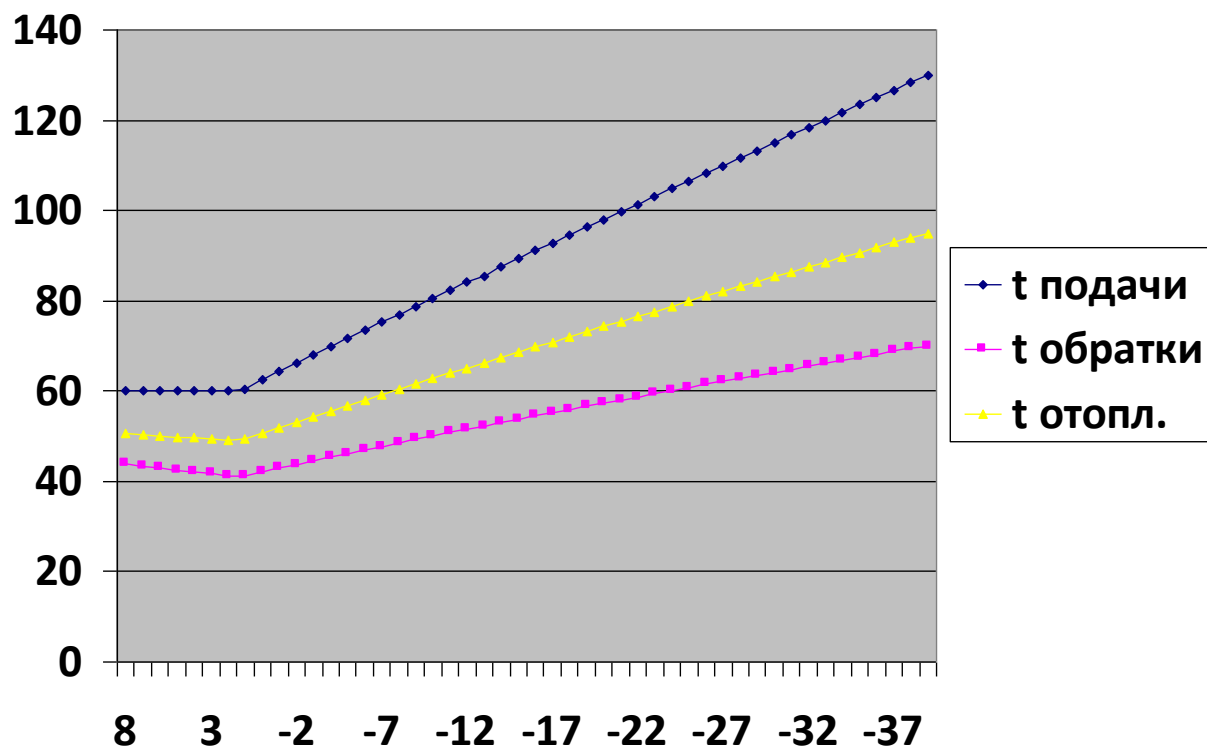
24	Ж. д. ул. Юбилейная 5	240	3905,04	2398,3	0,0	1506,7
25	Ж. д. ул. Юбилейная 7	240	3755,31	2248,6	0,0	1506,7
26	Ж. д. ул. Юбилейная 9	384	7243,18	4825,4	0,0	2417,8
27	Ж.д.ул.Желез-ная.35а	6	195,97	136,3	0,0	17,5
28	Ж.д.ул.Желез-ная.39	6	312,31	294,8	0,0	17,5
29	Ж.д.ул.Желез-ная.39а	12	197,63	136,3	0,0	61,3
30	Ж. д. ул. Желез-ная 40	480	6374,17	3352,0	0,0	3022,2
31	Ж. д. ул. Желез-ная 41	12	350,67	289,4	0,0	61,3
32	Ж. д.ул.Желез-ная 43а	6	126,0	108,5	0,0	17,5
33	Ж. д.ул.Желез-ная 45а	6	114,76	97,2	0,0	17,5
34	Ж. д.ул.Желез-ная 46а	6	109,44	91,9	0,0	17,5
35	Ж. д.ул.Желез-ная 49б	24	627,8	487,6	0,0	140,2
36	Ж. д. ул. Желез-ная 54	360	5742,66	3473,8	0,0	2268,8
37	Ж. д. ул. Желез-ная 56	240	4127,23	2620,5	0,0	1506,7
38	Ж. д.ул.Московская 30	10	427,62	410,1	0,0	17,5
39	Общеж. ул. Ленина 42	240	2679,01	1549,0	0,0	1130,0
40	Ж. д. ул. Советская 65	180	3746,25	2616,2	0,0	1130,0
41	Ж. д. ул. Советская 67	180	3438,35	2308,3	0,0	1130,0
42	Ж. д. ул. Советская 69	144	2427,33	1586,4	0,0	841,0
43	Ж. д. пер. Почтовый 2	48	1017,63	728,5	0,0	289,1
44	Ж. д. пер. Почтовый 4	48	1003,56	714,5	0,0	289,1
45	Ж. д. пер. Почтовый 6	48	908,54	619,5	0,0	289,1
46	Ж. д. пер. Почтовый 8	48	1137,99	848,9	0,0	289,1
47	Ж. д. ул. Желез-ная 35	6	160,03	142,5	0,0	17,5
48	Ж. д. ул. Желез-ная 43	24	436,34	296,2	0,0	140,2
49	Ж. д. ул. Желез-ная 45	24	434,9	294,7	0,0	140,2
50	Ж. д. ул. Желез-ная 46	24	454,8	314,6	0,0	140,2
51	Ж. д. ул. Желез-ная 48	24	453,94	313,8	0,0	140,2
52	Ж. д.ул. Желез-ная 48а	6	98,79	81,3	0,0	17,5

53	Ж. д. ул. Желез-ная 47	24	440,96	300,8	0,0	140,2
54	Библиотека(Ленина5)	10	612,36	402,1	201,5	8,8
55	Школа №10	750	2809,15	2493,8	1611,8	315,4
56	Д/сад № 32	150	1698,69	849,0	788,4	61,3
57	Кем.таможня РОСТЭК	30	617,93	477,8	254,0	140,2
58	Гаражи таможни	10	165,65	121,9	0	43,8
59	Гаражи СЭС	10	349,21	305,4	0	43,8
60	Под.отдел(Юбил.3)	150	8488,36	3320,0	5107,1	61,3
61	Гараж под.отдела	20	337,61	232,5	0	105,1
62	Профилак-рий(Ках.37)	120	5527,91	1787,4	3679,2	61,3
63	Вагонное депо(зд.обх)	5	110,4	92,9	0	17,5
64	Телеграф(Ленина 45)	20	637,34	558,5	297,8	78,8
65	Дист.сигн.св(Лен.45а)	30	1339,54	796,4	464,3	78,8
66	И.П.Юманов(Ж/д.40)	25	1463,89	1358,8	227,8	105,1
67	Моравия гидросервис	10	134,87	117,3	0	17,5
68	ООО,,Комфорт Сити,,	10	390,49	373,0	0	17,5
69	Гараж ОАО,,ЖТК,,	10	290,91	273,4	0	17,5
70	ИП Мищенко Ю.А.	5	123,46	105,9	0	17,5
71	ИП Горин(Почт.8а)	5	196,29	178,8	0	17,5
72	ИП Егорова О.В.	20	124,29	89,3	0	35,0
73	ИП Звягин В.Н.	5	275,95	240,9	0	35,0
74	ИП Латыпов(Ж.дор53)	20	1596,59	554,1	876,0	166,4
75	МУП,,УЖФ,,(архив)	20	1909,5	1164,9	578,2	166,4
76	МУП,,УЖФ,,(свар.цех)	10	1002,79	161,8	0	841,0
77	ООО,,Алекс-трейд,,	10	672,82	506,4	262,8	166,4
78	ИП Райк А.С.	10	794,4	628,0	350,4	166,4
79	МУП,,УЖФ,,(сторожк)	5	26,93	9,4	0	17,5

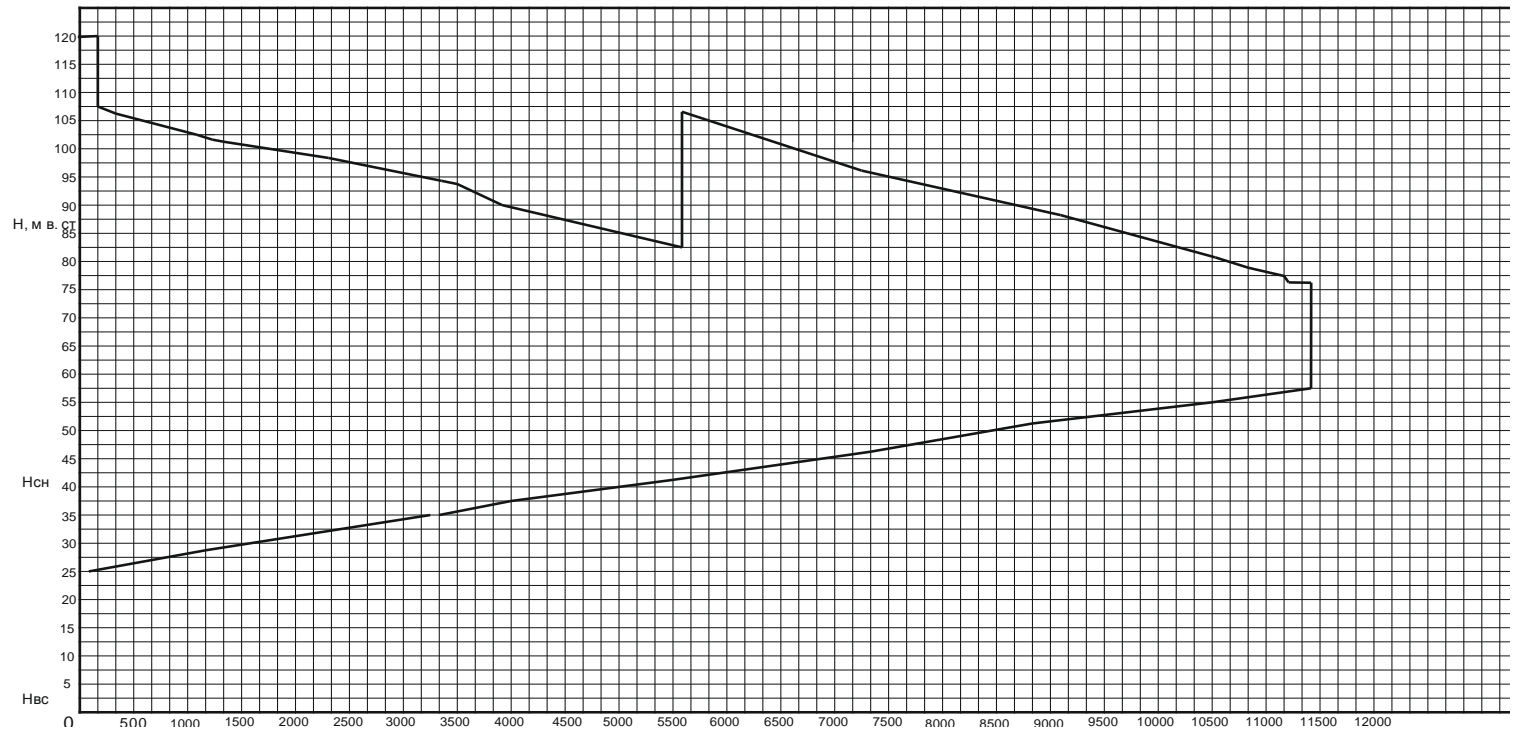
80	Анисимов Ю.В.(гараж)	10	408,91	338,8	0	70,1
81	Анисимов Ю.В.(гараж)	10	71,51	36,5	0	35,0
82	ИП Жуласов(ТЦ)1 оч.	15	373,88	303,8	0	70,1
83	ИП Жуласов(ТЦ)2 оч.	10	346,79	276,7	0	70,1
84	ИП Русских(Юбил.9)	10	161,02	126,0	0	35,0
85	Котельная кв.№32	40	1459,83	224,7	797,2	438,0
	ИТОГО:		193490,9	81249,0	15496,4	96745,4

Приложение В. График №1

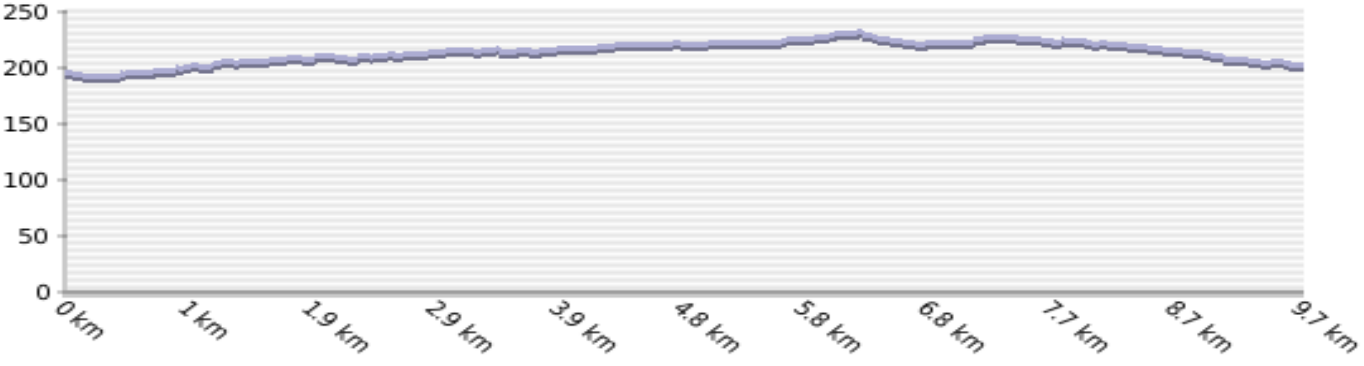
График зависимости температур воды.



Приложение Г. Пьезометрический график тепловой сети



Altitude profile [m] - created by www.topocoding.com



Приложение Д. «Массовые нагрузки на объекты»

№	Наименование объектов	$G_{\text{отоплен}}$	$G_{\text{вентил}}$	$G_{\text{ГВС}}$	$G_{\text{общ}}$
		т/ч	т/ч	т/ч	т/ч
1	Ул.Ленина 36 б	6,23	0	0,459	6,68
2	Ул.Ленина 36 в	5,75	0	0,459	6,12
3	Ул.Ленина 36 г	4,87	0	0,4	5,27
4	Ул.Ленина 36 д	1,51	0	0,095	1,61
5	Ул.Ленина 38	2,79	0	0,197	2,98
6	Ул.Ленина 40	2,04	0	0,095	2,1
7	Ул.Ленина 41	12,23	0	1,02	13,25
8	Ул.Ленина 44	2,79	0	0,197	2,98
9	Ул.Ленина 47	1,99	0	0,095	2,1
10	Ул.Ленина 49	10,55	0	1,02	11,57
11	Ул.Ленина 53	2,04	0	0,095	1,84
12	Ул.Ленина 61	10,51	0	1,02	10,06
13	Общежитие(Ленина 59)	3,51	0	0,167	3,19
14	Ул.Ленина 67а	19,36	0	2,83	19,49
15	Пер. Советский 1	2,19	0	0,095	1,92
16	Пер. Советский 1а	2,88	0	0,197	2,69
17	Пер. Советский 3	2,04	0	0,095	1,86
18	Ул. Каховская 37	3,00	0	0,197	2,79
19	Ул. Каховская 37а	3,00	0	0,197	2,79
20	Ул. Каховская 38а	2,84	0	0,197	2,65
21	Ул. Каховская 39	2,88	0	0,197	2,67
22	Ул. Советская 63	15,1	0	1,546	14,54
23	Ул. Советская 71	12,1	0	1,546	12,05
24	Ул. Юбилейная 5	10,95	0	1,02	10,43
25	Ул. Юбилейная 7	10,27	0	1,02	9,84
26	Ул. Юбилейная 9	22,2	0	1,647	20,58

27	Ул. Железнодорожная 35а	0,80	0	0,001	0,70
28	Ул. Железнодорожная 39	1,36	0	0,001	1,16
29	Ул. Железнодорожная 39а	0,64	0	0,041	0,58
30	Ул. Железнодорожная 40	15,30	0	2,050	15,2
31	Ул. Железнодорожная 41	1,32	0	0,041	1,18
32	Ул. Железнодорожная 43а	0,48	0	0,001	0,43
33	Ул. Железнодорожная 45а	0,44	0	0,001	0,38
34	Ул. Железнодорожная 46а	0,4	0	0,001	0,36
35	Ул. Железнодорожная 49б	2,24	0	0,095	2,01
36	Ул. Железнодорожная 54	15,87	0	1,546	15,17
37	Ул. Железнодорожная 56	11,95	0	1,020	11,30
38	Ул.Московская 30	1,88	0	0,011	1,62
39	Общежит. по ул. Ленина 42	7,07	0	0,770	6,85
40	Ул. Советская 65	11,95	0	0,770	11,03
41	Ул. Советская 67	10,55	0	0,770	9,83
42	Ул. Советская 69	7,23	0	0,573	6,8
43	Пер. Почтовый 2	3,32	0	0,197	3,06
44	Пер. Почтовый 4	3,28	0	0,197	3,00
45	Пер. Почтовый 6	2,84	0	0,197	2,63
46	Пер. Почтовый 8	3,88	0	0,197	3,53
47	Ул. Железнодорожная 35	0,64	0	0,001	0,56
48	Ул. Железнодорожная 43	1,36	0	0,095	1,26
49	Ул. Железнодорожная 45	1,36	0	0,095	1,25
50	Ул. Железнодорожная 46	1,44	0	0,095	1,33
51	Ул. Железнодорожная 48	1,44	0	0,095	1,33
52	Ул. Железнодорожная 48а	0,36	0	0,01	0,32
53	Ул. Железнодорожная 47	1,36	0	0,095	1,28
54	Библиотека(Ленина 57)	1,84	0	0,006	1,58
55	Школа №10	11,4	7,35	0,215	10,00

56	Дет.сад №32	3,88	1,00	0,042	3,37
57	Кем.таможня РОСТЭК	2,2	1,2	0,095	1,97
58	Гаражи таможни	0,56	0	0,029	0,51
59	Гаражи СЭС	1,4	0	0,029	1,23
60	Под. Отдел(Юбилейная 3)	15,15	23,32	0,041	13,07
61	Гараж под. отдела	1,08	0	0,071	0,98
62	Профилакторий(Каховская 37)	8,15	16,78	0,41	7,05
63	Вагонное депо(зд. обходчика)	0,44	0	0,001	0,37
64	Телеграф(Ленина 45)	2,56	1,19	0,053	2,24
65	Дист. сигнал. св.(Ленина 45а)	3,64	2,00	0,053	3,18
66	ИП Юманов В.Н.(Ж.дор 40)	6,2	1,2	0,071	5,4
67	Моравия гидросерв(Московс.9)	0,52	0	0,001	0,46
68	ООО,,Комфорт Сити,, Моск.9а	1,72	0	0,001	1,46
69	Гараж ОАО,,ЖТК,,(ул.Московская)	1,24	0	0,01	1,07
70	ИП Мищенко Ю.А.(Почтовый 8а)	0,48	0	0,001	0,42
71	ИП Горин(Почтовый 8а)	0,80	0	0,001	0,7
72	ИП Егорова О.В.(Ленина 41а)	0,4	0	0,023	0,37
73	ИП Звягин В.Н.(Юбилейная 11а)	1,12	0	0,23	0,97
74	ИП Латыпов(Озд.центр)Железнодорож.	2,52	4,0	0,113	2,29
75	МУП,,УЖФ,,Архив,контора)	5,31	2,8	0,113	4,68
76	МУП,,УЖФ,,СВ. ЦЕХ	0,72	0	0,573	1,21
77	ООО,,Алекс-трейд,,	2,32	1,2	0,113	2,1
78	ИП Райк А.С.	2,88	1,6	0,113	2,58
79	МУП,,УЖФ,,Сторожка	0,04	0	0,01	0,04
80	Анисимов Ю.В.(гараж)	1,56	0	0,047	1,38
81	Анисимов Ю.В.(гараж)	0,16	0	0,023	0,17
82	ИП Жуласов(ТЦ)1 очередь	1,4	0	0,047	1,24
83	ИП Жуласов(ТЦ)2 очередь	1,28	0	0,047	1,13
84	ИП Русских	0,56	0	0,023	0,52

85	Котельная 32 квартала	1,04	3,64	0,293	1,18
		370,95	68,08	49,97	489,45

Приложение Е. Таблица гидравлического расчета тепловой сети от котельной №10 до ЦТП 32го квартала

№	Расход воды	Длина участка м.			Диаметр	Скорость	Потеря удельная	Потери на участке	Примечание
		По плану	Эквивалент	Приведенная					
т/ч	м	м	м	м	м/с	Па/м	Па	м в. ст.	
1	312,71	170	3,45	173,45	0,25	1,85	2,45	425,1	0,0433
2	361,41	20	0,9	20,9	0,3	1,48	76,72	1603,53	0,1636
3	376,8	70	1,47	71,47	0,3	1,54	85,35	6100,55	0,6221
4	408,4	234	1,38	235,38	0,3	1,67	102,38	24098,51	2,458
5	455,9	300	3,12	303,12	0,4	1,05	28,14	8532,82	0,8701
6	664,5	1461	5,76	1466,76	0,4	1,53	59,80	87721,42	8,945
7	1344,02	1765	9,25	1774,25	0,5	1,98	691,66	122713,85	13,1
8	1352,07	1750	8,32	1758,32	0,5	1,99	680,5	129656,93	14,1
9	1353,35	1700	9,4	1709,4	0,5	1,99	701,3	119880,4	12,3

10	1355,6	320	2,8	322,8	0,5	2,00	703,63	227133, 4	23,16
11	1359,24	205	2,35	207,35	0,5	2,00	707,41	146683, 32	14,96
12	1362,19	1030	7,12	1037,12	0,5	2,01	710,49	736866, 48	75,14
13	1379,98	945	6,27	951,27	0,5	2,03	729,17	693639, 48	70,73
14	1382,33	170	1,85	171,85	0,8	0,79	6,82	1172,91	0,119 6
15	1427,54	100	2,2	102,2	0,8	0,82	7,27	743,9	0,075 86
16	1430,8	815	6,88	821,88	0,8	0,82	7,3	6007,94	0,612 6
17	1471,59	268	4,52	272,52	0,8	0,85	7,73	2107,97	0,215

Приложение Ж. «Заказная спецификация приборов и средств автоматизации»

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации, завод-изготовитель	Тип и марка прибора	Кол-во, шт	Примечание
1	2	3	4	5
1а,2а, 3а	Термопреобразователь сопротивления-50...150 °С, погружаемый, НСХ 100М, класс допуска С. ПГ «Метран», г. Челябинск.	ТСМ 012-000.111В3 L=80 мм	3	Т95°С вода на отопление, Т65°С вода на ГВС, Т20°С сырая вода.
1б,2б, 3б	Нормирующий преобразователь ЗАО «Термоавтоматика», г. Москва	НПТ-2.1Р, 100М 0-200°С	3	
1в,2в, 3в	Измеритель инкубатор ПО «Овен», г. Москва	ТРМ1А-Щ2АТР	3	ЩВО
1г,2г, 3г	Регулятор микропроцессорный ОАО «МВТА», г. Москва	Минитерм-400.00 ТУ4218-091-002255490-2001	3	ЩВО
1д,2д, 3д	Усилитель реверсивный ОАО «МВТА», г. Москва	У-300, 220 В, 50Гц	3	ЩВО
1е,2е, 3е	Механизм исполнительный электрический однооборотный	МЭО-4000/63-0,25К МЭО-1600/25-0,25К	2 1	рег. клапан подпитк

				и сети, сыр ой воды
4а,5а	Датчик избыточного давления 0...16 МПа ООО НТП «ТЭВИ», г.Казань	ДДМ-2500 ДИ 16 МПа 4-20 Ма кл1 IP54 УХПЗ1 ТУ 4212-030- 27831671-00	2	Р0,3 МПа вода из сети, вода от ГВС
4б,5 б	Измеритель регулятор ПО «Овен», г.Москва	ТРМА-Щ2.АТР	2	ЩВО
4в,5 в	Регулятор микропроцессорный ОАО «МВТА», г.Москва	Минитерм-400.00 ТУ4218-091- 002255490-2001	2	ЩВО
4г,5г	Усилитель реверсивный ОАО «МВТА», г.Москва	У-300, 220 В, 50Гц	2	ЩВО
4д,5 д	Механизм исполнительный электрический однооборотный	МЭО-1600/25-0,25К МЭО-630/10-0,25К	1 1	Рег.клап ан подпитк и ГВС, под питки сети
ба	Датчик уровня 0...9 м ООО «Контакт-1», г.Рязань	Е32АИ-9А	1	L 5м ХОВ в баке
бб	Измеритель-сигнализатор уровня ООО «Контакт-1», г.Рязань	ИСУ100И	1	ЩВО
бв	Регулятор микропроцессорный	Минитерм-400.00	1	ЩВО

	ОАО «МВТА», г.Москва	ТУ4218-091-002255490-2001		
6г	Усилитель реверсивный ОАО «МВТА», г.Москва	У-300, 220 В, 50Гц	1	ЩВО
6д	Механизм исполнительный электрический однооборотный	МЭО-1600/25-0,25К	1	Рег.клапан ХВО
7	Манометр электроконтактный ОАО «Манотомь», г. Томск	ДМ2010Сг У2-1МПа-1,5	1	Р-0,75 МПа сырая вода
8	Манометр электроконтактный ОАО «Манотомь», г. Томск	ДМ2010Сг У2-1МПа-1,5	1	Р-0,75 МПа вода на отопление
9	Манометр электроконтактный ОАО «Манотомь», г. Томск	ДМ2010Сг У2-1МПа-1,5	1	Р-0,75 МПа вода на ТО ГВС
10	Манометр электроконтактный ОАО «Манотомь», г. Томск	ДМ2010Сг У2-1МПа-1,5	1	Р20 кПа подпит вода
20-31	Термометр биметаллический 0...150 °С «Техноприбор»,г. Казань	ТБ-2Р,0...150 °С, L=80, М20	32	
32-43	Манометр технический показывающий 0...2,5 МПа «Манотомь»,г. Томск	МП-3У,2,5 МПа ТУ 25-02.180335-84	32	

№	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка	Ед. изм	Кол-во	Масса
	Оборудование				
1	Теплообменник исходной воды водо-водяной, кожухотрубный 2-х секционный Ø114 L=2 м ТУ400-28-429-82Е	7-114x2000-Р	шт.	2	143,2
2	Теплообменник отопления, пластинчатый «РИДАН»	НН №47 Ду100 61,8 м ²	шт.	4	625*4
3	Теплообменник ГВС, пластинчатый «РИДАН»	НН №47 Ду100 33 м ²	шт.	2	593*2
4	Грязевик вертикальный Ру1,6МПа Ду100	ТС-569.00.000-12	шт.	1	62,2
	Арматура				
5	Задвижка чугунная с ручным управлением ø250 Ру 1,6 Мпа	30ч6бр ГОСТ 8437-75	шт.	3	167,8
6	Задвижка чугунная с ручным управлением ø200 Ру 1,6 Мпа	30ч6бр ГОСТ 8437-75	шт.	2	125
7	Задвижка чугунная с ручным управлением ø150 Ру 1,6 Мпа	30ч6бр ГОСТ 8437-75	шт.	6	73,5
8	Задвижка стальная с ручным управлением ø100 Ру 1,6 Мпа	30с50нж ГОСТ 10194-78	шт.	30	52
9	Задвижка стальная с ручным управлением ø80 Ру 1,6 Мпа	30с41нж1 ГОСТ 10194-78	шт.	21	38
10	Задвижка стальная с ручным управлением ø50 Ру 1,6 Мпа	30с50нж ГОСТ 10194-78	шт.	3	25
11	Обратный клапан □80	КА44075	шт.	2	15,7

	Арматура на дренажи и воздушники				
12	Кран муфтовый шаровой Ду 20 Ру 1,0 МПа	11627п	шт.	18	0,29
13	Кран муфтовый шаровой Ду 15 Ру 1,0 МПа	11627п	шт.	10	0,145
	Фильтры				
14	Фильтр механический сетчатый фланцевый Ру1,6МПа Ду300	Тип 821	шт.	1	285
15	Фильтр механический сетчатый фланцевый Ру1,6МПа Ду100	Тип 821	шт.	12	34
16	Фильтр механический сетчатый фланцевый Ру1,6МПа Ду80	Тип 821	шт.	6	19,5
	Фланцы				
17	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-300-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	2	17,78
18	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-250-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	6	14,49
19	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-200-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	4	10,1
20	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-150-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	12	7,81
21	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-100-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	110	4,73
22	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-80-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	66	3,71

23	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-50-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	8	2,58
24	Фланцы стальные приварные на Ру 1,6 Мпа 1-40-16	ГОСТ 12820-80*	шт.	2	1,96
	Прокладки				
25	Прокладка А-300-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	2	0,144
26	Прокладка А-250-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	6	0,12
27	Прокладка А-200-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	4	0,086
28	Прокладка А-150-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	12	0,066
29	Прокладка А-100-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	110	0,047
30	Прокладка А-80-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	66	0,04
31	Прокладка А-50-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	8	0,026
32	Прокладка А-40-1,6 ПОН	ГОСТ 15180-86	шт.	2	0,02
	Болты				
33	Болт с шестигранной головкой М 24, l = 120 мм	ГОСТ 7798-70*	шт.	96	0,5442
34	Болт с шестигранной головкой М 20, l = 80 мм	ГОСТ 7798-70*	шт.	144	0,2681
35	Болт с шестигранной головкой М 16, l = 60 мм	ГОСТ 7798-70*	шт.	1448	0,1294
	Гайки				
36	Гайка шестигранная ø24	ГОСТ 5915-70*	шт.	96	0,11
37	Гайка шестигранная ø20	ГОСТ 5915-70*	шт.	144	0,065
38	Гайка шестигранная ø16	ГОСТ 5915-70*	шт.	1448	0,034
	Шайбы				

39	Шайба \varnothing 24	ГОСТ 11371-78*	шт.	96	0,032
40	Шайба \varnothing 20	ГОСТ 11371-78*	шт.	144	0,0172
41	Шайба \varnothing 16	ГОСТ 11371-78*	шт.	1448	0,0113
	Заглушки				
42	Заглушка плоская приварная \varnothing 325x8	ГОСТ 17379-2001	шт.	2	11
43	Заглушка плоская приварная \varnothing 273x7,0	ГОСТ 17379-2001	шт.	3	4,9
44	Заглушка плоская приварная \varnothing 159x4,5	ГОСТ 17379-2001	шт.	4	1,27
45	Заглушка плоская приварная \varnothing 108x4,0	ГОСТ 17379-2001	шт.	9	0,7
46	Заглушка плоская приварная \varnothing 89x3,5	ГОСТ 17379-2001	шт.	1	0,6
	Переходы				
47	Переход К200x150	сер. 5.903-13 ОСТ 34-42-700-85	шт.	2	4,7
48	Переход К150x100	сер. 5.903-13 ОСТ 34-42-700-85	шт.	3	2,0
49	Переход К100x80	сер. 5.903-13 ОСТ 34-42-700-85	шт.	1	0,9
50	Переход К80x50	сер. 5.903-13 ОСТ 34-42-700-85	шт.	2	0,5
51	Переход К80x40	сер. 5.903-13 ОСТ 34-42-700-85	шт.	2	0,5
	Трубопроводы				

52	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 325$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	39	62,54
53	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 273 \times 7$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	54,5	45,92
54	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 219 \times 6$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	1	31,52
55	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 159 \times 4,5$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	26,5	17,15
56	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 108 \times 4,0$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	62	10,26
57	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 89 \times 3,5$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	9	7,38
58	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 57 \times 3,5$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	8	4
59	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 45 \times 2$	$\frac{ГОСТ\ 10704-91}{СтЗсн - ГОСТ\ 10705-80^*}$	пм	0,2	2,19
60	Труба стальная сварная водогазопроводная оцинкованная Ц-150 \times 4,5	ГОСТ 3262-75*	пм	24	17,81
61	Труба стальная сварная водогазопроводная оцинкованная Ц-100 \times 4,5	ГОСТ 3262-75*	пм	3	12,15
62	Труба стальная сварная водогазопроводная оцинкованная Ц-80 \times 4	ГОСТ 3262-75*	пм	13	8,34
	Отводы				

63	Отвод 90 Ду 300	сер. 5.903-13	шт.	12	50,3
64	Отвод 90 Ду 250	сер. 5.903-13	шт.	13	31,4
65	Отвод 90 Ду 200	сер. 5.903-13	шт.	1	17,0
66	Отвод 90 Ду 150	сер. 5.903-13	шт.	24	6,9
67	Отвод 90 Ду100	сер. 5.903-13	шт.	55	2,8
68	Отвод 90 Ду 80	сер. 5.903-13	шт.	17	1,6
69	Отвод 90 Ду 50	сер. 5.903-13	шт.	5	0,6
	Дренажные трубопроводы				
70	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 159 \times 4,5$	ГОСТ 10704- 91	пм	10	17,15
71	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 108 \times 4$	ГОСТ 10704- 91	пм	5	10,26
72	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 89 \times 3$	ГОСТ 10704- 91	пм	7	6,36
73	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 57 \times 3,5$	ГОСТ 10704- 91	пм	5	4
74	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 25 \times 2$	ГОСТ 10704- 91	пм	4	1,13
75	Труба стальная электросварная прямошовная $\varnothing 18 \times 2$	ГОСТ 10704- 91	пм	3	0,789
76	Отвод 90 Ду 150	сер. 5.903-13	шт.	3	6,9
	Изоляция трубопроводов				
77	Масляно- битумное покрытие в 2 слоя по грунту ГФ- 021 ОСТ 6-10- 426-79	ГОСТ 25129-82	м2	126	
78	Маты минераловатные прошивные $\delta = 80$ мм	ГОСТ 21880- 94	м3	14	

79	Стеклопластик рулонный $\delta=0,5$ мм	ТУ 6-11-145-80	м2	223	
80	Краска масляная для окраски дренажных, подпиточных трубопроводов и водопровода	ГОСТ 8292-85	м2	27	
	Материалы для крепления трубопроводов				
81	Опора скользящая h=150 мм ТС- 624.000-010СБ $\phi 325$	Серия 5.903-13 вып.8-95	шт.	6	10
82	Опора скользящая h=150 мм ТС- 624.000-007СБ $\phi 273$	Серия 5.903-13 вып.8-95	шт.	6	6
83	Опора скользящая h=150 мм ТС- 623.000-10СБ $\phi 133, \phi 159$	Серия 5.903-13 вып.8-95	шт.	4	2,42
84	Опора скользящая h=150 мм ТС- 623.000-07СБ $\phi 89, \phi 108$	Серия 5.903-13 вып.8-95	шт.	5	1,97
85	Опора скользящая h=100 мм ТС- 623.000-03СБ $\phi 57, \phi 76$	Серия 5.903-13 вып.8-95	шт.	3	1,20
86	Опора для крепления труб Ду250, Ду300 к стене Кр1, Кр2 А14Б569.000-03СБ	Серия 5.900-7 вып.4	шт.	9	15,6
87	Опора для крепления труб Ду200 к стене Кр4 А14Б 570.000-05СБ	Серия 5.900-7 вып.4	шт.	1	15,9
88	Опора для крепления труб Ду150 к стене Кр3 А14Б 570.000-03СБ	Серия 5.900-7 вып.4	шт.	3	7,95
89	Опора для крепления труб Ду100 к стене Кр6 А14Б 567.000-07СБ	Серия 5.900-7 вып.4	шт.	6	5,2
90	Опора для крепления труб Ду80 к стене Кр5 А14Б 567.000-05СБ	Серия 5.900-7 вып.4	шт.	2	3,47

	Стойки под трубопроводы				
91	Стойка Ст1	л.ТМ-16	шт.	1	117,3
92	Стойка Ст2	л.ТМ-16	шт.	4	6,45
93	Стойка Ст3	л.ТМ-16	шт.	1	235
94	Стойка Ст4	л.ТМ-16	шт.	1	129,77
95	Стойка Ст5	л.ТМ-16	шт.	1	80,95
	Материалы для крепления оборудования				
96	Опорная конструкция под теплообменники исходной воды двухсторонняя двухсекционная для Дн 114мм, L=1000мм	Серия 3.903-13 А14Б 460.000-08СБ	шт.	1	28,2
97	Рама под теплообменники отопления и ГВС РМ1	л.ТМ-15	шт.	6	70,83
98	Рама под насосы холодной воды РМ2	л.ТМ-15	шт.	1	50,85
99	Опора металлическая под грязевик	л.ТМ-14	шт.	1	24,88
	Термометры				
100	Термометр стеклянный угловой, длина погружения 100 мм				
101	Диапазон измерения -50..+50 °С(установка на трубопроводе В)	ТЖСТУ100	шт.	4	
102	Термометр стеклянный угловой, длина погружения 100 мм				
103	Диапазон измерения 0-100	ТЖСТУ100	шт.	15	

	°С(установка на трубопроводах Т1,1, Т1.2, Т2, Т3, Т4)				
104	Термометр стеклянный, длина погружения 100 мм.				
105	Диапазон измерения 0-100 °С (установка на трубопроводах Т1.1, Т1.2, Т2, Т3, Т4)	ТЖСТ100	шт.	5	
106	Термометр стеклянный угловой, длина погружения 100 мм.				
107	Диапазон измерения 0-150 °С (установка на трубопроводах Т1, Т1.1)	ТЖСТУ100	шт.	12	
108	Термометр стеклянный, длина погружения 100 мм.				
109	Диапазон измерения 0-150 °С (установка на трубопроводах Т1, Т1.1)	ТЖСТ100	шт.	2	
110	Закладная конструкция для отбора температуры на трубопроводах	ЗКЧ-3-87	шт.	38	
111	Оправа защитная металлическая угловая, длина 100 мм	ОТУ	шт.	31	
112	Оправа защитная металлическая прямая, длина 100 мм	ОТП	шт.	7	
	Манометры				
113	Манометр показывающий. Класс точности 1,0.	МП4-У3	шт.	45	
114	Кран трехходовой натяжной	11Б186к	шт.	45	

	муфтовый с контрольным фланцем Ø15 для отборных устройств				
115	Отборное устройство давления	16-225У	шт.	69	
116	Закладная конструкция для отбора давления	ЗКЧ-275.00-90	шт.	69	
117	Расходомер-счетчик электромагнитный	ВЗЛЕТ ЭР Ф 150 мм.	шт.	4	
118	Расходомер-счетчик электромагнитный	ВЗЛЕТ ЭР Ф 80 мм.	шт.	2	
119	Расходомер-счетчик электромагнитный	ВЗЛЕТ ЭР Ф 65 мм	шт.	2	
120	Расходомер-счетчик электромагнитный	ВЗЛЕТ ЭР Ф 40 мм	шт.	1	
121	Клапан запорно-регулируемый	24ч945п Ду 200.	шт.	2	
122	Клапан запорно-регулируемый	24ч945п Ду 80.	шт.	3	
123	Клапан запорно-регулируемый	24ч945п Ду 50.	шт.	1	