

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект реконструкции системы теплоснабжения города Междуреченска

УДК 697.4-047,74(57,17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Ватокин Алексей Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Половников Вячеслав Юрьевич	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М.Э.	К.Т.Н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Универсальные компетенции
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач.
P3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни, непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	Профессиональные компетенции
P7	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности в широком (в том числе междисциплинарном) контексте в комплексной инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач комплексного инженерного анализа с использованием базовых и специальных знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.

P9	Проводить предварительное технико- экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить комплексные научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением базовых и специальных знаний и современных методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	Специальные профессиональные
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планирова-

	нию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки (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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б13	Ватокину Алексею Александровичу

Тема работы:

Проект реконструкции системы теплоснабжения города Междуреченска

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№

Срок сдачи студентом выполненной работы: 10.06.2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Технико-экономические характеристики элементов системы теплоснабжения города Междуреченска: состав теплопотребителей района теплоснабжения, характеристики основного и вспомогательного оборудования источника теплоснабжения, тепловой сети, внутренних системах теплопотребления.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Расчет и анализ действующих и перспективных тепловых и гидравлических режимов работы элементов системы теплоснабжения города Междуреченска. Цель работы – разработать проект реконструкции теплоснабжения города Междуреченска, как результат перевода с открытую на закрытую.	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Перечислить ГЧ	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	Подпись
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н. Г., ст. преп. каф. менеджмента	
Социальная ответственность	Гусельников М.Э., к.т.н., доцент	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	21.03.2016 г.
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Половников Вячеслав Юрьевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-Б13	Ватокин Алексей Александрович		

Реферат

Проект перевода системы теплоснабжения микрорайона «жилмассив железнодорожного вокзала» города Междуреченска с открытой на закрытую содержит расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, расчёт расхода сетевой воды на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, суммарный расчетный расход сетевой воды в двухтрубных тепловых сетях в закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты. Выполнен расчёт двухступенчатых подогревателей ГВС, подбор циркуляционных насосов, определение толщины изоляции водонагревателей МТП и подводящих трубопроводов, объёмно-планировочные решения и компоновка оборудования МТП. Приведён проверочный гидравлический расчет тепловых сетей, наладка присоединенных систем, автоматизация тепловых пунктов, охрана труда при реконструкции и ремонте МТП. Технико-экономическое обоснование.

Оглавление

Введение

1 Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию.

1.1 Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию жилых домов.

1.2 Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию общественных зданий.

2 Расчёт расходов сетевой воды на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, суммарный расчетный расход сетевой воды в двухтрубных тепловых сетях в закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты.

2.1 Расчёт расходов сетевой воды жилых домов.

2.2 Расчёт расходов сетевой воды для общественных зданий.

3 Конструктивный расчёт, и выбор оборудования для МТП зданий.

3.1 Расчёт двухступенчатого подогревателя горячего водоснабжения.

3.2 Расчёт подогревателей ГВС с помощью программы "RPGV" на языке Паскаль.

3.3 Подбор циркуляционных насосов установленных в МТП.

3.4 Определение толщины изоляции водонагревателей МТП и подводящих трубопроводов.

3.5 Объёмно-планировочные решения и компоновка оборудования МТП.

4 Проверочный гидравлический расчет тепловых сетей.

5 Наладка присоединённых систем.

6 Контрольно-измерительные приборы и автоматика.

6.1 Краткое описание тепловой схемы.

6.2 Структурная схема АСР.

6.3 Обзор и выбор существующей аппаратуры измерения и регулирования

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Расчет сметы затрат на разработку проекта

7.2 Смета затрат на приобретение оборудования

7.3 Экономическая эффективность проекта

Список литературы

Введение

Энергетика является ведущей отраслью хозяйства страны. Понятием энергетики охватывается обширный круг установок для транспорта и производства, энергии сжатых газов и других энергоносителей, использования электрической и тепловой энергии.

Основным направлением в развитии энергетики страны является централизация энергосбережения промышленности, сельского хозяйства, городов и населённых пунктов. Это направление позволяет успешно решать важнейшие народнохозяйственные задачи по повышению производительности труда за счёт роста энерговооружённости и укреплению технико-экономического потенциала страны путём рационального использования энергетических ресурсов.

Тема выпускной квалификационной работы выбрана неслучайно, существует потребность в переводе системы теплоснабжения из открытой в закрытую микрорайона «жилмассив железнодорожного вокзала» города Междуреченска.

Закрытые системы вследствие отсутствия непосредственного водоразбора отличаются высоким постоянством качества и количества циркулируемой в них воды. На горячее водоснабжение в открытых системах расходуется деаэрированная, прошедшая химводообработку дорогая сетевая вода, в закрытых системах на горячее водоснабжение расходуется водопроводная вода, а подпитка сетей не превышает 0,5% от объёма сетевой воды, содержащейся в системе.

Открытые системы отличаются высокой нестабильностью гидравлических режимов, закрытые, наоборот, стабильны, потому что независимы от водоразбора на горячее водоснабжение. Кроме того, качество сетевой расходуемой на горячее водоснабжение в открытых системах воды не всегда отве-

чает санитарным нормам. Требования к качеству воды по цветности и запаху нарушаются из-за недостаточной промывки систем отопления после ремонта, из-за неполной деаэрации подпиточной воды. Установка для группового приготовления горячей воды на ЦТП я посчитала невыгодной по целому ряду причин. Непосредственное присоединение стояков местных систем горячего водоснабжения к квартальным трубопроводам от ЦТП создаёт большое число перемычек между подающим и циркуляционным трубопроводами, которое затрудняет равномерное распределение горячей воды по стоякам в здании и между зданиями. Ввиду неравенства гидравлического сопротивления ближних и дальних перемычек расходы воды по мере удаления здания от ЦТП по перемычкам уменьшается иногда значительно. Для восстановления расчётных расходов горячей воды в каждом здании требуется установка МТП и дополнительной регулирующей арматуры. Это, в свою очередь, усложняет наладку системы и её обслуживание.

Установка для группового приготовления горячей воды на ЦТП и присоединения к ней микрорайона «жилмассив железнодорожного вокзала» приведёт к существенному снижению температуры горячей воды у наиболее удалённых потребителей. Низкая температура воды способствует росту её потребления за счёт слива остывшей воды и сокращения расхода холодной воды на подмешивание к горячей воде. И наконец, самый главный и решающий недостаток установки для группового приготовления горячей воды на ЦТП и присоединения к нему микрорайона «жилмассив железнодорожного вокзала», это его чрезмерно высокая стоимость. Принимая во внимание все вышеизложенные аргументы, принято решение о реконструкции уже существующих МТП из открытой системы в МТП закрытой системы.

1 Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию

Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию выполняю по методике предложенной [1] СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети».

Тепловые нагрузки при отсутствии проектов отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий и сооружений определяются для предприятий по укрупненным ведомственным нормам, утвержденным в установленном порядке, либо по проектам аналогичных предприятий, для жилых районов городов и других населенных пунктов по формулам:

а) максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых и общественных зданий

$$Q_i^{i\dot{a}\dot{o}} = q_o A(1 + k_1), \text{ Вт}; \quad (1.1)$$

б) максимальная тепловая нагрузка на вентиляцию общественных зданий

$$Q_e^{max} = k_1 k_2 q_o A, \text{ Вт}; \quad (1.2)$$

в) средняя тепловая нагрузка на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

$$Q_{звс}^{cp} = \frac{1,2m(a + b)(55 - t_c)}{24 * 3,6} c, \text{ Вт}; \quad (1.3)$$

или

$$Q_{звс}^{cp} = q_{звс} m, \text{ Вт}; \quad (1.4)$$

г) максимальная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий

$$Q_{звс}^{max} = 2,4 Q_{звс}^{cp}, \text{ Вт}; \quad (1.5)$$

где k_1 - коэффициент, учитывающий тепловую нагрузку на отопление общественных зданий при отсутствии данных, следует прини-

мать равным 0,25;

k_2 - коэффициент, учитывающий тепловую нагрузку на вентиляцию общественных зданий при отсутствии данных следует принимать равным для общественных зданий, построенных до 1985 г. – 0,4, после 1985 г. – 0,6.

Средняя тепловая нагрузка на отопление жилых районов населенных пунктов следует определять по формуле

$$Q_o = Q_o^p \frac{t_g^p - t_n^{cp}}{t_g^p - t_o^p}, \text{ Вт}; \quad (1.6)$$

тоже на вентиляцию при t_o

$$Q_v = Q_v^p \frac{t_d^h - t_n^{cp}}{t_g^p - t_o^p}, \text{ Вт}; \quad (1.7)$$

Средняя тепловая нагрузка на горячее водоснабжение жилых районов населенных пунктов в неотапливаемый период следует определять по формуле

$$Q_{гвсл}^{cp} = Q_{гвсл}^{cp} \frac{(55 - t_{л})}{(55 - t_{з})} \beta, \text{ МВт}, \quad (1.8)$$

где t_g^p - расчётная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, °С;

t_o^p - расчётная температура наружного воздуха для отопления, °С;

t_n^{cp} - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С;

$t_{з}, t_{л}$ - соответственно температура холодной воды в отопительный период (5°С) и неотапливаемый (летний) период (15°С);

β - коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапливаемый период по отношению к отопительному периоду, принимаемый при отсутствии данных для жилищно-коммунального сектора – 0,8, для предприятий – 1,0.

$$Q_{гвсл}^{cp} = 0,1 * \frac{55 - 5}{55 - 15} * 0,8 = 0,1 \text{ МВт}$$

1.1 Водоснабжение и вентиляция жилых домов

Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию жилого дома расположенного по улице Весенняя, дом №1

Суммарная тепловая нагрузка на здание складывается из тепловых нагрузок на магазин, занимающий весь первый этаж здания и тепловой нагрузки на жилую часть здания, занимающего четыре верхних этажа.

Тепловая нагрузка на отопление магазина

$$Q_o^{max} = q_o A(1 + k_1) = 1200 * 102 * 1,25 * 10^{-6} = 0,153 \text{ МВт, где}$$

$A_{МАГ}$ – общая площадь магазина (тех. паспорт здания);

q_o - максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых зданий на один метр квадратный жилой площади; Вт.

Максимальная тепловая нагрузка на вентиляцию магазина

$$Q_v^{max} = k_1 k_2 q_o A_{МАГ} = 0,4 * 0,25 * 102 * 1200 * 10^{-6} = 0,0122 \text{ МВт, где}$$

q_o - максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых зданий на один метр квадратный жилой площади, Вт.

Максимальная тепловая нагрузка на отопление жилой части здания

$$Q_o^{max} = q_o A_{жил} = 102 * 4320 * 10^{-6} = 0,4406 \text{ МВт, где}$$

q_o - максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых зданий на один метр квадратный жилой площади, Вт.

Средняя тепловая нагрузка на ГВС на все здание

$$Q_{гвс}^{cp} = q_{гвс} m = 376 * 320 * 10^{-6} = 0,12 \text{ МВт, где}$$

$q_{гвс}$ - укрупненный показатель средней тепловой нагрузки на ГВС

m - число жильцов.

Максимальная тепловая нагрузка на ГВС на все здание

$$Q_{гвс}^{max} = 2,4 * Q_{гвс}^{cp} = 2,4 * 0,12 = 0,288 \text{ МВт.}$$

Суммарная тепловая нагрузка на здание

$$\sum Q_{\text{пвх}} = \sum Q_o^{\text{пвх}} + \sum Q_{\text{г}}^{\text{max}} + \sum Q_{\text{звс}}^{\text{max}} = 0,153 + 0,0122 + 0,4406 + 0,288 = 0,894 \text{ МВт.}$$

Аналогично выполняем все последующие расчёты тепловых нагрузок на горячее водоснабжение, отопление, и вентиляцию. Полученные данные сводим в таблицу,

Таблица 1

Объекты: жилые дома

Адрес объекта	Q_o^{max}	$Q_{\text{звс}}^{\text{ср}}$	$Q_{\text{звс}}^{\text{max}}$	$Q_{\text{г}}^{\text{max}}$	$\sum Q_{\text{max}}$
Улица, № дома	МВт	МВт	МВт	МВт	
Весенняя №1	0,594	0,12	0,288	0,0122	0,894
Весенняя №3/а	0,4406	0,133	0,32		0,7606
Весенняя №3/б	0,4406	0,133	0,32		0,7606
Весенняя №5	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Весенняя №5/1	0,551	0,122	0,29		0,841
Весенняя №5/2	0,33	0,0732	0,176		0,506
Весенняя №6	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Весенняя №7	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Весенняя №8	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Весенняя №9	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №134	0,3466	0,09	0,216	0,0066	0,57
Проспект Шахтёров №136	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №138	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №140	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №142	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №142/2	0,454	0,132	0,317		0,771

Проспект Шахтёров №142/3	0,454	0,132	0,317		0,771
Проспект Шахтёров №144	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №146	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №148	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №150	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Проспект Шахтёров №152	0,452	0,12	0,288		0,74
Проспект Шахтёров №154	0,452	0,12	0,288		0,74
Проспект Шахтёров №156	0,3466	0,09	0,216		0,57
Вокзальная №2	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №4	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №6	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №8	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №8/1	0,33	0,0732	0,176		0,506
Вокзальная №10	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №12	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №12/1	0,551	0,122	0,29		0,841
Вокзальная №14	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №16	0,4406	0,0976	0,234		0,675
Вокзальная №18	0,551	0,122	0,29		0,841
Вокзальная №16/1	0,33	0,0732	0,176		0,506

С.Лазо №113	0,4406	0,0976	0,234		0,675
С.Лазо №115	0,4406	0,0976	0,234		0,675
С.Лазо №113/1	0,33	0,0732	0,176		0,506
С.Лазо №117	0,4406	0,0976	0,234		0,675
С.Лазо №117/1	0,551	0,122	0,29		0,841
С.Лазо №119	0,4406	0,0976	0,234		0,675
С.Лазо №121	0,4406	0,0976	0,234		0,675
С.Лазо №123	0,796	0,14	0,336		1,132
Суммарная тепло- вая нагрузка на жилые дома райо- на.					30,6472

1.2 Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию общественных зданий

Расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию зданий МСЧ №2 поликлиники и стационара

Тепловая нагрузка на отопление, вентиляцию и ГВС здания поликлиники и стационара складываются из отдельных тепловых расчётов на поликлинику и стационар.

Поликлиника:

Тепловая нагрузка на отопление поликлиники

$$Q_o^{\max} = q_o A(1 + k_1) = 1344 * 234 * 1,25 * 10^{-6} = 0,39 \text{ МВт, где}$$

q_o - максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых зданий на один метр квадратный жилой площади, Вт.

Тепловая нагрузка на вентиляцию поликлиники

$$Q_v^{\max} = q_o A k_1 k_2 = 1344 * 234 * 0,4 * 0,25 * 10^{-6} = 0,031 \text{ МВт, где}$$

q_o - максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых зданий на один метр квадратный жилой площади, Вт.

Средняя тепловая нагрузка на ГВС поликлиники

$$Q_{гвс}^{cp} = \frac{1,2mb(55-5)}{24*3,6} c = \frac{1,2*500*6*(55-5)*4,187}{24*3,6} *10^{-6}=0,0087\text{МВт, где}$$

b - норма расхода горячей воды;

m - число жильцов.

Максимальная тепловая нагрузка на ГВС поликлиники

$$Q_{гвс}^{max} = 2,4Q_{гвс}^{cp} = 2,4*0,0087=0,021\text{МВт.}$$

Тепловая нагрузка на отопление стационара

$$Q_o^{max} = q_o A(1 + k_1) = 6256*150*1,25*10^{-6}=1,173\text{МВт, где}$$

q_o - максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых зданий на один метр квадратный жилой площади, Вт.

Тепловая нагрузка на вентиляцию стационара

$$Q_v^{max} = q_o A k_1 k_2 = 6256*150*0,4*0,25*10^{-6}=0,094\text{МВт, где}$$

q_o - максимальная тепловая нагрузка на отопление жилых зданий на один метр квадратный жилой площади, Вт.

Тепловая нагрузка на ГВС стационара

$$Q_{гвс}^{cp} = \frac{1,2*m*b*(55-5)*c}{24*3,6} = \frac{1,2*500*180*(55-5)*4,187}{24*3,6} *10^{-6}=0,262\text{МВт,}$$

где:

b - норма расхода горячей воды;

m - число жильцов.

Максимальная тепловая нагрузка на ГВС стационара

$$Q_{гвс}^{max} = 2,4Q_{гвс}^{cp} = 2,4*0,262 = 0,63\text{МВт.}$$

Поликлиника и стационар имеют один тепловой ввод

$$Q_o^{max} = 0,39 + 1,173 = 1,563\text{МВт.}$$

$$Q_v^{max} = 0,094 + 0,031 = 0,125\text{МВт.}$$

$$Q_{\text{звс}}^{\text{cp}} = 0,0087 + 0,262 = 0,2707 \text{ МВт.}$$

$$Q_{\text{звс}}^{\text{max}} = 0,021 + 0,63 = 0,651 \text{ МВт.}$$

Суммарная тепловая нагрузка на здания поликлиники и стационара

$$\sum Q_{\text{max}} = \sum Q_o^{\text{max}} + Q_{\text{с}}^{\text{max}} + Q_{\text{звс}}^{\text{max}} = 1,563 + 0,125 + 0,651 = 2,339 \text{ МВт.}$$

Аналогично выполнены последующие расчёты, полученные данные занесены в таблицу.

Таблица 2

Объекты: общественные здания

Адрес объекта	Q_o^{max}	$Q_{\text{звс}}^{\text{cp}}$	$Q_{\text{звс}}^{\text{max}}$	$Q_{\text{с}}^{\text{max}}$	$\sum Q_{\text{max}}$
Улица , № дома	МВт	МВт	МВт	МВт	МВт
Поликлиника стационар.	1,563	0,2707	0,651	0,125	2,339
Детская поликлиника	0,421	0,015	0,0375	0,0337	0,7955
Хозчасть	0,189	0,01	0,024	0,015	0,228
2-е детское отделение	0,147	0,018	0,04	0,012	0,199
Д/к №32	0,711	0,051	0,122	0,057	0,89
Школа №38	1,097	0,1224	0,294	0,087	1,478
Детские ясли №56	0,711	0,024	0,0576	0,057	0,8256
Детский комбинат №20	0,8769	0,032	0,0768	0,07	1,0237
Ж/д вокзал	1,369	0,054	0,129	0,107	1,6
Магазин «Электрик Сити»	0,438			0,035	0,473
Суммарная тепловая нагрузка на общественные здания района.					9,852

Суммарная тепловая нагрузка жилых и общественных зданий

$$\sum Q_{\text{max}}^{\text{рай}} = \sum Q_{\text{max}}^{\text{жил}} + \sum Q_{\text{max}}^{\text{общ}} = 30,6472 + 9,852 = 40,5 \text{ МВт.}$$

2 Расчёт расходов сетевой воды

Расчёт расходов сетевой воды тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и отопление вентиляцию выполняю по методике предложенной [1] СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети».

Расчетный расход сетевой воды для определения диаметров труб в водяных тепловых сетях при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять отдельно для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Расчетные расходы воды следует определять по формулам:

а) на отопление

$$G_o^{\max} = \frac{3,6Q_o^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/ч;} \quad (2.1)$$

б) на вентиляцию

$$G_v^{\max} = \frac{3,6Q_v^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/ч;} \quad (2.2)$$

в) на горячее водоснабжение в открытых системах теплоснабжения:

средний –

$$G_{\text{звс}}^{\text{cp}} = \frac{3,6Q_{\text{звс}}^{\text{cp}}}{c(t_{\text{г}} - t_{\text{хз}})}, \text{ кг/ч;} \quad (2.3)$$

максимальный –

$$G_{\text{звс}}^{\max} = \frac{3,6Q_{\text{звс}}^{\max}}{c(t_{\text{г}} - t_{\text{хз}})}, \text{ кг/ч;} \quad (2.4)$$

г) на горячее водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения:

средний при параллельной схеме присоединения водоподогревателей:

$$G_{\text{звс}}^{\text{cp}} = \frac{3,6Q_{\text{звс}}^{\text{cp}}}{c(\tau_1' - \tau_3')}, \text{ кг/ч;} \quad (2.5)$$

максимальный –

$$G_{\text{звс}}^{\text{max}} = \frac{3,6Q_{\text{звс}}^{\text{max}}}{c(\tau_1' - \tau_3')}, \text{ кг/ч;}$$

(2.6)

средний при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей:

$$G_{\text{звс}}^{\text{cp}} = \frac{3,6Q_{\text{звс}}^{\text{cp}}}{c(\tau_1 - \tau_2)} \left(\frac{55 - t_{1\text{cm}}}{55 - t_{\text{хз}}} + 0,2 \right), \text{ кг/ч;}$$

(2.7)

максимальный при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей:

$$G_{\text{звс}}^{\text{max}} = \frac{3,6 * 0,55Q_{\text{звс}}^{\text{max}}}{c(\tau_1' - \tau_2')}, \text{ кг/ч;}$$

(2.8)

Суммарные расчетные расходы сетевой воды (кг/ч) в двухтрубных тепловых сетях в открытых и закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты определяем по формуле:

$$G_c^p = G_o^{\text{max}} + G_{\text{в}}^{\text{max}} + K_3 G_{\text{звс}}^{\text{cp}}, \text{ кг/ч;}$$

(2.9)

Коэффициент K_3 , учитывающий долю среднего расхода воды на горячее водоснабжение при регулировании по нагрузке отопления, следует принимать по таблице №3. При регулировании по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения коэффициент k_3 принимается равным 0.

Таблица 3

Значение коэффициента K_3

Системы теплоснабжения с тепловой нагрузкой	Значение коэффициента K_3
Открытая, МВт.	
100 и более	0,6
менее 100	0,8
Закрытая, МВт.	
100 и более	1,0
менее 100	1,2
Примечание. Для закрытых систем теплоснабжения при регулировании по нагрузке отопления и тепловой нагрузке менее 100 МВт при наличии банков-аккумуляторов у потребителей коэффициент K_3 следует принимать равным 1.	

Для потребителей при $\frac{Q_{звс}^{max}}{Q_o^{max}} \geq 1,0$ при отсутствии баков-аккумуляторов, а также с тепловым потоком 10 МВт и менее суммарный расчетный расход воды следует определять по формуле:

$$G_c^p = G_o^{max} + G_{\epsilon}^{max} + G_{звс}^{max}, \text{ кг/ч} \quad (2.10)$$

2.1 Расчёт расходов сетевой воды жилых домов

Расчёт расходов сетевой воды на жилой дом Весенняя №1

Расход сетевой воды на отопление

$$G_o^{max} = \frac{3,6Q_o^{max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{3,6 * 0,594}{4,187 * (125 - 58,4)} * 10^6 = 7668,5 \text{ кг/ч},$$

где τ_1, τ_2 - соответственно температура воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети в соответствии с температурным графиком при расчётной температуре наружного воздуха $t = -40^\circ\text{C}$.

Расход сетевой воды на вентиляцию

$$G_{\epsilon}^{max} = \frac{3,6Q_{\epsilon}^{max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{3,6 * 0,00122 * 10^6}{4,187 * (125 - 58,4)} = 157,5 \text{ кг/ч}.$$

Средний расход сетевой воды на ГВС при двухступенчатом присоединении подогревателей

$$G_{звс}^{cp} = \frac{3,6Q_{звс}^{cp}}{c(\tau_1' - \tau_2')} * \left(\frac{55 - t_{1cm}}{55 - t_{xz}} + 0,2 \right) = \frac{3,6 * 0,12 * 10^6}{4,187 * (75 - 42,1)} * \left(\frac{55 - 37,1}{55 - 5} + 0,2 \right) = 1750 \text{ кг/ч}$$

где τ_1', τ_2' - соответственно температура воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети в точке излома в температурном графике.

Суммарные расходы сетевой воды

$$G_c^p = G_o^{max} + G_{\epsilon}^{max} + K_3 + G_{звс}^{cp} = 7668,5 + 157,5 + 1 * 1750 = 9576 \text{ кг/ч}.$$

Аналогично выполняем все последующие расчёты расходов сетевой воды на горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию. Полученные данные сводим в таблицу.

Таблица 4

Объекты: Жилые дома

Адрес объекта	$G_o^{пвх}$	$G_{звс}^{ср}$	G_{θ}^{max}	G_c^p
Улица, № дома	кг/ч	кг/ч	кг/ч	кг/ч
Весенняя №1	7668,5	1750	157,5	9576
Весенняя №3/а, 3/б	11376	3879		15255
Весенняя №5	5688	1423,3		7111,3
Весенняя №5/1	7113	1779		8892
Весенняя №5/2	4260	1067,4		5327,4
Весенняя №6	5688	1423,3		7111,3
Весенняя №7	5688	1423,3		7111,3
Весенняя №8	5688	1423,3		7111,3
Весенняя №9	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №134	4474	1312		5768
Пр. Шахтёров №136	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №138	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №140	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №142	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №142/2 142/3 магазин «Электрик Сити»	17376,5	3849,8		21678
Пр. Шахтёров №144	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №146	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №148	5688	1423,3		7111,3
Пр. Шахтёров №150	5688	1423,3		7111,3

Пр. Шахтёров №152	5835	1749		7585
Пр. Шахтёров №154	5835	1749		7585
Пр. Шахтёров №156	4474	1312		5786
Вокзальная №2	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №4	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №6	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №8	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №8/1	4260	1067		5327,4
Вокзальная №10	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №12	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №12/1	7113	1779		8892
Вокзальная №14	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №16	5688	1423,3		7111,3
Вокзальная №18	7113	1779		8892
Вокзальная №16/1	4260	1067		5327,4
С. Лазо №113	5688	1423,3		7111,3
С. Лазо №115	5688	1423,3		7111,3
С. Лазо №113/1	4260	1067		5327,4
С. Лазо №117	5688	1423,3		7111,3
С. Лазо №117/1	7113	1779		8892
С. Лазо №119	5688	1423,3		7111,3

С. Лазо №121	5688	1423,3		7111,3
С. Лазо №123	10276	1779		12317,6
Суммарные расходы сетевой воды на жилые дома района.				327304

2.2 Расчёт расходов сетевой воды для общественных зданий

Расчёт расходов сетевой воды на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию зданий МСЧ №2 поликлиники и стационара.

Расход сетевой воды на отопление

$$G_o^{\max} = \frac{3,6Q_o^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{3,6 * 1,563 * 10^6}{4,187 * (125 - 58,4)} = 20178 \text{ кг/ч};$$

где τ_1, τ_2 - соответственно температура воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети в соответствии с температурным графиком при расчётной температуре наружного воздуха $t = -40^\circ\text{C}$.

Расход сетевой воды на вентиляцию

$$G_g^{\max} = \frac{3,6Q_g^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{3,6 * 0,125 * 10^6}{4,187 * (125 - 58,4)} = 1613,7 \text{ кг/ч}.$$

Средний расход сетевой воды на ГВС при двухступенчатом присоединении подогревателей

$$G_{гвс}^{cp} = \frac{3,6Q_{гвс}^{cp}}{c(\tau_1' - \tau_2')} * \left(\frac{55 - t_{1cm}}{55 - t_{х3}} + 0,2 \right) = \frac{3,6 * 0,2707 * 10^6}{4,187 * (75 - 42,1)} * \left(\frac{55 - 37,1}{55 - 5} + 0,2 \right) = 3947 \text{ кг/ч},$$

где τ_1', τ_2' соответственно температура воды в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети в точке излома в температурного графика.

Суммарные расходы сетевой воды

$$G_c^p = G_o^{\max} + G_g^{\max} + K_3 G_{гвс}^{cp} = 20178 + 1613,7 + 1 * 3947 = 25738,7 \text{ кг/ч. } K_3 = 1.$$

Аналогично выполняем все последующие расчёты расходов сетевой воды на горячее водоснабжение, отопление, и вентиляцию. Полученные данные сводим в таблицу.

Таблица 5

Объекты: общественные здания

Адрес объекта	G_o^{max}	$G_{звс}^{cp}$	G_6^{max}	G_c^p
Улица , № дома	кг/ч	кг/ч	кг/ч	кг/ч
Поликлиника стационар.	20178	3947	1613,7	25738,7
Детская поликлиника хозчасть	8261,9	364,5	631,6	9258
2-е детское отделение	1897,7	262,5	155	2315,2
Детский комбинат №32	9178,9	743,7	735,9	10658,5
Школа№38	14162,2	1784	1123	17069,2
Детские ясли №56	9178,9	743,7	350	10265
Детский комбинат№20	11320	466,6	903,6	12690
Ж/д. вокзал	17673,5	388,6	1384	19446,1
Суммарные расходы сетевой воды на общественные здания района				107440,7

Суммарные расходы сетевой воды жилых и общественных зданий

$$\sum G_{max}^{рай} = \sum G_{max}^{жил} + \sum G_{max}^{общ} = 327304 + 107440,7 = 434744,7 \text{ МВт.}$$

3 Конструктивный расчёт и выбор оборудования для МТП зданий

Схем присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения выбирается в зависимости от соотношения максимального потока теплоты на горячее водоснабжение $Q_{звс}^{max}$ и максимального потока теплоты на отопление Q_o^{max} :

$$0,2 \geq \frac{Q_{\text{звс}}^{\text{max}}}{Q_o^{\text{max}}} \geq 1 \text{ - одноступенчатая схема;}$$

$$0,2 < \frac{Q_{\text{звс}}^{\text{max}}}{Q_o^{\text{max}}} < 1 \text{ - двухступенчатая схема.}$$

Так как тепловые нагрузки на отопление и ГВС

$$Q_{\text{звс}}^{\text{max}} = 228 \text{ кВт; } Q_o^{\text{max}} = 594 \text{ кВт, а}$$

$$\frac{Q_{\text{звс}}^{\text{max}}}{Q_o^{\text{max}}} = \frac{228}{594} = 0,48. \text{ Принята двухступенчатая последовательная схема присо-}$$

единения водоподогревателей горячего водоснабжения.

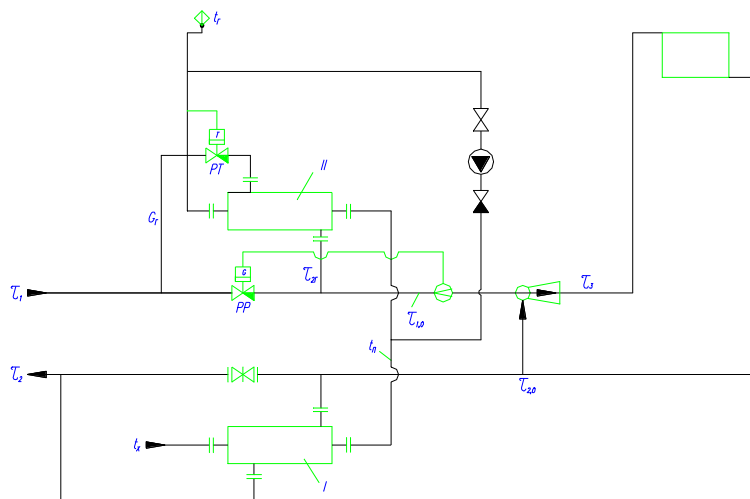


Рис.1. Расчётная схема МТП с двухступенчатым последовательным включением водоподогревателей.

3.1 Расчёт двухступенчатого подогревателя горячего водоснабжения

Расчёт двухступенчатого подогревателя горячего водоснабжения выполняем по методике предложенной [3] в учебнике «Теплоснабжение.»

В.Е.Козин, Т.А.Левина. Целью теплового расчета подогревателя является определение расчетной поверхности нагрева, выбор номера и количества секций подогревателей.

Расчёт двухступенчатого подогревателя горячего водоснабжения жилого дома расположенного по улице Весенняя дом №1.

Тепловые нагрузки на отопление и ГВС:

$$Q_{гвс}^{max}=288\text{кВт}; Q_o^{max}=594\text{кВт}.$$

Расчётные температуры сетевой воды:

$$T'_1=125^{\circ}\text{C}; T'_{2o}=58,4^{\circ}\text{C}; T'_3=95^{\circ}\text{C}.$$

Расчётные температуры сетевой воды в точке излома температурного графика:

$$T''_1=75^{\circ}\text{C}; T''_{2o}=42,1^{\circ}\text{C}.$$

Температура горячей и холодной (водопроводной) воды:

$$t_x=5^{\circ}\text{C}; t_z=60^{\circ}\text{C};$$

Коэффициент часовой неравномерности:

$$Kч = 2.$$

Балансовый расчёт тепла:

$$Q_{гв}^{\delta} = \frac{1,2Q_{гвс}^{cp}}{Kч} = \frac{1,2 * 288}{2} = 172,8 \text{ кВт}.$$

Температура водопроводной воды после подогревателя первой ступени:

$$T''_n = T''_{2o} - \Delta t_n = 42,1 - 5 = 37,1^{\circ}\text{C};$$

Δt_n – недогрев водопроводной воды в подогревателе первой ступени

$$\Delta t_n = 5^{\circ}\text{C}.$$

Тепловая производительность подогревателя первой ступени:

$$Q_1^{\delta} = \frac{Q_{гв}^{\delta} (T''_z - t_x)}{(t_z - t_x)} = \frac{172,8 * (37,1 - 5)}{(60 - 5)} = 100,85 \text{ кВт}.$$

Расход сетевой воды при балансовой нагрузке Q и нормальном отопительном графике регулирование в режиме T''_n определяется зависимостью:

$$G_{\delta} = G_{\delta}^p + G_{\delta}^{\delta} = \frac{3600 Q_o^{\max}}{c(T_1' - T_{2o}') } + \frac{3600 Q_{\delta}^{\delta} (t_{\delta} - T_n'')}{c(T_1'' - T_{2o}'')(t_{\delta} - t_x)} =$$

$$= \frac{594 * 3600}{4,187 * (125 - 58,4)} + \frac{3600 * 172 * (60 - 37,1)}{4,187 * (75 - 42,1) * (60 - 5)} = 9548,5 \text{ кг/ч.}$$

Расчётные расходы водопроводной воды при балансовой и максимальной нагрузках $Q_{\delta c}^{\max}$ и $Q_{\delta c}^{\delta}$:

$$G_{\delta c}^{\delta} = \frac{3600 Q_{\delta c}^{\delta}}{c(t_{\delta} - t_x)} = \frac{3600 * 172,8}{4,187(60 - 5)} = 2701 \text{ кг/ч;}$$

$$G_{\delta c}^{\max} = \frac{3600 Q_{\delta c}^{\max}}{c(t_{\delta} - t_x)} = \frac{3600 * 288}{4,187(60 - 5)} = 4502 \text{ кг/ч.}$$

Максимальный расход сетевой воды:

$$G_{\max} = 1,1 G_{\delta} = 1,1 * 9548,5 = 10503 \text{ кг/ч.}$$

Температура сетевой воды после подогревателя первой ступени при балансовой нагрузке:

$$T_{\delta,2}'' = T_{2,o}'' - \frac{3600 Q_1^{\delta}}{c G_{\delta}} = 42,1 - \frac{3600 * 100,85}{4,187 * 9548,5} = 33,02^{\circ}\text{C.}$$

Среднелогарифмическая разность температур в подогревателе первой ступени при балансовой нагрузке:

$$\Delta t_1^{\delta} = \frac{(T_{\delta,2}'' - t_x) - (T_{2,o}'' - T_n'')}{\ln \frac{T_{\delta,2}'' - t_x}{T_{2,o}'' - T_n''}} = \frac{(33,02 - 5) - (42,1 - 37,1)}{\ln \frac{33,02 - 5}{42,1 - 37,5}} = 13,36^{\circ}\text{C.}$$

Безразмерный параметр Φ первой ступени:

$$\Phi_1 = \frac{3600 Q_1^{\delta}}{\Delta t_1^{\delta} c \sqrt{G_{\delta} G_{\delta c}^{\delta}}} = \frac{3600 * 100,85}{4,187 * 13,36 * \sqrt{9548,5 * 2701}} = 1,28.$$

Безразмерная удельная тепловая производительность первой ступени подогревателя при максимальной нагрузке на ГВС:

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{0,65 + 0,35 \frac{G_{\min}}{G_{\max}} + \frac{1}{\Phi_1} \sqrt{\frac{G_{\min}}{G_{\max}}}} = \frac{1}{0,65 + 0,35 \frac{4502,2}{10503} + \frac{1}{1,28} \sqrt{\frac{4502,2}{10503}}} = 0,762.$$

$G_{\min}, G_{\max}$ - меньший и больший расходы теплоносителя первой ступени при максимальной нагрузке.

Коэффициент смешения элеватора:

$$U = 1,15 * \frac{T_1' - T_3'}{T_3' - T_2} = 1,15 * \frac{125 - 95}{95 - 70} = 1,27;$$

$$U^* = \frac{1 - U}{\varphi_o} - 1 = \frac{1 - 1,27}{1,24} - 1 = 0,83;$$

φ_o - расчетный коэффициент смешения элеватора.

$$\varphi_o = \frac{G_o}{G_o} = \frac{9548,5}{7668,5} = 1,24.$$

Безразмерная характеристика отопительной системы при максимальной нагрузке:

$$\varepsilon_o = \frac{1}{0,5 + U^* + \frac{\varphi_m (T_n''' - t_o)}{T_1''' - T_{2,o}'''}} = \frac{1}{0,5 + 0,83 + \frac{1,35 * (51,3 - 18)}{75 - 42,1}} = 0,484;$$

$$t_n''' = 0,5(T_3''' - T_{2,o}''') = 0,5 * (60,5 + 42,1) = 51,3 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\varphi_m = \frac{G_{\max}}{G_o} = \frac{10503}{7668,5} = 1,37.$$

Суммарный перепад температур сетевой воды в I-й и II-й ступенях подогревателя при максимальной нагрузке - $Q_{\text{сбс}}^{\max}$:

$$\delta = \frac{3600 Q_{\text{сбс}}^{\max}}{c G_{\max}} = \frac{3600 * 288}{4,187 * 10503} = 23,57^\circ\text{C}.$$

Температура сетевой воды после отопительной системы:

$$T_{2,o}^{\max} = \frac{\left(T_1''' - \delta - \varepsilon_1 \frac{G_{\min}}{G_{\max}} t_x \right) (1 - \varepsilon_o) + t_o \varepsilon_o}{1 - \varepsilon_1 (1 - \varepsilon_o) \frac{G_{\min}}{G_{\max}}} =$$

$$= \frac{\left(75 - 23,57 - 0,762 * \frac{4502,2}{10503} * 5 \right) (1 - 0,484) + 18 * 0,484}{1 - 0,762 * (1 - 0,484) \frac{4502,2}{10503}} = 41,3^\circ\text{C}.$$

Тепловые производительности I-й и II-й ступеней:

$$Q_1^{\max} = \frac{Q_{\text{звс}}^{\max} (T_{2o}^{\max} - t_x) \varepsilon_1}{t_z - t_x} = \frac{288 * (41,3 - 5) * 0,762}{60 - 5} = 144,8 \text{ кВт};$$

$$Q_2^{\max} = Q_{\text{звс}}^{\max} - Q_1^{\max} = 288 - 144,8 = 143,2 \text{ кВт}.$$

Температура сетевой воды перед элеватором и после I-й ступени подогревателя:

$$T_{1o}^{\max} = T_1^{\text{'''}} - \frac{3600 Q_1^{\max}}{c G_{\max}} = 41,3 - \frac{3600 * 144,8}{4,187 * 10503} = 29,4 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$T_2^{\max} = T_{2o}^{\max} - \frac{3600 Q_2^{\max}}{G_{\max}} = 75 - \frac{3600 * 143,2}{4,187 * 10503} = 63,27 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Температура водопроводной воды после I-й ступени подогревателя при максимальном водоразборе:

$$t_n^{\text{'''}} = t_x + \frac{3600 Q_1^{\max}}{c G_{\text{вв}}^{\max}} = 5 + \frac{3600 * 144,8}{4,187 * 4502,2} = 32,65 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Среднелогарифмические температурные напоры:

$$\Delta t_1 = \frac{(29,4 - 5) - (41,3 - 32,65)}{\ln(29,4 - 5 / 41,3 - 32,65)} = 15,2 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_2 = \frac{(75 - 60) - (63,27 - 32,65)}{\ln(63,27 - 32,65 / 75 - 60)} = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Средние температуры греющей и подогреваемой воды:

I-й ступени

$$T_1^{cp} = 0,5 * (41,3 + 29,4) = 35,35 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_1^{cp} = 0,5 * (5 + 32,65) = 18,8 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

II-й ступени

$$T_2^{cp} = 0,5 * (75 + 63,27) = 69,1 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_2^{cp} = 0,5 * (32,65 + 60) = 46,3 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Приняв предварительно скорость воды в межтрубном пространстве $W_1 = 1 \text{ м/с}$, найдём требуемое сечение межтрубного пространства при $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$:

$$f_{\text{мт}} = \frac{G_{\text{о}}}{3600 W_1 \rho} = \frac{9548,5}{3600 * 1 * 1000} = 0,00265 \text{ м}^2.$$

Выбираем типоразмер подогревателя 06 ОСТ 34-588-68, имеющий

$$f_{mm}=0,00287 \text{ м}^2$$

$$f_m=0,0018 \text{ м}^2; \quad d_{mm}^{\text{экв}}=13,4 \text{ мм.}$$

Действительные скорости воды в трубках и межтрубном пространстве I-й ступени подогревателя:

$$W_{mI} = \frac{G_{\max}}{3600 f_{mm} \rho_c} = \frac{9548,5}{3600 * 0,00287 * 993} = 0,93 \text{ м/с};$$

$$W_{mI} = \frac{G_{\text{ог}}^{\max}}{3600 f_m \rho_g} = \frac{4502}{3600 * 0,00185 * 998} = 0,67 \text{ м/с.}$$

Коэффициенты теплоотдачи для греющей и нагреваемой среды:

$$\alpha_1 = (1630 + 21t - 0,041t^2) * W^{0,8} / d^{0,2}; \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{1\text{MT}} = (1630 + 21 * 35,35 - 0,041 * 35,35^2) * 0,93^{0,8} / 0,017^{0,2} = 4974,6 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\alpha_{1\text{T}} = (1630 + 21 * 18,8 - 0,041 * 18,8^2) * 0,67^{0,8} / 0,014^{0,2} = 3426 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Коэффициент теплопередачи в I-й ступени:

$$K = \frac{1}{(1/4974,6) + (0,0015/120) + (1/3426)} = 1978 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Потребная поверхность нагрева I-й ступени подогревателя при $\mu=0,6$

$$F_1 = 144800 / 1978 * 15,2 * 0,6 = 8,02 \text{ м}^2.$$

Число секций при поверхности нагрева секции

$$\text{при} = 2,24 \text{ м}^2; \quad Z = 8,02 / 2,24 = 3,58 = 4 \text{ шт.}$$

Для подогревателя II-й ступени, составленной из секций того же типоразмера:

$$W_{mII} = \frac{G_{\max}}{3600 f_{mm} \rho_c} = 9548,5 / 3600 * 0,00287 * 978 = 0,94 \text{ м/с};$$

$$W_{mII} = \frac{G_{\text{ог}}^{\max}}{3600 f_m \rho_g} = 4502 / 3600 * 0,00185 * 990 = 0,68 \text{ м/с};$$

$$\alpha_{2\text{MT}} = (1630 + 21 * 69,1 - 0,041 * 69,1^2) * 0,94^{0,8} / 0,017^{0,2} = 6203,1 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\alpha_{2\text{T}} = (1630 + 21 * 46,3 - 0,041 * 46,3^2) * 0,68^{0,8} / 0,014^{0,2} = 4286 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$K = \frac{1}{(1/6203,1) + (0,0015/120) + (1/4286)} = 2456,1 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Потребная поверхность нагрева II-й ступени подогревателя при $\mu=0,6$:

$$F_2 = 143200 / 2456,1 \cdot 22 \cdot 0,6 = 4,417 \text{ м}^2;$$

$$Z = 4,417 / 2,24 = 1,97 \approx 2 \text{ шт.}$$

3.2 Расчёт подогревателей ГВС с помощью программы «RPGV» на языке Паскаль

Методика расчёта подогревателей ГВС довольно сложна и требует больших затрат времени. Для ускорения расчетов составлена программа «RPGV» на языке Паскаль.

Расчёт остальных подогревателей ГВС выполнен с помощью программы «RPGV» на языке Паскаль на кафедре ТПТ.

На печать выводятся конструктивные характеристики секционных водоводяных подогревателей с длиной секции 4м (по ОСТ 34-588-68*) для каждой ступени подогревателя, которые определяются с учетом площади межтрубного пространства подогревателя.

Таблица 6 Секционные водоводяные подогреватели.

№	Характеристики	Обозначение подогревателя по ОСТ 34-588-68*					
		02	04	06	08	10	12
1	Диаметр корпуса D_H/D_B , мм	57/50	76/69	89/82	114/106	158/156	219/207
2	F_c нагрева одной секции, м^2	0,75	1,31	2,24	3,54	6,9	12
3	Число трубок в одной секции	4	7	12	19	37	64
4	$F_{тр}$ живого сечения трубок, м^2	0,00062	0,00108	0,00185	0,00293	0,0057	0,00985
5	F_m м/тр простр-ва, м^2	0,00116	0,00233	0,00287	0,005	0,0122	0,02079
6	Диаметр трубок d_H/d_B , мм	16/14	16/14	16/14	16/14	16/14	16/14
7	Масса одной секции	45,2	61,6	80,4	114	207	322

Таблица 6.1

№	Характеристики	Обозначение подогревателя по ОСТ 34-588-68*				
		14	16	18	20	22
1	Диаметр корпуса D_H/D_B , мм	273/259	325/309	377/359	426/408	530/514
2	F_c нагрева одной секции, $м^2$	20,3	28	40,1	52,5	83,4
3	Число трубок в одной секции	109	151	212	283	450
4	$F_{тр}$ живого сечения трубок, $м^2$	0,0168	0,0233	0,0333	0,0436	0,0693
5	F_m ж. с. м/тр простр-ва, $м^2$	0,03077	0,04464	0,05781	0,07191	0,11544
6	Диаметр трубок d_H/d_B , мм	16/14	16/14	16/14	16/14	16/14
7	Масса одной секции	487	663	901	1138	1561

Инструкция по формированию файлов с исходными данными для теплового и конструктивного расчета подогревателей ГВС.

Данные для последовательной 2-х ступенчатой схемы подключения подогревателя ГВС:

Значение	Размерность	Наименование величин
1-я строка		
300	кВт	- $Q_{гвс}^{max}$ – максимальная нагрузка ГВС
500	кВт	- Q_o – расчетная нагрузка на отопление
150	°С	- расчетная температура с. в. в подающей линии
70	°С	- расчетная температура с. в. в обратной линии
95	°С	- температура теплоносителя на входе в систему отопления
2.5	°С	- температура наружного воздуха в точке излома
4.2	кДж/кг °С	- удельная изобарная теплоемкость воды
5	°С	- недогрев водопроводной воды в I ступени
1.2	-	- коэффициент недельной неравномерности
2	-	- коэффициент суточной неравномерности
2-я строка		
70	°С	- температура с.в. в подающей л. в точке излома
41.7	°С	- температура с.в. в обратной л. в точке излома
50.5	°С	- температура с.в. в системе отопления в т. излома

5	°C	- температура холодной водопроводной воды
60	°C	- температура горячей водопроводной воды
18	°C	- температура воздуха в помещении
30	°C	- температура сетевой воды на выходе из т/о ГВС
995	кг/м ³	- плотность с.в. при средней t греющей среды I ст.
998	кг/м ³	- плотность с.в. при средней t нагреваемой среды I ст.
1	м/с	- скорость воды в мтр пространстве в I приближении
985	кг/м ³	- плотность с.в. при средней t греющей среды II ст.
988	кг/м ³	- плотность с.в. при средней t нагреваемой среды II ст.
3-я строка		
0.014	м	- внутренний диаметр трубок
0.017	м	- наружный диаметр трубок
0.0015	м	- толщина стенок трубок
120	Вт/м °C	- коэффициент теплопроводности стенок трубок

Инструкция по применению программы

После формирования файлов с исходными данными в процедуре считывания исходных данных ReadSx... (для конкретной схемы подключения подогревателя ГВС) устанавливается маршрут доступа к входному и выходному файлу. После этого запускается на выполнение программа (головная) Sts. В диалоговом режиме на экран выводится перечень схем подключений теплообменников ГВС (параллельная, двухступенчатая последовательная, двухступенчатая смешанная). С клавиатуры вводится значение ключа соответствующему порядковому номеру схемы. Нажимается клавиша «Enter». После этого программа по приведенному выше алгоритму в соответствии с исходными данными определяет площадь межтрубного пространства F_m в секции подогревателя. В диалоговом режиме на экране компьютера высвечивается расчетное значение площади межтрубного пространства F_m и таблица для выбора конструктивных характеристик теплообменника с перечнем типов подогревателей (2, 4, 6, ..., 22) и соответствующих им стандартных значений площадей межтрубного пространства (0.00116, 0.00233, 0.00287, ..., 0.11544). Выбирается ближайшее к расчетному большее стандартное

значение Fm. С клавиатуры вводится значение типа подогревателя и нажимается клавиша «Enter».

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилого дома: Весенняя №1.

Файл с исходными данными.

0,288 0,594 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8.

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома, при максимальной нагрузке горячего водоснабжения 30.3°С.

Температура воды перед элеватором при max нагрузке 63.7°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*).

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок:	12 шт.
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм.
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции:	4 шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
-----------------------------	---------

Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок:	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции:	2шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилого дома: Весенняя №3/а3.6

Файл с исходными данными.

0,64 0,8812 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8.

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,
при максимальной нагрузке горячего водоснабжения 25°С

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 58.6°С

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*).

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.106 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	3.540 м ²
Число трубок:	19 шт.
Площадь жив. сечения трубок:	0.00293 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.005 м ²

Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	114 кг
Количество секции:	3 шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.106 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	3.540 м ²
Число трубок:	19 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00293 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.005
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	114 кг
Количество секции:	2шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилых домов:

Весенняя №/№ 5;6;7;8;9;

Проспект Шахтёров №/№ 136;138;140;142;144;146;148;150;

Вокзальная №/№ 2;4;6;8;10;12;14;16;

С. Лазо №/№ 113;115;117;119;121.

Файл с исходными данными.

0,234 0,4406 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8.

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома

при максимальной нагрузке горячего водоснабжения 29.4°С.

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 62.8°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок:	7 шт.
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции:	3шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок :	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.002 33 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции :	2 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилых домов:

Весенняя №5/1;

Вокзальная №/№ 12/1;18;

С. Лазо № 117/1.

Файл с исходными данными.

0,29 0,551 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,
при максимальной нагрузке горячего водоснабжения 29.3°С.

Температура воды перед элеватором при макс нагрузке ГВС 62.8°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок:	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции:	3шт

2-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок :	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции :	1 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилых домов:

Весенняя №5/2;

Вокзальная №/№ 8/1;16/1;

С. Лазо № 113/1.

Файл с исходными данными.

0,176 0,33 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8.

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома, при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 29.2°С.

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 62.7°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок :	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции:	3 шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
-----------------------------	---------

Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок:	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции:	2 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилых домов:

Проспект Шахтёров №/№ 134;156

Файл с исходными данными.

0,216 0,3466 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8.

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,
при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 27.1°С

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 60.8°С

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок :	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²

Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции:	3 шт

2-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок :	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции :	2 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилых домов:

Проспект Шахтёров №152;154;

Файл с исходными данными.

0,288 0,452 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,
при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 26.8°С

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 60.5°С

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок:	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции:	4 шт
2-я ступень подогревателя	

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок:	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции :	2 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилых домов:

Проспект Шахтёров №142/2 142/3, магазин «Электрик Сити».

Файл с исходными данными.

1,346 0,634 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0°C.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,

при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 30.7°C.

Температура воды перед элеватором при макс нагрузке ГВС 64°C.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*).

1-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.156 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	6.9 м ²
Число трубок :	37 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.0057 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.0122 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	207 кг
Количество секции:	3шт

2-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.156 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	6.9 м ²
Число трубок :	37 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.0057 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.0122 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	207 кг
Количество секции :	1 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме жилого дома:

С. Лазо №123

Файл с исходными данными.

0,336 0,796 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры: двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,
при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 31.9°С.

Температура воды перед элеватором при макс нагрузке ГВС 65.1°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*).

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.106 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	3.540 м ²
Число трубок :	19 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00293 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.005 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	114 кг
Количество секции:	2 шт

2-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.106 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	3.540 м ²
Число трубок :	19 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00293 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.005 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	114 кг
Количество секции:	1шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме:

поликлиника, стационар.

Файл с исходными данными

0,651 1,563 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома, при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 32°С.

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 65.2°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*).

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.156 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	6.9 м ²
Число трубок:	37 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.0057 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.0122 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	207 кг
Количество секции:	3шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.156 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	6.9 м ²
Число трубок:	37 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.0057 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.0122 м ²

Внутренний диаметр трубок: 14 мм
 Масса одной секции: 207 кг
 Количество секции : 1 шт
 Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме:

детская поликлиника, хозчасть

Файл с исходными данными.

0,0615 0,61 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома, при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 27.3°С.

Температура воды перед элеватором при макс нагрузке ГВС 60.7°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*).

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок:	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции:	2шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.069 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	1.310 м ²
Число трубок:	7 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00108 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00233 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	61.6 кг
Количество секции :	1 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя включенного по последовательной схеме:

детский комбинат №32.

Файл с исходными данными.

0,122 0,711 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома, при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 30.3°С

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 63.8°С

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок :	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²

Площадь жив. сечения межтрубного пространства :	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции :	3 шт

2-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок :	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции :	1 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме:

Школа №38

Файл с исходными данными.

0,294 1,097 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8.

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0°C.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома, при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 26.8°C

Температура воды перед элеватором при мах нагрузке ГВС 60.5°C

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.106 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	3.540 м ²
Число трубок:	19 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00293 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.005 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	114 кг
Количество секции:	4 шт

2-я ступень подогревателя

Внутренний диаметр корпуса:	0.106 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	3.540 м ²
Число трубок:	19 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00293 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.005 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	114 кг
Количество секции:	2 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме:

детские ясли №56

Файл с исходными данными.

0,0576 0,711 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8.

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0°C.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,
при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 29.3°C.

Температура воды перед элеватором при макс нагрузке ГВС 62.8°C.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок :	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции:	2 шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок :	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции :	1шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подо-
гревателя, включенного по последовательной схеме:

детский комбинат №20

Файл с исходными данными.

0,0768 0,8769 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °C

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома,
при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 32.7°C

Температура воды перед элеватором при макс нагрузке ГВС 66.1°C

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя
с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*)

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок :	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80,4 кг
Количество секции:	3 шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.082 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	2.240 м ²
Число трубок :	12 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.00185 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.00287 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	80.4 кг
Количество секции :	1 шт

Результаты расчёта двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме:

ж/д вокзал.

Файл с исходными данными.

1,346 0,634 125 58,4 90 –2 4,2 5 1,2 2

75 42,1 58 5 60 18 30 993 998 1 978 990

0,014 0,017 0,0015 120 0,8

Конструктивные размеры двухступенчатого водоводяного секционного подогревателя, включенного по последовательной схеме.

Точка перелома температурного графика.

Температура воды в подающей магистрали в точке перелома 75.0 °С.

Температура воды в обратной магистрали в точке перелома, при максимальной нагрузке горячего водоснабжения . 30.3°С.

Температура воды перед элеватором при макс нагрузке ГВС 64°С.

Конструктивные характеристики водоводяного подогревателя с длиной секции 4 м (по ОСТ 34-588-68*).

1-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.156 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	6.9 м ²
Число трубок :	37 шт
Площадь жив. сечения трубок:	0.0057 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.0122 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	207 кг
Количество секции:	3 шт

2-я ступень подогревателя:

Внутренний диаметр корпуса:	0.156 м
Площадь поверхности нагрева одной секции:	6.9 м ²
Число трубок :	37 шт

Площадь жив. сечения трубок:	0.0057 м ²
Площадь жив. сечения межтрубного пространства:	0.0122 м ²
Внутренний диаметр трубок:	14 мм
Масса одной секции:	207 кг
Количество секции:	1 шт.

3.3 Подбор циркуляционных насосов установленных в МТП

Подбор циркуляционных насосов установленных в МТП Весенняя №5

Циркуляционные насосы подбираются по напору и расходу горячей воды в режиме частичного водоразбора.

Потери тепла в трубопроводах

$$Q_{\text{тпраз}}^{\text{пл}} = k * \pi * d_{\text{н}} * l * \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_0 \right) * (1 - \eta) * 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{тпраз}}^{\text{цл}} = k * \pi * d_{\text{н}} * l * \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_0 \right) * (1 - \eta) * 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (3.2)$$

$$Q_{\text{тп ст}} = a * k * \pi * d_{\text{н}} * l * \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_0 \right) * 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (3.3)$$

где: k- коэффициент теплопередачи неизолированного трубопровода,
k=11,6 Вт/м²*°С ;

d_н- наружный диаметр трубопровода;

l – длина участка трубопровода, м ; (тех . паспорт здания)

t₁, t₂ – температура горячей воды в начале и в конце расчётного участка;

t₀ - температура окружающей среды;

η- КПД тепловой изоляции , η=0,6-0,8;

a- тепловые потери в полотенцесушителях.

Потери тепла в подающей разводке:

$$Q_{\text{тпраз}}^{\text{пл}} = 11,6 * 3,14 * 0,05 * 150 * \left(\frac{60 + 55}{2} - 5 \right) * (1 - 0,6) * 10^{-3} = 5,7 \text{ кВт} .$$

Потери тепла в циркуляционной разводке:

$$Q_{\text{тпраз}}^{\text{цп}} = 11,6 * 3,14 * 0,05 * 150 \left(\frac{50 + 45}{2} - 5 \right) * (1 - 0,6) * 10^{-3} = 4,64 \text{ кВт.}$$

Потери тепла в стояках:

$$Q_{\text{тп ст}} = 1,3 * 11,6 * 3,14 * 0,025 * 35 * 16 \left(\frac{55 + 50}{2} - 18 \right) * 10^{-3} = 22,9 \text{ кВт.}$$

Суммарные потери тепла в местной системе ГВС:

$$Q_{\text{тп}} = Q_{\text{тп ст}} + Q_{\text{тп раз}} = 22,9 + 5,7 + 4,64 = 33,24 \text{ кВт.}$$

Расход горячей воды в циркуляционной системе при частичном водоразборе принимаем в количестве 15% от расчётного расхода горячей воды.

$$G = G_{\text{ц}} + 0,15 * G_{\text{р}}, \text{ л/с} \quad (3.4)$$

Циркуляционный расход горячей воды:

$$G_{\text{ц}} = \frac{1000 Q_{\text{mn}}}{c \rho * \Delta t}, \text{ л/с} \quad (3.5)$$

где: Δt - допустимое остывание вод принимаем $\Delta t = 15^\circ \text{C}$.

$$G_{\text{ц}} = \frac{1000 Q_{\text{mn}}}{c \rho * \Delta t} = \frac{1000 * 33,24}{4,2 * 988 * 15} = 0,534 \text{ л/с;}$$

$$G = G_{\text{ц}} + 0,15 * G_{\text{р}} = 0,534 + 0,15 * 0,39 = 0,59 \text{ л/с.}$$

Напор горячей воды в режиме частичного водоразбора (напор циркуляционного насоса):

$$H_{\text{цн}} = (\Delta H_{\text{цп}} + \Delta H_{\text{ц.пл}}) * \frac{G^2}{G_{\text{ц}}^2} + \Delta H_{\text{цц}}, \text{ м} \quad (3.6)$$

Потери напора на расчётных участках трубопроводов:

$$\Delta H = I * l * (1 + k) * 10^{-3}, \text{ м} \quad (3.7)$$

где: I - удельные потери напора на трение при расчётном расходе воды с учётом зарастания труб, м ; (СНиП 2 04 01-85) Приложение 7;

l – длина участка трубопровода, м; (тех . паспорт здания)

k – коэффициент местных потерь напора принимают:

0,2 – для подающих трубопроводов;

0,5 -для трубопроводов в пределах тепловых пунктов и для водоразборных стояков с полотенцесушителями;

0,1- и для водоразборных стояков без полотенцесушителей.

Потери напора в разводке подающей линии:

$$\Delta H_{\text{цп раз}} = 0,5 * 150 * (1 + 0,2) * 10^{-3} = 0,09 \text{ м.}$$

Потери напора в стояках подающей линии:

$$\Delta H_{\text{цп ст}} = 0,46 * 20 * 16 * (1 + 0,5) * 10^{-3} = 0,22 \text{ м.}$$

Суммарные потери напора в разводке и стояках подающей линии:

$$\Delta H_{\text{цп}} = \Delta H_{\text{цп раз}} + \Delta H_{\text{цп ст}} = 0,09 + 0,22 = 0,31 \text{ м.}$$

Потери напора в разводке циркуляционной линии:

$$\Delta H_{\text{цц раз}} = 0,5 * 150 * (1 + 0,2) * 10^{-3} = 0,09 \text{ м.}$$

Потери напора в стояках циркуляционной линии:

$$\Delta H_{\text{цц ст}} = 0,46 * 15 * 16 * (1 + 0,5) * 10^{-3} = 0,166 \text{ м.}$$

Суммарные потери напора в разводке и стояках циркуляционной линии:

$$\Delta H_{\text{цц}} = \Delta H_{\text{цц раз}} + \Delta H_{\text{цц ст}} = 0,09 + 0,166 = 0,256 \text{ м.}$$

Потери напора в водоподогревателе при циркуляционном расходе воды:

$$\Delta H_{\text{ц под}} = 170 * 8 * (1 + 0,5) * 10^{-3} = 2,4 \text{ м.}$$

$$H_{\text{цн}} = (\Delta H_{\text{цп}} + \Delta H_{\text{ц.пл}}) * \frac{G^2}{G_{\text{ц}}^2} + \Delta H_{\text{цц}} = (0,31 + 2,4) * \frac{0,59^2}{0,534^2} + 0,256 = 3,56 \text{ м.}$$

Таблица 7

Данные последующих расчётов

Адрес объекта	$H_{\text{цн}}$	G	Марка насоса
Улица, № дома	м	л/ч	
Весенняя №1	3,72	2655	ЦВЦ6,3-3,5
Весенняя №3/а 3/б	7,2	5500	ЦВЦ10-4,7
Весенняя №5	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Весенняя №5/1	3,72	2655	ЦВЦ6,3-3,5

Весенняя №5/2	3,4	1593	ЦВЦ6,3-3,5
Весенняя №6	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Весенняя №7	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Весенняя №8	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Весенняя №9	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №134	3,4	1608	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №136	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №138	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №140	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №142	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №142/2 142/3 Магазин «Электрик Сити»	6,0	5,4	ЦВЦ16-6,7
Пр. Шахтёров №144	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №146	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №148	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №150	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №152	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №154	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Пр. Шахтёров №156	3,4	1608	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №2	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5

Вокзальная №4	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №6	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №8	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №8/1	3,4	1593	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №10	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №12	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №12/1	3,72	2655	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №14	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №16	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №16/1	3,4	1593	ЦВЦ6,3-3,5
Вокзальная №18	3,72	2655	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №113	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №113/1	3,4	1593	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №115	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №117	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №117/1	3,72	2655	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №119	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №121	3,56	2124	ЦВЦ6,3-3,5
С. Лазо №123	4,1	3070	ЦВЦ10-4,7

Бесфундаментные насосы ЦВЦ представляют собой малогабаритную компактную моноблочную конструкцию с встроенным асинхронным электродвигателем.

тродвигателем короткозамкнутого типа. Уровень шума насосов не превышает 40-55 дБ.

Установка циркуляционных насосов ГВС на ИТП общественных зданий нецелесообразна из-за полного отсутствия нагрузки ГВС в ночное время.

3.4 Определение толщины изоляции водонагревателей МТП и подводящих трубопроводов

Определение толщины изоляции водонагревателей МТП и подводящих трубопроводов по методике предложенной [6] в СНиП 2.04.14-88 (1998).

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле:

$$\delta_k = \frac{d}{2}(B - 1), \text{ м} \quad (3.8)$$

где: $B = \frac{d_i}{d}$ — отношение наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру изолируемого объекта;
причем B следует определять по формуле

$$B \ln B = \frac{2\lambda_k(t_w - t_i)}{\alpha_e d(t_i - t_e)} = \frac{2 * 0,064 * (125 - 35)}{6 * 0,089 * (35 - 5)} = 0,72;$$

где: t_w — температура вещества, $t_w = 125^\circ\text{C}$;

t_i — температура поверхности изоляции, $t_i = 35^\circ\text{C}$;

t_e — температура окружающей среды, $t_e = 5^\circ\text{C}$;

d — наружный диаметр изолируемого объекта, $d = 0,089 \text{ м}$;

α_e — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции, принимаемый по справочному приложению 9, $\alpha_e = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

λ_k —теплопроводность теплоизоляционного слоя, определяемая по (Табл. П 4). Минераловатные маты прошитые $\lambda_k=0,064$ Вт/(м·°С);

$$\delta_k = \frac{d}{2}(B - 1) = \frac{0,089}{2} * (1,72 - 1) = 0,032 \text{ м}$$

В качестве изоляции приняты минераловатные маты прошитые ГОСТ 21880-86; материал для кровельного слоя - стеклопластик рулонный РСТ, ТУ 6-11-145-80, марки РСТ-А, РСТ-Б, РСТ-Х.

3.5 Объёмно-планировочные решения и компоновка оборудования МТП

Объёмно-планировочные и конструктивные решения тепловых пунктов должны удовлетворять требованиям СНиП 2.09.02-85*. При размещении встроенных и пристроенных тепловых пунктов должны соблюдаться требования СНиП на проектирование зданий, в которых они размещаются или к которым они пристроены.

При выборе материалов для строительных конструкций тепловых пунктов следует принимать влажный режим помещения согласно СНиП 3-79* (изд. 1995 г.).

Для защиты строительных конструкций от коррозии должны применяться антикоррозионные материалы в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85.

Здания отдельно стоящих и пристроенных тепловых пунктов должны быть I, II или IIIа степеней огнестойкости. В ограждающих конструкциях помещений не допускается применение силикатного кирпича. Внешние формы, материал и цвет наружных ограждающих конструкций рекомендуется выбирать, учитывая архитектурный облик расположенных вблизи зданий и сооружений или зданий, к которым тепловые пункты пристраиваются. Индивидуальные тепловые пункты должны быть встроенными в об-

служиваемые ими здания и размещаться в отдельных помещениях на первом этаже у наружных стен здания. Допускается размещать ИТП в технических подпольях или в подвалах зданий и сооружений. При размещении тепловых пунктов, оборудованных насосами, внутри жилых, общественных, административно-бытовых зданий, а также в производственных зданиях, к которым предъявляются повышенные требования по допустимым уровням шума и вибрации в помещениях и на рабочих местах, должны выполняться требования санитарных норм. Отдельно стоящие тепловые пункты допускается предусматривать подземными при условии:

- отсутствия грунтовых вод в районе строительства и герметизации вводов инженерных коммуникаций в здание теплового пункта, исключающей возможность затопления теплового пункта канализационными, паводковыми и другими водами;
- обеспечения самотечного отвода воды из трубопроводов теплового пункта;
- обеспечения автоматизированной работы оборудования теплового пункта без постоянного обслуживающего персонала с аварийной сигнализацией и частичным дистанционным управлением с диспетчерского пункта.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения тепловых пунктов следует относить к категории Д.

Тепловые пункты допускается размещать в производственных помещениях категорий Г и Д, а также в технических подвалах и подпольях жилых и общественных зданий. При этом помещения тепловых пунктов должны отделяться от этих помещений ограждениями (перегородками), предотвращающими доступ посторонних лиц в тепловой пункт. Встроенные в здания тепловые пункты следует размещать у наружных стен зданий на расстоянии не более 12 м от выхода из этих зданий. Из встроенных в здания тепловых пунктов должны предусматриваться выходы: при длине помещения теплового пункта 12 м и менее и расположении его на расстоянии менее 12 м от выхода из здания наружу — один выход наружу через кори-

дор или лестничную клетку; при длине помещения теплового пункта 12 м и менее и расположении его на расстоянии более 12 м от выхода из здания — один самостоятельный выход наружу; при длине помещения теплового пункта более 12 м — два выхода, один из которых должен быть непосредственно наружу, второй — через коридор или лестничную клетку.

В подземных отдельно стоящих или пристроенных тепловых пунктах допускается второй выход предусматривать через пристроенную шахту с люком или через люк в перекрытии, а в тепловых пунктах, размещаемых в технических подпольях или подвалах зданий, — через люк в стене. Двери и ворота из теплового пункта должны открываться из помещения или здания теплового пункта от себя. Оборудование тепловых пунктов рекомендуется применять в блочном исполнении, для чего необходимо:

- принимать водоподогреватели, насосы и другое оборудование в блоках заводской готовности;
- принимать укрупненные монтажные блоки трубопроводов; укрупнять технологически связанное между собой оборудование в транспортабельные блоки с трубопроводами, арматурой, КИП, электротехническим оборудованием и тепловой изоляцией.

Минимальные расстояния в свету от строительных конструкций до трубопроводов, оборудования, арматуры, между поверхностями теплоизоляционных конструкций смежных трубопроводов, а также ширину проходов между строительными конструкциями и оборудованием (в свету) следует принимать по прил. 1.

Высоту помещений от отметки чистого пола до низа выступающих конструкций перекрытия (в свету) рекомендуется принимать не менее, м: для ИТП — 2,2.

При размещении ИТП в подвальных и цокольных помещениях, а также в технических подпольях зданий допускается принимать высоту помещений и свободных проходов к ним не менее 1,8 м. Предусматривать проемы для естественного освещения тепловых пунктов не требуется. Для перемещения

оборудования и арматуры или неразъемных частей блоков оборудования следует предусматривать инвентарные подъемно-транспортные устройства. Для стока воды полы следует проектировать с уклоном 0,01 в сторону трапа или водосборного приемка. Минимальные размеры водосборного приемка должны быть, как правило, в плане не менее 0,5 x 0,5 м при глубине не менее 0,8 м. Приемок должен быть перекрыт съемной решеткой. В помещениях тепловых пунктов следует предусматривать отделку ограждений долговечными, влагостойкими материалами, допускающими легкую очистку, при этом необходимо выполнить: штукатурку наземной части кирпичных стен; затирку цементным раствором заглубленной части бетонных стен; расшивку швов панельных стен; побелку потолков; бетонное или плиточное покрытие полов.

Стены тепловых пунктов покрываются плитками или окрашиваются на высоту 1,5 м от пола масляной или другой водостойкой краской, выше 1,5 м от пола — клеевой или другой подобной краской.

В тепловых пунктах следует предусматривать открытую прокладку труб. Допускается прокладка труб в каналах, верх перекрытия которых совмещается с уровнем чистого пола, если по этим каналам не происходит попадания в тепловой пункт взрывоопасных или горючих газов и жидкостей. Каналы должны иметь съемные перекрытия единичной массой не более 30 кг. Дно каналов должно иметь продольный уклон не менее 0,02 в сторону водосборного приемка. Для обслуживания оборудования и арматуры, расположенных на высоте от 1,5 до 2,5 м от пола, должны предусматриваться передвижные или переносные конструкции (площадки).

В помещениях тепловых пунктов допускается размещать оборудование систем хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения здания.

Присоединение систем потребления теплоты следует выполнять с учетом гидравлического режима работы тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика изменения температуры теплоносителя в зависимости от изменения температуры наружного воздуха. Системы отопления зданий сле-

дует присоединять к тепловым сетям: непосредственно при совпадении гидравлического и температурного режимов тепловой сети и местной системы. При этом следует учитывать требования СНиП 2.04.05-91* и обеспечивать неврипаемость перегретой воды при динамическом и статическом режимах системы: через элеватор при необходимости снижения температуры воды в системе отопления и располагаемом напоре перед элеватором, достаточном для его работы; через смесительные насосы при необходимости снижения температуры воды, а системе отопления и располагаемом напоре, недостаточном для работы элеватора, а также при осуществлении автоматического регулирования системы. К одному элеватору присоединяется, как правило, одна система отопления.

В закрытых системах теплоснабжения при присоединении к тепловым сетям систем горячего водоснабжения с циркуляционным трубопроводом (см. рис. 1 — 8) должны предусматриваться циркуляционные или повысительно-циркуляционные насосы в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85. При двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей систем горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией воды циркуляционный трубопровод рекомендуется присоединять к трубопроводу нагреваемой воды между водоподогревателями I и II ступеней, а при параллельной схеме присоединения — к трубопроводу холодной водопроводной воды или к трубопроводу нагреваемой воды между секциями водоподогревателя.

В качестве кожухотрубных секционных водоподогревателей рекомендуется применять водоводяные подогреватели по ГОСТ 27590, состоящие из секций кожухотрубного типа с блоком опорных перегородок для теплоносителя давлением до 1,6 МПа и температурой до 150 °С. Для водоводяных подогревателей следует принимать противоточную схему потоков теплоносителей. Для горизонтальных секционных кожухотрубных водоподогревателей греющая вода из тепловой сети должна поступать, для водоподогревателей

систем отопления — в трубы, для водоподогревателей систем горячего водоснабжения — в межтрубное пространство.

Кожухотрубные секционные водоподогреватели закрепляют на кронштейнах заделанных в стене, или на рамной конструкции. Зазор между поверхностью изоляции подогревателя и стеной принимают не менее 0,15м, а между рядами параллельно установленных секции подогревателя – 0,4-0,6м. Принятое положение секционных водоподогревателей должно обеспечивать свободное извлечение трубного пучка во время ремонта. Если помещение не позволяет осуществить такое перемещение водоподогревателей, то стена со стороны вытаскивания трубного пучка выполняется в виде разборной перегородки.

4 Проверочный гидравлический расчет тепловых сетей

Проверочный гидравлический расчет тепловых сетей выполняется согласно методике предложенной [2] в учебнике «Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям» А.П. Сафонов.

Целью гидравлического расчёта является:

- определение диаметров трубопроводов участка;
- потерь напора по участкам;
- напора сетевых насосов.

Гидравлический расчёт проводится в следующей последовательности:

- 1 Вычерчивается расчётная схема тепловой сети, нумеруются участки сети, на расчётные участки сети наносятся длины и расчётные расходы воды.
- 2 Выбирается главная (расчётная) магистраль.
- 3 По суммарному расчётному расходу сетевой воды на участке по номограмме определяется стандартный диаметр трубопровода, соответствующий доступным значениям удельной линейной потери давления или напора. Фиксируется значение $\Delta P_{\text{л}}$, соответствующее выбранному стандартному диаметру трубопровода.

4 Гидравлический расчёт рекомендуется начинать с последнего участка. По известному диаметру трубопровода на участке и принятому типу прокладки сети выбирается тип компенсатора. Принимая расстояние между неподвижными или подвижными опорами, определяется количество компенсаторов.

5 Определяется эквивалентная длина местных сопротивлений $l_э$ в зависимости от характера сопротивления и диаметра трубопровода.

6 Определяется потеря давления или напора на расчётном участке по формуле:

$$\Delta P_{уч} = \Delta P_{л}(1 + l_{экв}) = \Delta P_{л} l_{пр}, \text{ Па} \quad (4.1)$$

$$\Delta h_{уч} = \Delta h_{л}(1 + l_{экв}) = \Delta h_{л} l_{пр}, \text{ м в.ст.} \quad (4.2)$$

где $l_{пр}$ – приведённая длина участка трубопровода.

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

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

$$\Delta P_c^p = \sum_1^n \Delta P_{уч}, \text{ Па} \quad (4.3)$$

$$\Delta H_c^p = \sum_1^n \Delta h_{уч}, \text{ м в.ст.} \quad (4.4)$$

Результаты гидравлического расчёта заносятся в таблицу.

Участок №1 (по схеме №1)

По значениям расхода $G_1 = 434744,7 \text{ кг/ч} = 120,76 \text{ кг/с}$; и диаметра $D_1 = 309 \text{ мм}$; определяем по номограмме (Рис.5.2.стр 66); удельное линейное сопротивление участка $R_{л1} = 82 \text{ Па/м}$.

Эквивалентная длина участка №1 [2, Прил.4.]

Задвижки

$$4,34 * 1 = 4,34$$

Тройник

$$36,4 * 1 = 36,4$$

$$L_э = 40,74 \text{ м.}$$

Приведённая длина участка №1

$$L_{п1}=L+L_3=190+40,74=230,74\text{м.}$$

Действительное падение давления на участке №1 (в одном направлении)

$$\Delta P_1=R_{л1}*L_{п1}=82*230,74=18920,7\text{Па; или}$$

$$\Delta H_1=\Delta P_1/\rho g= 18920,7 / 970*9,81=1,99 \text{ м;}$$

ρ -определяется по таблице при $t=(t_1+t_2)/2=(125+58,4)/2=91,7^\circ\text{C}$.

Тепловая сеть микрорайона имеет две практически равноценные по длине и по расходу теплоносителя главные магистрали.

Расчёт магистрали 1.

Участок №2 (по схеме №1)

По значениям расхода $G_2= 205957,7 \text{ кг/ч} = 57,21\text{кг/с}$; и диаметра $D_2=259 \text{ мм}$; определяем по номограмме (Рис.5.2.стр 66); удельное линейное сопротивление участка $R_{л2}=51 \text{ Па/м}$;

Эквивалентная длина участка №2 [2, Прил.4.]

Задвижки	$3,6*1=3,6$
----------	-------------

Тройник	$5,6*1=5,6$
---------	-------------

$$L_э=9,2\text{м}$$

Приведённая длина участка №2

$$L_{п2}=40+9,2=49,2\text{м.}$$

Действительное падение давления на участке №2 (в одном направлении)

$$\Delta P_2=R_{л2}*L_{п2}=51*49,2=2509,2\text{Па; или}$$

$$\Delta H_2=\Delta P_2/\rho g= 2509,2 / 9,81*970=0,26\text{м.}$$

Аналогично рассчитываются все последующие участки магистрали 1.

Расчёт ответвлений.

Участок №16 (по схеме №1)

По значениям расхода $G_{16}=7111,3$ кг/ч= $1,97$ кг/с; и диаметра $D_{16}=82$ мм; определяем по номограмме удельное линейное сопротивление участка $R_{л}=28$ Па/м;

Эквивалентная длина участка №16

Гнутое колено гладкое $1,36*1=1,36$

Задвижка $1,53*1=1,53$

Тройник $8,84*1=8,84$

$$L_{э}=11,73\text{м}$$

Приведённая длина участка №16

$$L_{п16}=15+11,73=26,73\text{м.}$$

Действительное падение давления на участке №16 (в одном направлении)

$$\Delta P_{16}=R_{л16}*L_{п16}=28*26,73=748,44 \text{ Па; или}$$

$$\Delta H_{16}=\Delta P_{16}/\rho g= 748,44/ 9,81*970=0,08\text{м.}$$

Полученные данные занесены в таблицу.

Таблица8

Результаты гидравлического расчёта

Участок №	G	d	$R_{л}$	L	$L_{э}$	$L_{п}$	ΔP	ΔH	ΣH
	кг/ч	мм	Па/м	м	м	м	Па	м	м
Участок №1	434744,7	309	82	190	40,74	230,74	18920,7	1,99	1,99
Магистраль 1									
Участок №2	205957,7	259	51	40	9,2	49,2	2509,2	0,26	2,25
Участок №3	198372,7	259	44	85	0,56	85,56	3764,6	0,396	2,646
Участок №4	190787,7	259	42	58	12,88	70,88	2976,96	0,31	2,956
Участок №5	183676,4	259	40	49	0,56	49,56	1982	0,208	3,164
Участок №6	153220,3	259	26	55	28,56	83,56	2172,56	0,22	3,384
Участок №7	146109	259	24	50	0,56	50,56	1213,44	0,128	3,512
Участок №8	107402	207	40	64	22,1	86,1	3444	0,36	3,872
Участок №9	85724	207	23	104	21,73	124,73	2869	0,3	4,172

Участок№10	78612,7	207	20	55	9,77	64,77	3562,35	0,374	4,546
Участок№11	71501,4	207	15	53	21,73	74,73	1120,95	0,118	4,664
Участок№12	32690,6	125	60	114	39,1	153,1	9186	0,96	5,624
Участок№13	23114,6	125	30	258	40,63	298,63	8958,9	0,94	6,564
Участок№14	14222,6	100	38	60	2,21	62,21	2363,98	0,24	6,804
Участок№15	7111,3	82	28	97	3,57	100,57	2815,96	0,3	7,104
Расчёт ответвлений									
Участок№16	7111,3	82	28	15	11,73	26,73	748,44	0,08	6,884
Участок№17	8892	82	40	40	21,59	61,59	2463,6	0,25	6,814
Участок№18	9576	82	53	50	21,59	71,59	3794,27	0,4	6,024
Участок№19	5786	82	18	45	3,57	48,57	874,26	0,09	4,754
Участок№20	33024,8	150	25	48	31,21	79,21	1980,25	0,2	4,864
Участок№21	25913,5	150	16	93	16,58	108,58	1737,28	0,18	5,044
Участок№22	10658,5	100	23	23	12,31	35,31	812,13	0,08	5,124
Участок№23	15255	100	46	62	12,31	74,31	3418,26	0,36	5,404
Участок№24	7111,3	82	28	2	21,59	24,59	660	0,07	4,934
Участок№25	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	4,764
Участок№26	7111,3	82	28	55	21,59	76,59	2144,5	0,22	4,392
Участок№27	21678	125	28	30	21,59	51,59	1444,5	0,15	4,022
Участок№28	31895,7	150	24	106	50,95	156,95	3766,8	0,4	3,912
Участок№29	14219,4	100	40	108	11,29	119,29	4771,6	0,5	4,412
Участок№30	5327,4	82	16	65	8,67	73,67	1178,8	0,12	4,532
Участок№31	8892	82	40	40	10,03	50,03	2001,2	0,21	4,622
Участок№32	10265	100	22	98	10,03	108,03	2376,7	0,25	4,162
Участок№33	7111,3	82	28	50	22,92	72,92	2041,76	0,22	4,132
Участок№34	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	3,712
Участок№35	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	3,584
Участок№36	30456	150	22	48	16,91	64,91	1428,02	0,15	3,314

Участок№37	23344,7	125	31	66	6,43	72,43	2455,5	0,26	3,574
Участок№38	18017,3	125	20	20	1,87	21,87	437,4	0,046	3,62
Участок№39	12689,9	100	31	60	6,43	66,43	2059,3	0,26	3,88
Участок№40	5327,4	82	16	20	8,67	28,67	458,7	0,05	3,67
Участок№41	5327,4	82	16	20	8,67	28,67	458,7	0,05	3,624
Участок№42	7111,3	82	28	2	21,59	23,59	660	0,07	3,384
Участок№43	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	3,156
Участок№44	7585	82	28	2	21,59	23,59	660	0,07	2,716
Участок№45	7585	82	28	2	21,59	23,59	660	0,07	2,32
Магистраль 2									
Участок№46	228787	259	62	36	22,6	58,6	3633,2	0,38	2,37
Участок№47	223001	259	60	55	5,04	60,04	3602,4	0,37	2,74
Участок№48	215890	259	59	73	9,52	82,52	4868,7	0,51	3,25
Участок№49	208778,8	259	58	25	0,56	25,56	1482,48	0,156	3,406
Участок№50	171466,9	259	38	35	0,56	35,56	1351,28	0,142	3,548
Участок№51	164355,7	259	35	60	28,56	88,56	3099,6	0,326	3,874
Участок№52	157244,4	259	33	50	0,56	50,56	1668,48	0,175	4,049
Участок№53	150133,1	259	28	50	0,56	50,56	1415,68	0,15	4,199
Участок№54	143021,8	259	24	50	28,56	78,56	1885,4	0,198	4,397
Участок№55	135910,5	259	21	43	0,56	43,56	914,76	0,096	4,493
Участок№56	128799,2	259	20	88	28,56	116,56	2331,2	0,245	4,738
Участок№57	116481,6	259	17	88	28,56	116,56	1981,56	0,21	4,948
Участок№58	69325,9	207	21	60	21,56	81,56	1712,8	0,21	5,158
Участок№59	62214,6	207	15	67	21,56	88,56	1328,40	0,14	5,298
Участок№60	40883,9	150	30	50	0,29	50,29	1508,7	0,158	5,456
Участок№61	21333,9	125	27	205	12,45	217,45	5871,1	0,617	6,073
Участок№62	14222,6	100	41	80	3,01	83,01	3403,41	0,36	6,433
Участок№63	7111,3	82	28	80	1,65	81,65	2286,2	0,24	6,673
Расчёт									

ответвлений									
Участок№64	7111,3	82	28	15	11,73	26,73	748,44	0,08	6,513
Участок№65	7111,3	82	28	2	21,59	23,59	660	0,07	6,143
Участок№66	7111,3	82	28	60	22,95	82,95	2322,6	0,24	5,696
Участок№67	14222,6	100	40	40	22,95	62,95	2518	0,26	5,716
Участок№68	7111,2	82	28	90	1,65	91,65	2566,2	0,27	5,986
Участок№69	7111,2	82	28	5	11,73	16,73	468,44	0,05	5,766
Участок№70	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	5,498
Участок№71	14219,4	100	40	104	32,37	136,37	5454,8	0,57	5,868
Участок№72	14219,4	82	115	52	1,53	53,53	6156	0,65	6,518
Участок№73	5786	82	18	93	3,23	96,23	1678,14	0,176	6,694
Участок№74	7111,2	82	28	5	11,73	16,73	468,44	0,05	6,568
Участок№75	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	5,358
Участок№76	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	5,148
Участок№77	25961,2	150	17	65	54,09	119,09	2024,53	0,21	5,158
Участок№78	17069,2	100	67	135	7,04	142,04	9516,68	1	6,158
Участок№79	9576	82	53	43	13,09	56,09	2972,8	0,31	5,468
Участок№80	14083,2	100	40	120	22,95	144,95	5789	0,6	5,548
Участок№81	12317,6	100	30	20	21,59	41,59	1247,7	0,13	4,868
Участок№82	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	4,693
Участок№83	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	4,597
Участок№84	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	4,399
Участок№85	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	4,249
Участок№86	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	4,074
Участок№87	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	3,748
Участок№88	37311,9	150	31	187	39,79	226,79	7030,5	0,74	4,146
Участок№89	11573,2	100	27	42	0,29	42,29	1141,83	0,12	4,266
Участок№90	9258	82	45	30	10,03	40,03	1801,35	0,19	4,456
Участок№91	2315,2	51	41	21	10,22	31,22	1280	0,13	4,396

Участок№92	25738,7	150	16	21	16,91	37,91	606,6	0,06	4,206
Участок№93	7111,3	82	28	47	21,59	68,59	1920,5	0,2	3,45
Участок№94	7111,3	82	28	13	21,59	34,59	968,5	0,1	2,84
Участок№95	5786	82	18	15	21,59	36,59	658,6	0,07	2,52

5 Наладка присоединённых систем

Из пьезометрического графика видно, что на участках присоединения внутренних систем имеются избытки напора.

Считаю необходимым насчитать диаметры сопел элеваторов присоединённых систем по методике предложенной [6] в СНиП 2.04.14-88 (1998).

Диаметр сопла элеватора d_c , мм, следует определять по формуле

$$d_c = 9.6 \sqrt[4]{\frac{G_{do}^2}{H_1}}, \text{ мм} \quad (5.1)$$

где H_1 — напор перед элеватором, определяемый по пьезометрическому графику, м.

Диаметр сопла следует определять с точностью до десятых долей миллиметра с округлением в меньшую сторону и принимать не менее 3 мм. Если диаметр сопла, определенный по формуле, получается менее 3 мм, избыток напора следует гасить регулирующим клапаном или дроссельной диафрагмой, устанавливаемыми перед элеватором.

Наладка присоединённых системы Весенняя №1

$$d_c = 9.6 \sqrt[4]{\frac{G_{do}^2}{H_1}} = 9.6 \sqrt[4]{\frac{7,6685^2}{27,952}} = 11,561 \approx 11,5 \text{ мм.}$$

Аналогично выполнены все последующие расчёты, полученные данные сведены в таблицу.

Таблица 9

Объекты: жилые дома

Адрес объекта	$G_{\text{омах}}$	№участка	$\Sigma \Delta H$	H_1	D_c
Улица, № дома	кг/ч		м		
Весенняя №1	7668,5	Участок№18	6,024	27,952	11,5

Весенняя №3/а 3/б	11376	Участок№23	5,404	29,192	13,9
Весенняя №5	5688	Участок№68	5,986	28,028	9,9
Весенняя №5/1	7113	Участок№17	6,814	26,372	11,3
Весенняя №5/2	4260	Участок№73	6,694	26,612	8,7
Весенняя №6	5688	Участок№63	6,673	26,654	10,0
Весенняя №7	5688	Участок№16	6,884	26,232	10,1
Весенняя №8	5688	Участок№64	6,513	26,974	10,0
Весенняя №9	5688	Участок№15	7,104	25,792	10,1
Проспект Шахтёров №134	4474	Участок№19	4,754	30,492	8,7
Проспект Шахтёров №136	5688	Участок№24	4,934	30,132	9,7
Проспект Шахтёров №138	5688	Участок№25	4,764	30,472	9,7
Проспект Шахтёров №140	5688	Участок№26	4,392	31,216	9,6
Проспект Шахтёров №142	5688	Участок№33	4,132	31,736	9,6
Проспект Шахтёров №142/2 142/3 магазин «Электрик Сити»	17376,5	Участок№27	4,022	31,956	16,8
Проспект Шахтёров №144	5688	Участок№34	3,712	32,576	9,5
Проспект Шахтёров №146	5688	Участок№35	3,584	32,832	9,5
Проспект Шахтёров №148	5688	Участок№42	3,384	33,232	9,5
Проспект Шахтёров №150	5688	Участок№43	3,156	33,688	9,5
Проспект Шахтёров №152	5835	Участок№44	2,716	34,568	9,7
Проспект Шахтёров №154	5835	Участок№45	2,32	35,36	9,6

Проспект Шахтёров №156	4474	Участок№95	2,52	34,96	8,3
Вокзальная №2	5688	Участок№94	2,84	34,32	9,4
Вокзальная №4	5688	Участок№93	3,45	33,1	9,5
Вокзальная №6	5688	Участок№87	3,748	32,504	9,5
Вокзальная №8	5688	Участок№86	4,074	31,852	9,6
Вокзальная №8/1	4260	Участок№41	3,624	32,752	8,2
Вокзальная №10	5688	Участок№85	4,249	31,502	9,6
Вокзальная №10/1	4260	Участок№40	3,67	32,66	8,2
Вокзальная №12	5688	Участок№84	4,399	31,202	9,6
Вокзальная №12/1	7113	Участок№31	4,622	30,756	10,8
Вокзальная №14	5688	Участок№83	4,597	30,806	9,7
Вокзальная №16	5688	Участок№82	4,693	30,614	9,7
Вокзальная №18	7113	Участок№79	5,468	29,064	11,0
Вокзальная №16/1	4260	Участок№30	4,532	30,963	8,4
Сергея Лазо №113	5688	Участок№65	6,143	27,714	9,9
Сергея Лазо №115	5688	Участок№69	5,766	28,468	9,9
Сергея Лазо №113/1	4260	Участок№66	5,696	28,608	8,5
Сергея Лазо №117	5688	Участок№70	5,498	29,004	9,9
Сергея Лазо №117/1	7113	Участок№74	6,568	26,864	11,1
Сергея Лазо №119	5688	Участок№75	5,358	29,284	9,8
Сергея Лазо №121	5688	Участок№76	5,148	29,704	9,8
Сергея					

Лазо №123	10276	Участок№81	4,868	30,264	13,1
-----------	-------	------------	-------	--------	------

Таблица 9.1

Объекты: общественные здания

Поликлиника, стационар.	20178	Участок№92	4,206	31,588	18,1
Детская поликлиника, хоз часть	8261,9	Участок№90	4,456	31,088	11,68
2-е детское отделение	1897,7	Участок№91	4,396	31,208	5,6
Детский комбинат №32	9178,9	Участок№22	5,124	29,752	12,45
Школа№38	14162,2	Участок№78	6,158	27,684	15,74
Детские Ясли №56	9178,9	Участок№32	4,162	31,676	12,25
Детский комбинат№20	11320	Участок№39	3,88	32,24	13,55

6 Контрольно-измерительные приборы и автоматика

Целью данного раздела является разработка системы автоматического регулирования подачи теплоносителя (горячей воды) для отопления и горячего водоснабжения жилого микрорайона, с целью поддержания оптимальной температуры воздуха в помещении, в зависимости от наружной температуры. Результат – экономия теплоносителя.

6.1 Краткое описание технологической схемы

Присоединение подогревателей горячего водоснабжения выполнено по двухступенчатой последовательной схеме. Сетевая вода перед поступлением в систему отопления проходит через подогреватель верхней ступени, где температура её снижается от t_1 до $t_{1,0}$. Расход воды на горячее водоснабжение изменяется регулятором температуры РТ. Обратная вода после системы отопления поступает в подогреватель нижней ступени, где остывает от $t_{2,0}$ до t_2 . Постоянный расход сетевой воды на вводе поддерживается регулятором РР. Последовательное включение подогревателя верхней ступени даёт возможность использовать в качестве теплового аккумулятора строительные конструкции здания. В часы максимального водопотребления снижается

температура воды, поступающей в систему отопления, что приводит к уменьшению отдачи тепла. Этот небаланс компенсируется в часы минимального водопотребления, когда в систему отопления поступает вода с температурой более высокой, чем требуется по отопительному графику.

6.2 Структурная схема АСР

В закрытых системах теплоснабжения постоянная температура нагреваемой водопроводной воды поддерживается путём изменения расхода греющей воды, поступающей в подогреватель. Импульсом регулирования является температура воды, заполняющей местную систему горячего водоснабжения. В качестве датчика температуры применяют термопреобразователь сопротивления. Термопреобразователь сопротивления устанавливают на трубе, ввинчивают в специальный патрубок на подогревателе. Принцип действия термопреобразователя сопротивления основан на изменении сопротивления его рабочего конца при изменении температуры. В случае изменения температуры, сигнал с ТПС поступает на блок преобразования сигнала 1б, где этот сигнал преобразуется из неунифицированного в унифицированный токовый сигнал. После чего унифицированный сигнал подаётся на регулятор температуры горячего водоснабжения Р25 обозначенный 1г, где сигнал сравнивается с сигналом задания в блоке 1в - ручной задатчик. После сравнения сигнал рассогласования поступает через блок ручного управления 1д, на бесконтактный реверсивный пускатель 2а, где сигнал усиливается до напряжения 220В и поступает на исполнительный механизм 2Б, установленный на приводе регулирующего клапана, установленного на подающем трубопроводе сетевой воды второй ступени водонагревателя. Процент открытия или закрытия задвижки (положения регулирующего органа), оценивают с помощью дистанционного указателя положения. Структурная схема расположена в графической части, лист №7.

6.3 Обзор и выбор существующей аппаратуры измерения и

регулирования

Для учета расхода тепловых нагрузок и расхода воды потребителями должны предусматриваться приборы учета тепловой энергии в соответствии с «Правилами учета отпуска тепловой энергии». При независимом присоединении систем отопления к тепловым сетям следует предусматривать горячеводный водомер на трубопроводе для подпитки систем. Длина прямых участков трубопровода до и после измерительных устройств расходомеров должна определяться в соответствии с инструкциями на приборы.

В МТП должны предусматриваться:

а) манометры показывающие:

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

после узла смешения;

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 трубопроводах водяных тепловых сетей после узла смешения;

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.

Согласно структурной схеме разработана функциональная схема и заказная спецификация (графическая часть, лист №7).

Заключение

В выпускной квалификационной работе выполнены: расчёт тепловых нагрузок на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, а также расчёт расходов сетевой воды на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, суммарный расчётный расход сетевой воды в двухтрубных тепловых сетях в закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты. Проверочный гидравлический расчёт тепловых сетей, показал, что пропускная способность трубопроводов тепловой сети достаточна для перевода системы теплоснабжения микрорайона из открытой в закрытую. Гидравлическое сопротивление, имеющееся в тепловой сети, не превышает располагаемый перепад давлений. Пьезометрический напор на конечных МТП не менее 20 метров, поэтому произведена дополнительная наладка присоединённых систем. В качестве подогревателей ГВС применены секционные водоводяные подогреватели с длиной секции 4 метра (по ОСТ 34-588-68*), в целях улучшения качества горячего водоснабжения применены циркуляционные насосы. МТП оснащены всей необходимой автоматизацией и контрольно-измерительными приборами. Технико-экономическое обоснование проекта показало, что реализация проекта принесёт реальный экономический эффект. Срок окупаемости проекта менее двух лет, а реализация проекта проведения реконструкции МТП не требует больших капитальных вложений, кроме того возможна поэтапная реализация проекта.

Список литературы

- 1 СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети». Нормы проектирования.- М.: Стройиздат, 1987.
- 2 «Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям» А.П. Сафонов.- М.: Энергоатомиздат, 1995.
- 3 «Теплоснабжение» В.Е.Козин, Т.А.Левина. –М.: Высшая школа, 1980.
- 4 СНиП 41.101-95 «Тепловые пункты».- М.: Госстрой России, 1999.
- 5 СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация».
- 6 Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей А.А.Николаева.- М.: Энергия, 1965.
- 7 Теплофикация и тепловые сети. Е.Я.Соколов.- М.: Энергия, 1982.
- 8 Справочное пособие по проектированию систем автоматизации технологических процессов. Под редакцией А.С.Клюева, Б.В.Глазова и другие. М.: Энергия, 1980.
- 9 Технологические измерения и приборы. Под редакцией А.В.Волошенко, В.В.Медведева. Томск, 2006.
- 10 Абонентские установки водяных тепловых сетей. Н.К.Громов. Проектирование и эксплуатация.- М.: Энергия, 1979.
- 11 Городские теплофикационные системы. Н.К.Громов.- М.: Энергия, 1974.
- 12 Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник. В.И. Манюк, Я.И. Каплинский.- М.: Стройиздат, 1988.
- 13 Экономика, организация и планирование энергетического производства. Под редакцией С.Л.Прузнера. М.: Энергия, 1976.
- 14 Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий. Под редакцией Б.А.Ляликова. Томск, 2005.
- 15 Введение в механику жидкости: учебное пособие. Е.П.Валуева, В.Г.Свиридов.-М.: Издательство МЭИ, 2001.
- 16 Гидравлика и гидравлические машины: учебное пособие. В.Ф.Медведев. Минск.: Высшая школа, 1988.

11.Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

УКРУПНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА 1м² ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ q_o , Вт

Этаж-ность жилой по- строй- ки	Характе- ристика зданий	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления t_o , °С										
		Ми нус 5	ми нус 10	ми нус 15	ми нус 20	ми нус 25	ми- нус 30	ми- нус 35	ми нус 40	ми- нус 45	ми нус 50	ми- нус 55
Для постройки до 1985 г.												
1 - 2	Без учета и внедрения энергосбе- регающих мероприя- тий	148	154	160	205	213	230	234	237	242	255	271
3 - 4 5 и бо- лее		95 65	102 70	109 77	117 79	126 86	134 88	144 98	150 102	160 109	169 115	179 122
1 - 2	С учетом внедрения энергосбе- регающих мероприя- тий	147	153	160	194	201	218	222	225	230	242	257
3 - 4 5 и бо- лее		90 65	97 69	103 73	111 75	119 82	128 88	137 92	140 96	152 103	160 109	171 116
Для постройки после 1985 г.												
1 - 2	По новым типовым проектам	145	152	159	166	173	177	180	187	194	200	208
3 - 4 5 и бо- лее		74 65	80 67	86 70	91 73	97 81	101 87	103 87	109 95	116 100	123 102	130 108
Примечания: 1. Энергосберегающие мероприятия обеспечиваются проведением работ по утеплению зданий при капитальных и текущих ремонтах, направленных на снижение тепловых потерь.												
2. Укрупненные показатели зданий по новым типовым проектам приведены с учетом внедрения прогрессивных архитектурно-												

планировочных решений и применения строительных конструкций с улучшенными теплофизическими свойствами, обеспечивающими снижение тепловых потерь.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

УКРУПНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СРЕДНЕГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ q_h

Средняя за отопительный период норма расхода воды при температуре 55°C на горячее водоснабжение в сутки на 1 чел., проживающего в здании с горячим водоснабжением, л	На одного человека, Вт, проживающего в здании		
	с горячим водоснабжением	с горячим водоснабжением с учетом потребления в общественных зданиях	без горячего водоснабжения с учетом потребления в общественных зданиях
85	247	320	73
90	259	332	73
105	305	376	73
115	334	407	73

Приложение 3.

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды л/с
1	2	3
1. Жилые дома квартирного типа:		
с водопроводом и канализацией без ванн	1 житель	—
с газоснабжением	то же	—
с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	„	—
с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	„	—
с быстродействующими газовыми нагревателями и многоточечным водоразбором	„	—

централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и душами	„	85
с сидячими ваннами, оборудованными душами	„	90
с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	„	105
высотой св. 12 этажей с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к их благоустройству	1 житель	115
2. Общежития:		
с общими душевыми	то же	50
с душами при всех жилых комнатах	"	60
с общими кухнями и блоками душевых на этажах при жилых комнатах в каждой секции здания	„	80
3. Гостиницы, пансионаты и мотели с общими ваннами и душами	"	70
4. Гостиницы и пансионаты с душами во всех отдельных номерах	„	140
5. Гостиницы с ваннами в отдельных номерах, % от общего числа номеров:		
до 25		
„ 75	„	100
„ 100	„	150
	„	180
6. Больницы:		
с общими ваннами и душевыми	1 койка	180
с санитарными узлами, приближенными к палатам	1 койка	180
инфекционные	то же	110
7. Санатории и дома отдыха:		
с ваннами при всех жилых комнатах	"	120
с душами при всех жилых комнатах	„	75
8. Поликлиники и амбулатории	1 больной в смену	6
9. Детские ясли-сады:		
с дневным пребыванием детей:		
со столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	11,5
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	то же	25

с круглосуточным пребыванием детей: со столовыми, работающими на полуфабрикатах	"	21,4
со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	1 ребенок	28,5
10. Пионерские лагеря (в том числе круглогодичного действия):		
со столовыми, работающими на сырье и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами	1 место	40
со столовыми, работающими на полуфабрикатах и стиркой белья в централизованных прачечных	то же	30
11. Прачечные:		
механизированные	1 кг сухого белья	25
немеханизированные	то же	15
12. Административные здания	1 работающий	5
13. Учебные заведения (в том числе высшие и средние специальные) с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	1 учащийся и 1 преподаватель	6
14. Лаборатории высших и средних специальных учебных заведений	1 прибор в смену	112
15. Общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 учащийся и 1 преподаватель в смену	3
То же, с продленным днем	то же	3,4
16. Профессионально-технические училища с душевыми при гимнастических залах и столовыми, работающими на полуфабрикатах	"	8
17. Школы-интернаты с помещениями:		
учебными (с душевыми при гимнастических залах)	"	2,7
спальными	1 место	30
18. Научно-исследовательские институты и лаборатории:		
химического профиля	1 работающий	60
биологического профиля	то же	55
физического профиля	"	15
естественных наук	"	5
19. Аптеки:		
торговый зал и подсобные помещения	"	5
лаборатория приготовления лекарств	"	55

20. Предприятия общественного питания:		
для приготовления пищи:		
реализуемой в обеденном зале	1 условное блюдо	4
продаваемой на дом	то же	3
выпускающие полуфабрикаты:		
мясные	1 т	—
рыбные	то же	—
овощные	”	—
кулинарные	”	—
21. Магазины:		
продовольственные	1 работающий в смену (20 м ² торгового зала)	65
промтоварные	1 работающий в смену	5
22. Парикмахерские	1 рабочее место в смену	33
23. Кинотеатры	1 место	1,5
24. Клубы	то же	2,6
25. Театры:		
для зрителей	”	5
„ артистов	1 артист	25
26. Стадионы и спортзалы:		
для зрителей	1 место	1
„ физкультурников (с учетом приема ду- ша)	1 физкультурник	30
для спортсменов	1 спортсмен	60
27. Плавательные бассейны:		
пополнение бассейна	% вместимости бассейна в сутки	—
для зрителей	1 место	1
„ спортсменов (с учетом приема душа)	1 спортсмен (1 физкультур- ник)	60
28. Бани:		
для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе	1 посетитель	—
то же, с приемом оздоровительных процедур и ополаскиванием в душе:	то же	—
душевая кабина	”	—
ванная кабина	”	—
29. Душевые в бытовых помещениях промыш- ленных предприятий	1 душевая сетка в смену	—

30. Цехи с тепло-выделениями св. 84 кДж на 1 м ³ /ч	1 чел. в смену	—
31. Остальные цехи	то же	—
32. Расход воды на поливку:		
травяного покрова	1 м ²	—
футбольного поля	то же	—
остальных спортивных сооружений	”	—
усовершенствованных покрытий, тротуаров, площадей, заводских проездов	1 м ²	—
зеленых насаждений, газонов и цветников	то же	—
33. Заливка поверхности катка	”	—

Примечания: 1. Нормы расхода воды установлены для основных потребителей и включают все дополнительные расходы (обслуживающим персоналом, душевыми для обслуживающего персонала, посетителями, на уборку помещений и т. п.).