

Областное государственное автономное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Белгородский индустриальный колледж»

## ***Методические указания***

к выполнению курсового проекта,  
по профессиональному модулю

### ***ПМ 02 «Ремонт теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения»***

для специальности

***13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование***

Разработчик:  
Преподаватель  
Белгородского индустриального колледжа Ткачев П.М.

Белгород 2020 г.

## Введение

Настоящие методические указания предназначены для руководителей и консультантов по курсовому проектированию, а также для студентов, выполняющих курсовой проект по теме «Теплоснабжение района города» (Профессиональный модуль ПМ02 «Ремонт теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения», специальность 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование»).

Задачей курсового проектирования является развитие способностей студентов к самостоятельной работе, осмыслению и закреплению знаний по основным вопросам дисциплины «Теплоснабжение» и расширение расчетно-графических навыков.

Данные методические указания составлены применительно к объему курсового проекта и охватывают вопросы проектирования систем теплоснабжения.

В каждом разделе методических указаний приведены формулы и порядок для выполнения расчетов, в конце методических указаний даны приложения с материалами справочного характера и список литературы, используемой при выполнении курсового проекта.

Настоящие методические указания составлены с целью ознакомления студентов с порядком и методикой расчетов по курсовому проекту «Теплоснабжение района города»

Основными задачами централизованного теплоснабжения являются улучшение обеспечения теплом промышленности и жилищного хозяйства, экономия теплоты, совершенствование схем, совершенствование надежности тепловых сетей, улучшение экологической обстановки в городах и др.

Системы централизованного теплоснабжения характеризуется сочетанием трех основных звеньев: теплоисточников, тепловых сетей и местных систем теплоснабжения.

Транспортирование тепловой энергии от теплоисточников к потребителям (жилым домам, общественным, административным зданиям и т.д.) осуществляется по специальным трубопроводам, называемым тепловыми сетями. Они являются одним из наиболее трудоемких и дорогостоящих элементов системы теплоснабжения.

Тепловые сети представляют собой сложные сооружения, состоящие из соединенных между собой труб, тепловой изоляции, компенсаторов линейных температурных удлинений, подвижных и неподвижных опор, запорной и регулирующей арматуры, строительных конструкций и т.д.

Существенным элементом системы централизованного теплоснабжения являются установки, размещаемые в узлах присоединения к тепловым сетям местных систем теплоиспользования. В таких установках осуществляется контроль работы тепловых сетей и систем теплоиспользования и управление ими. Здесь производится измерение параметров теплоносителя и регулирования отпуска теплоты. От работы таких установок зависит в значительной мере надежность и экономичность систем теплоснабжения в целом.

Исходные данные для проектирования:

1. Генплан района с указанием места ввода теплосети в квартал с нанесенными объектами теплопотребления:

Рельеф местности принимается условно ровным, с одинаковой отметкой поверхности земли.

2. Место расположения района – город, согласно приложения

3. Система теплоснабжения - двухтрубная водяная

4. Источник теплоты - ТЭЦ

5. Температурный график - 150-70°С

6. Вид прокладки тепловых сетей .

7. Конструкция тепловой изоляции.

Курсовой проект состоит из расчетно - пояснительной записки и графической части, включающей один лист формата А1 (594x841 )

Расчетно - пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

Введение.

1. Тепловое потребление.
2. Гидравлический расчет тепловых сетей.
3. Пьезометрический график и выбор схем присоединения абонентов к тепловой сети.
4. Тепловой расчет изоляционной конструкции.

#### Заключение.

Все расчеты должны сопровождаться соответствующими пояснениями и ссылками на использованные источники.

В записке должен быть представлен следующий графический материал:

1. график часовых расходов теплоты на отопление и горячее водоснабжение в зависимости от температуры наружного воздуха и график годового расхода тепла по продолжительности стояния наружных температур;
2. температурный график;
3. расчетная схема для гидравлического расчета;
4. пьезометрический график,

Пояснительную записку составляют на форматах А4, а необходимые схемы, таблицы и чертежи допускается выполнять на листах любых форматов, установленных ГОСТ 2.301. При этом основную надпись выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104 по форме 2а, а для заглавного листа – по форме 2 «Единых требований к оформлению курсовых и дипломных проектов» (л.16).

Оформление пояснительной записки производится в соответствии с приложениями 6-12.(л.16).

Листы пояснительной записки нумеруются, начиная с титульного листа. Результаты расчета могут формироваться в виде таблицы. В пояснительной записке даются ссылки на все расчетные табличные данные. Приводится размерность каждого параметра.

Пояснительная записка комплектуется в следующем порядке:

1. титульный лист;
2. задание на курсовое проектирование;
3. содержание, где перечисляются все разделы пояснительной записки;
4. разделы пояснительной записки;
5. список использованных источников.

В графической части проекта приводятся:

1. генплан района города с нанесением трассы тепловых сетей , камер, неподвижных опор и расстояний между ними (М 1 : 500);

2. монтажная схема теплопроводов, на которой показывают узлы ответвлений трубопроводов, компенсаторы, неподвижные опоры, задвижки, дренажные узлы, диаметры трубопроводов.

Графическая часть курсового проекта выполняется в соответствии с действующими стандартами ЕСКД и должна соответствовать требованиям ГОСТ 21.204-93, ГОСТ 21.206-93, ГОСТ 21.205-82.

В правом нижнем углу каждого чертежа размещают основную надпись по форме 1 в соответствии с ГОСТ 2.104 (л 16.) – Приложение 10.

В левом верхнем углу каждого чертежа, согласно требованиям ГОСТ 2.104, вычерчивают поле графы (70×14мм) для перевернутого на 180° кода чертежа.

## **1. Тепловое потребление**

Определение тепловых потоков (тепловых нагрузок, расходов теплоты), отпускаемых потребителям из тепловых сетей является первым этапом при проектировании этих сетей, а так же при разработке схем теплоснабжения.

Отпуск теплоты из водяных тепловых сетей производится, прежде всего, в системы отопления, вентиляции и кондиционирования зданий, предназначенные для поддержания в помещении заданных нормами комфортных условий, в первую очередь, температуры воздуха, а также его состава, независимо от колебаний температуры наружного воздуха.

Поддержание заданной температуры воздуха в помещении требует подачи теплоты в течение значительной части года, называемой отопительным периодом. Поддержание заданного состава воздуха в помещениях за счет удаления из них влажного и загрязненного воздуха обеспечивается системами вентиляции этих помещений. Перечисленные расходы теплоты относятся к сезонным тепловым нагрузкам.

За счет отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения могут быть еще обеспечены круглогодичные тепловые нагрузки: использование теплоты в системах горячего водоснабжения (ГВС), использование теплоты для технологических целей предприятий.

Теплоснабжение района города в настоящем проекте, согласно задания осуществляется от ТЭЦ. Задана водяная двухтрубная система теплоснабжения. В двухтрубных системах тепловая сеть состоит из двух линий: подающей и обратной. По подающей линии горячая вода подводится

от станции к абонентам, по обратной линии охлажденная вода возвращается на станцию. Такие системы хороши тем, что требуют меньше начальных вложений и дешевле в эксплуатации.

В зависимости от способа приготовления горячей воды системы теплоснабжения бывают открытыми и закрытыми.

Основной особенностью открытых систем теплоснабжения является непосредственный разбор воды из тепловой сети для горячего водоснабжения.

При открытых системах упрощается оборудование абонентских вводов, так как отпадает необходимость установки на вводах водяных подогревателей горячего водоснабжения.

Основным преимуществом открытых систем теплоснабжения является высокая эффективность теплофикации благодаря максимальному использованию низко потенциальных источников тепла на ТЭЦ для нагревания большого количества подпиточной воды. Так как на горячее водоснабжение в открытых системах расходуется деарированная сетевая вода - местные установки менее подвержены коррозии.

Недостатки открытых систем:

1. усложнение и удорожание станционной водоподготовки;
2. нестабильность воды, поступающей в водоразбор, по запаху, цветности и санитарным качествам при зависимой схеме присоединения отопительных установок к тепловой сети;
3. усложнение и увеличение объема санитарного контроля за системой теплоснабжения;
4. усложнение эксплуатации из-за нестабильности гидравлического режима тепловой сети, связанной с переменным расходом воды в обратной линии;
5. усложнение контроля герметичности системы теплоснабжения в связи с тем, что в открытых системах теплоснабжения величина подпитки не характеризует плотность системы,

При закрытой системе теплоснабжения водопроводная вода, поступающая в установки горячего водоснабжения, не имеет прямого контакта с сетевой водой, так как подогрев водопроводной воды осуществляется на абонентских вводах в поверхностных водоводяных подогревателях.

Гидравлическая изолированность водопроводной воды, поступающей в установки горячего водоснабжения, от воды, циркулирующей в тепловой сети, является преимуществом закрытой системы.

Благодаря этому обеспечивается стабильное качество горячей воды, поступающей в установки горячего водоснабжения, одинаковое с качеством водопроводной воды.

Чрезвычайно прост санитарный контроль системы горячего водоснабжения благодаря короткому пути прохождения водопроводной воды от ввода в здание до водоразборного крана.

Прост контроль герметичности теплофикационной системы, который производится по величине подпитки.

Основным недостатком закрытых систем являются:

1. усложнение оборудования и эксплуатации абонентских вводов горячего водоснабжения из-за установки водоводяных подогревателей;
2. выпадение накипи в водоводяных подогревателях и трубопроводах местных установок горячего водоснабжения при водопроводной воде, имеющей повышенную карбонатную жесткость;
3. коррозия местных установок горячего водоснабжения из-за поступления в них недеарированной водопроводной воды.

По способу присоединения теплопотребляющих установок абонентов к тепловой сети различают зависимые и независимые схемы присоединения.

При зависимой схеме присоединения теплопотребляющих установок абонентов к тепловой сети вода из тепловой сети непосредственно поступает в приборы абонентской установки.

При зависимых схемах присоединения давление в абонентской установке зависит от давления в тепловой сети. Оборудование абонентского ввода в этом случае проще и дешевле, чем при независимой схеме.

При зависимой схеме может быть получен большой перепад температур сетевой воды в абонентской установке, чем при независимой схеме, что уменьшает расход теплоносителя в сети, приводит к снижению диаметров сети и экономии на начальной стоимости тепловой сети и на эксплуатационных расходах.

Основным недостатком зависимой схемы присоединения является жесткая гидравлическая связь тепловой сети с отопительными приборами абонентских установок, имеющими, как правило, пониженную механическую прочность, что ограничивает пределы допустимых режимов работы системы централизованного теплоснабжения.

При независимой схеме присоединения вода из тепловой сети проходит через теплообменник, в котором нагревает вторичный теплоноситель, используемый в абонентской установке.

Поэтому по условиям надежности работы систем теплоснабжения крупных городов независимая схема является более предпочтительной. В тех же случаях, когда давление в тепловой сети в статических условиях превышает допустимый уровень давлений в абонентских установках, применение независимой схемы присоединения является обязательным, независимо от размеров системы централизованного теплоснабжения. Обязательным применение независимой схемы является при подключении абонентов этажностью 12 этажей и выше.

Наиболее распространенной зависимой схемой присоединения абонентских установок потребителей к тепловой сети является зависимая с элеваторным смешением.

Основными преимуществами элеватора как смесительного устройства является простота и надежность работы. В условиях эксплуатации элеватор не требует постоянного обслуживания.

Серьезным недостатком схемы с элеваторным смешением является отсутствие автономной, т.е. независимой от тепловой сети, циркуляции воды в местной отопительной установке, что очень опасно при аварийных ситуациях в тепловой сети.

Расчетные тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию зданий зависят от температур наружного воздуха для данного района, наружного объема зданий и их удельных характеристик. Технологические нагрузки зависят от профиля производственных предприятий и режима их работы. Нагрузки ГВС зависят от режима потребления горячей воды, благоустройства жилых и общественных зданий, состава населения и распорядка рабочего дня людей, а так же от режима работы коммунальных предприятий.

Расчетными называются максимальные тепловые нагрузки, на которые предусмотрены системы теплоснабжения. Под расчетной тепловой нагрузкой на горячее водоснабжение понимают максимальный часовой расход теплоты за сутки наибольшего водопотребления.

Максимальные тепловые потоки на отопление, вентиляцию и ГВС жилых, общественных и производственных зданий определяется:

для предприятий - по укрупненным ведомственным нормам или по проектам аналогичных предприятий;

для жилых районов городов и других населенных пунктов - по укрупненным показателям.

Расчетные тепловые нагрузки позволяют определять расход теплоносителя, мощность источника теплоснабжения, диаметр трубопроводов тепловых сетей.



Для заданного города следует принять следующие климатологические данные, которые являются исходными данными для курсового проекта:

- расчетную температуру наружного воздуха для проектирования отопления (средняя наиболее холодной пятидневки)  $t_{н.р.о}, ^\circ\text{C}$ ;
- расчетную температуру наружного воздуха для проектирования вентиляции (средняя наиболее холодного периода)  $t_{н.р.в}, ^\circ\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода  $n_{о,сут}$ ;
- продолжительность стояния температур наружного воздуха с интервалом  $5^\circ\text{C}$  в течение отопительного периода  $n,сут$ .

Все эти данные принимаются по приложению 1 «Климатологические данные населенных пунктов России для расчета отопительно-вентиляционных нагрузок и годового потребления тепла».

В соответствии со СНиП 41.02–2003. «Тепловые сети», при расчете графиков температур сетевой воды в системах централизованного теплоснабжения начало и конец отопительного периода при суточной температуре наружного воздуха принимаются:

- $+8^\circ\text{C}$  в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления до  $-30^\circ\text{C}$  и усредненной расчетной температурой внутреннего воздуха отапливаемых зданий  $18^\circ\text{C}$ ;
- $+10^\circ\text{C}$  в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления ниже  $-30^\circ\text{C}$  и усредненной расчетной температурой внутреннего воздуха отапливаемых зданий  $+20^\circ\text{C}$ .

Усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых производственных зданий, административных, лечебных, культурно-просветительских и детских учреждений принимается по приложению 4 «Удельные тепловые характеристики административных, лечебных и культурно-просветительных зданий и детских учреждений»

### ***1.1 Характеристика потребителей тепла***

Согласно исходным данным района строительства тепловой сети, типа и количества потребителей, необходимо дать краткое описание района строительства (этажность и тип зданий, количество жителей, описание потребителей тепла), дать классификацию систем теплоснабжения по следующим признакам: источник теплоты, вид теплоносителя, способ подачи воды на горячее водоснабжение, количество трубопроводов тепловых сетей, способ обеспечения потребителей тепловой энергией и др.

При описании системы теплоснабжения необходимо отметить ее положительные качества и недостатки, при этом следует обратить внимание на различие в стабильности гидравлических режимов систем и схем присоединения установок горячего водоснабжения к открытым и закрытым тепловым сетям, а также привести принципиальную схему приготовления воды для горячего водоснабжения.

Размеры зданий, их количество и назначение берем из задания на курсовое проектирование, при этом размеры зданий определяем таким образом:

На приложении к заданию измеряем размер стороны здания в мм (например 10мм);

Затем умножаем на коэффициент увеличения, указанный на этом же приложении (например  $10 \times 2,5 = 25$ мм);

Полученный результат соответствует размеру в М 1÷500, поэтому необходимо этот результат пересчитать из расчета в 1см.= 5м. (например  $2,5\text{см} \times 5 = 12,5\text{м}$ ).

Высоту одного этажа для жилого дома принимаем равной 3м, количество жителей – из расчета  $20\text{м}^2$  общей площади на одного жителя.

Высоту одного этажа общественных зданий принимаем равной 4м, количество единиц потребления горячей воды – из задания на курсовое проектирование.

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.1

Таблица 1.1 - Характеристика потребителей тепла

<i>№ п/п</i>	<i>Потребители тепла</i>	<i>Кол-во этажей</i>	<i>Высота здания, м</i>	<i>Площадь этажа, м<sup>2</sup></i>	<i>Объем, м<sup>3</sup></i>	<i>Кол-во единиц потребления</i>

## **1.2 Отопление**

Для расчета тепловой нагрузки системы отопления отдельного здания, пользуемся удельными тепловыми характеристиками зданий –  $q_0$ , значения которых изменяется обратно пропорционально объему здания и зависят от его назначения.

Численные значения удельных отопительных характеристик принимаем согласно приложения 4.

Расчетный расход тепла на отопление по укрупненным измерителям определяют по формуле:

$$Q_{o.p.} = 1,163 \cdot q_o \cdot \alpha \cdot (t_{вн} - t_{н.р.о}) \cdot V_n \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (1.1)$$

где  $q_o$ —удельная отопительная характеристика здания,  $\text{ккал/м}^3\text{ч}^\circ\text{C}$  принимается согласно приложения 4.

$\alpha$  – поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования отопления  $t_{н.р.о}$  в местности, где расположено рассматриваемое здание от  $t_{н.р.} = -35^\circ\text{C}$ ., при которой определено соответствующее значение  $q_o$  . Этот поправочный коэффициент принимаем по приложению 3.

$t_{вн}$  – усредненная расчетная внутренняя температура отапливаемых помещений,  $^\circ\text{C}$  по приложению 4;

$t_{н.р.о}$  – температура наружного воздуха для проектирования систем отопления,  $^\circ\text{C}$  , принимается в зависимости от назначения здания по приложению 4;

$V_n$  – строительная кубатура отапливаемых зданий,  $\text{м}^3$  (таблица 1.1).

Результаты расчета сводим в таблицу 1.2:

Таблица 1.2- Расчетный расход тепла на отопление

№ п/п	Потребители тепла	V, $\text{м}^3/\text{час}$	$\alpha$	$q_o$ , $\text{ккал/м}^3\text{ч}^\circ\text{C}$	$t_{вн.}$ , $^\circ\text{C}$	$t_{н.р.о.}$ , $^\circ\text{C}$	$Q_{o.p.}$ , $\text{кВт}$

### 1.3 Приточная вентиляция

Расчетный расход тепла на приточную вентиляцию определяем по формуле:

$$Q_v = 1,163 \cdot q_v \cdot \alpha \cdot (t_{вн} - t_{н.р.в}) \cdot V_n \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (1.2)$$

где  $t_{н.р.в.}$  – температура наружного воздуха для проектирования вентиляции по приложению 1.

$q_v$  - удельная вентиляционная характеристика здания,  $ккал/м^3ч^{\circ}C$  по приложению 4;

$t_{вн}$  – усредненная расчетная внутренняя температура отапливаемых помещений,  $^{\circ}C$  по приложению 4;

Результаты расчета сводим в таблицу 1.3:

Таблица 1.3- Расчетный расход тепла на вентиляцию

$N_{\text{п/п}}$	Потребители тепла	$V$ , $м^3/час$	$\alpha$	$q_v$ , $ккал/м^3ч^{\circ}C$	$t_{вн.}$ , $^{\circ}C$	$t_{н.р.в.}$ , $^{\circ}C$	$Q_{в.р.}$ , $кВт$

#### 1.4 Горячее водоснабжение

Среднечасовой тепловая нагрузка горячего водоснабжения потребителей тепловой энергии определяется по формуле:

$$Q_{гв.срч} = 1,163 \cdot \frac{m \cdot \dot{a} \cdot (55 - t_{х.з.})}{24} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (1.3)$$

где  $m$  – количество единиц потребления (таблица 1.1);

$t_{х.з.}$  – температура холодной водопроводной воды; (при отсутствии данных принимается равной  $5^{\circ}C$ )

$a$  – норма расхода горячей воды на 1 потребителя принимается по приложению 5 в зависимости от типа потребителей;

Максимальная нагрузка горячего водоснабжения определяется по формуле:

$$Q_{гв.макс.} = 2,4 Q_{гв.ср.}, \text{ кВт} \quad (1.4)$$

Средний тепловой поток на горячее водоснабжение в летний период определяется по формуле:

$$Q_{гв.ср.}^л = 0,64 Q_{гв.ср.}, \text{ кВт} \quad (1.5)$$

Результаты расчета сводим в таблицу 1.4:

Таблица 1.4 – Расчетный расход тепла на горячее водоснабжение

№ п/п	Потребители тепла	Кол-во единиц потребления, т	Норма водопотреб- ления, а, л/сут	$Q_{гв.ср.}$ , кВт	$Q_{гв.макс.}$ , кВт	$Q_{гв.ср.}^л$ , кВт

После определения  $Q_{о.р.}$ ,  $Q_{в.р.}$ ,  $Q_{гв.макс.}$ ,  $Q_{гв.ср.}$ ,  $Q_{гв.ср.}^л$ , для всех потребителей результаты расчетов сводим в таблицу 1.5:

Таблица 1.5 – Расчетный расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

№ п/п	Потребители тепла	Тепловая нагрузка, кВт					
		$Q_{о.р.}$	$Q_{в.р.}$	$Q_{гв.ср.}$	$Q_{гв.макс.}$	$Q_{гв.ср.}^л$	$\Sigma Q$
Итого:							

$$Q_{гв.макс.} = 2,4 \cdot Q_{гв.ср.}, \text{ кВт} . \quad (1.4)$$

Средний тепловой поток на горячее водоснабжение в неотапительный (летний) период

$$Q_{гв.ср.} = Q_{гв.ср.} \cdot \frac{55 - t_{х.л}}{55 - t_{х.з}} \beta, \text{ кВт}, \quad (1.5)$$

где  $t_{х.л}$  - температура холодной водопроводной воды в летний период, °С (принимается  $t_{х.л} = 15^\circ\text{C}$ );

$\beta$  - коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапительный период по отношению к отопительному периоду (для жилищно-коммунального сектора принимается равным 0,8).

### 1.5 Построение графиков расхода теплоты

После определения расчетного теплотребления приступаем к построению графиков часовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение района города.

Поскольку расход теплоты на отопление пропорционален разности температур  $t_{в.н.}$  и  $Q_o = f(t_{н.})$  график часового расхода теплоты на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха будет представлять прямую линию.

Его можно построить по двум точкам:

$$\text{при } t_{н.} = t_{н.р.о.}, ^\circ\text{C}; \quad Q_o = Q_{o.p.}, \text{кВт};$$

$$\text{при } t_{н.} = +8( +10 )^\circ\text{C}; \quad Q_o = Q_{o.p.} \cdot \frac{t_{вн} - t_{н.}}{t_{вн} - t_{нрo}}, \text{кВт}, \quad (1.6)$$

Расход теплоты на вентиляцию в диапазоне температур от  $+8( +10 )^\circ\text{C}$ ; до  $t_{н.р.в.}, ^\circ\text{C}$  так же зависит только от  $t_{н.}$ , следовательно график  $Q_v = f(t_{н.})$  может быть построен аналогично графику расхода теплоты на отопление:

$$\text{при } t_{н.} = t_{н.р.в.}, ^\circ\text{C}; \quad Q_v = Q_{o.v.}, \text{кВт};$$

$$\text{при } t_{н.} = +8( +10 )^\circ\text{C};$$

$$Q_v = Q_{o.v.} \cdot \frac{t_{вн} - t_{н.}}{t_{вн} - t_{нрв}}, \text{кВт} \quad (1.7)$$

При дальнейшем понижении температуры наружного воздуха от  $t_{н.р.в.}, ^\circ\text{C}$  до  $t_{н.р.о.}, ^\circ\text{C}$  в целях экономии топлива расход теплоты на вентиляцию сохраняют постоянным, за счет рециркуляции воздуха.

Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение является круглогодичной в течение отопительного периода условно принимается постоянной, не зависящей от температуры наружного воздуха. Поэтому график расхода

теплоты на горячее водоснабжение представляет собой прямую, параллельную оси абсцисс.

Суммарный график часовых расходов на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение строим сложением соответствующих ординат при  $t_{н.} = +8( +10 )^{\circ}C$ ;  $t_{н.р.в.},^{\circ}C$ , и  $t_{н.р.о.},^{\circ}C$ .

Для определения загрузки, режима работы и экономичности использования теплофикационного оборудования, подсчета выработки тепловой энергии пользуются годовым графиком расхода теплоты по продолжительности стояния температуры наружного воздуха.

Он строится на основании графика часовых расходов теплоты и состоит из двух частей: левой – графика зависимости часовых расходов теплоты от температуры наружного воздуха и правой – годового графика теплоты.

На годовом графике расхода теплоты по оси ординат откладывается расход теплоты, по оси абсцисс число часов стояния температуры наружного воздуха, которое за отопительный период для заданного города определяем по климатологическим данным  $n_o, сут.$  согласно приложения 1.

В летний период имеет место летняя нагрузка на горячее водоснабжение  $Q_{гв.ср.}^л, кВт.$

Площадь, ограниченная осями координат и кривой расхода теплоты представляет собой годовой расход теплоты района города. При этом продолжительность работы теплоснабжения в год принимается равной 350 суток или 8400 часов, на основании (л.2).

График часового и годового расходов теплоты приведен на рис. 1.1

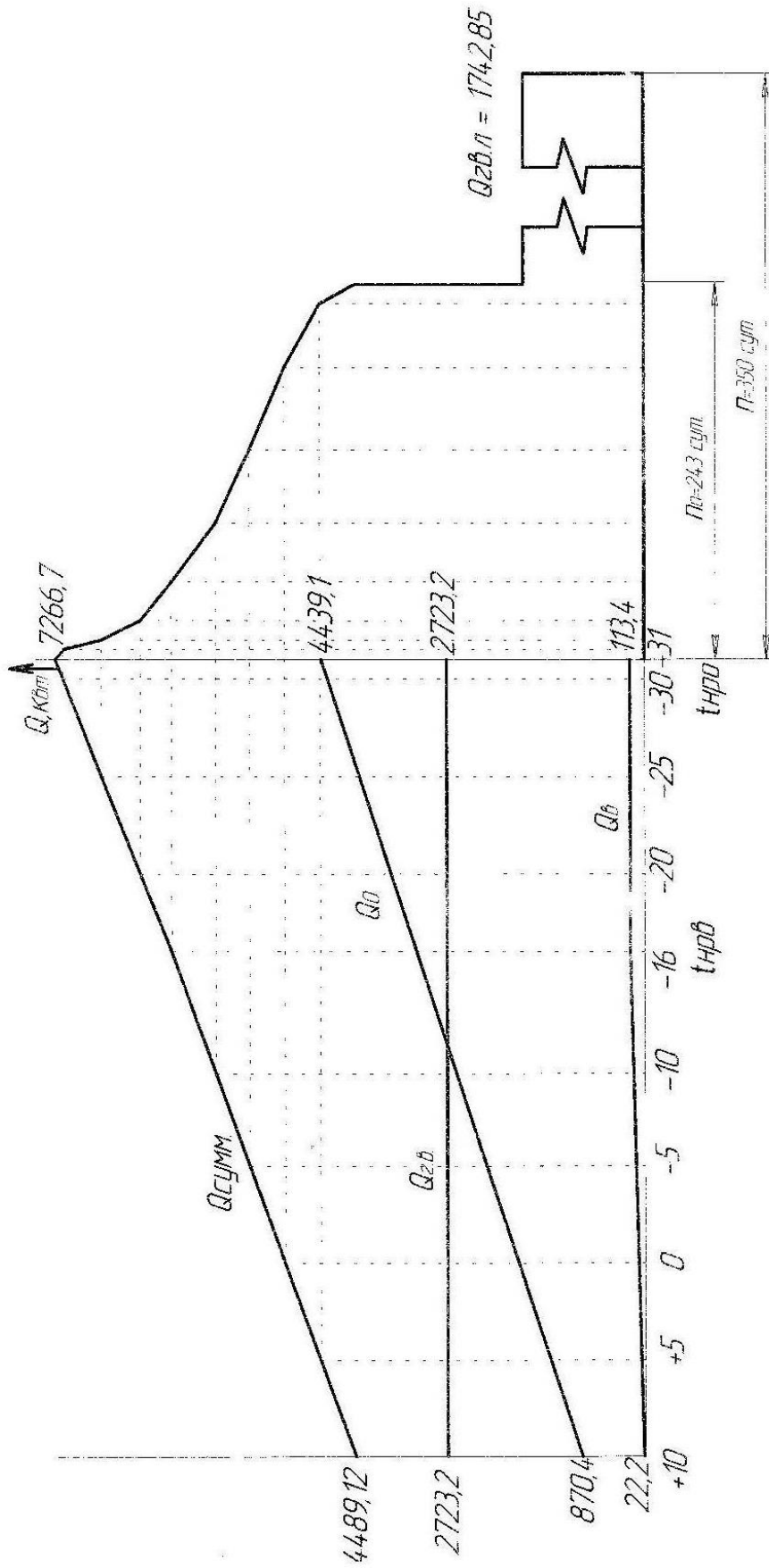


Рисунок 1.1 График часового и годового расходов теплоты



## 1.6 Регулирование отпуска теплоты

Предусматриваются следующее регулирование отпуска теплоты: центральное – на источнике теплоты, групповое – в ЦТП, индивидуальное - в ИТП.

Для водяных тепловых сетей следует предусматривать, как правило, качественное регулирование отпуска теплоты по нагрузке отопления согласно графику изменения температуры воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

Центральное качественное регулирования отпуска теплоты ограничивается наименьшими температурами воды в подающем трубопроводе, необходимыми для подогрева воды, поступающей в системы горячего водоснабжения потребителей:

для закрытых систем теплоснабжения - не менее 70°C;

для открытых систем теплоснабжения - не менее 60°C.

В закрытых системах теплоснабжения водонагреватели горячего водоснабжения могут присоединяться по одноступенчатой(параллельной или предвключенной) или двухступенчатой (последовательной или смешанной) схеме.

Выбор схемы зависит от отношения  $\frac{Q_{г.в.макс}}{Q_{о.р}}$ .

Построение графика центрального качественного регулирования отпуска теплоты по отопительной нагрузке основано на определении зависимости температуры сетевой воды в подающей и обратной магистралях от температуры наружного воздуха  $\tau_{1,0} = f(t_n)$ ,  $\tau_{2,0} = f(t_n)$

Для зависимых схем присоединения отопительных установок к тепловым сетям температуру воды в подающей и обратной магистралях в течение отопительного периода, т.е. в диапазоне температур наружного воздуха от +8°C(+10°C) до  $t_{н.р.о.}$ , °C рассчитываем по формулам:

$$\tau_{1,0} = t_{вн.} + \Delta t \left( \frac{t_{вн.} - t_n}{t_{вн.} - t_{нро}} \right)^{0.8} + (\Delta\tau - 0.5\Theta) \frac{t_{вн.} - t_n}{t_{вн.} - t_{нро}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1.8)$$

$$\tau_{2,0} = t_{вн.} + \Delta t \left( \frac{t_{вн.} - t_n}{t_{вн.} - t_{нро}} \right)^{0.8} - 0.5\Theta \frac{t_{вн.} - t_n}{t_{вн.} - t_{нро}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1.9)$$

где  $\Delta t$  – температурный напор нагревательного прибора при расчетной температуре воды в отопительной системе;

$$\Delta t = \frac{\tau_3 + \tau_2}{2} - t_{\text{вн.}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1.10)$$

где  $\tau_3$  – температура воды в подающей линии (после смесительного устройства) системы отопления, принимается  $95^\circ\text{C}$ ;

$\tau_2$  – температура воды в обратной линии системы отопления, принимается  $70^\circ\text{C}$ ;

$\Delta\tau$  – расчетный перепад температуры воды в тепловой сети  $^\circ\text{C}$ ;

$$\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2 \quad (1.11)$$

$\Theta$  – расчетный перепад температуры воды в местной системе отопления.

$$\Theta = \tau_3 - \tau_2. \quad (1.12)$$

Задаваясь различными значениями  $t_{\text{н.}}$  в пределах от  $+8( +10 )^\circ\text{C}$ ; до  $t_{\text{н.р.о.}}, ^\circ\text{C}$ , определяем  $\tau_{1.о}$  и  $\tau_{2.о}$

Полученные результаты сводим в таблицу 1.6:

Таблица 1.6– Температура воды в подающем и обратном трубопроводе в зависимости от температуры наружного воздуха

Температура сетевой воды	$t_{\text{н.}} \text{ } ^\circ\text{C}$			
	$+8( +10 )$	$0$	$t_{\text{н.р.в.}}$	$t_{\text{н.р.о.}}$
$\tau_{1.о}$				
$\tau_{2.о}$				

Для обеспечения требуемой температуры воды в системе горячего водоснабжения минимальную температуру воды в подающей магистрали тепловой сети принимаем равной  $70 \text{ } ^\circ\text{C}$  для закрытых систем теплоснабжения.

Поэтому из точки, соответствующей  $70 \text{ } ^\circ\text{C}$  на оси ординат проводим горизонтальную прямую до пересечения с температурной линией подающей магистрали. Температура наружного воздуха, соответствующая точке излома графика обозначается  $t_{\text{н.изл.}}, ^\circ\text{C}$ .

Для обеспечения требуемой температуры воды в системе горячего водоснабжения минимальную температуру воды в подающей магистрали тепловой сети принимаем равной  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  для открытых систем теплоснабжения.

Поэтому из точки, соответствующей  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  на оси ординат проводим горизонтальную прямую до пересечения с температурной линией подающей магистрали. Температура наружного воздуха, соответствующая точке излома графика обозначается  $t_{н.изл.},\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Полученный график температуры воды в тепловой сети называется отопительно – бытовым.

Для качественного теплоснабжения разнородных потребителей центральное регулирование отпуска теплоты дополняется местным количественным регулированием.

График температур приведен на рис. 1.2

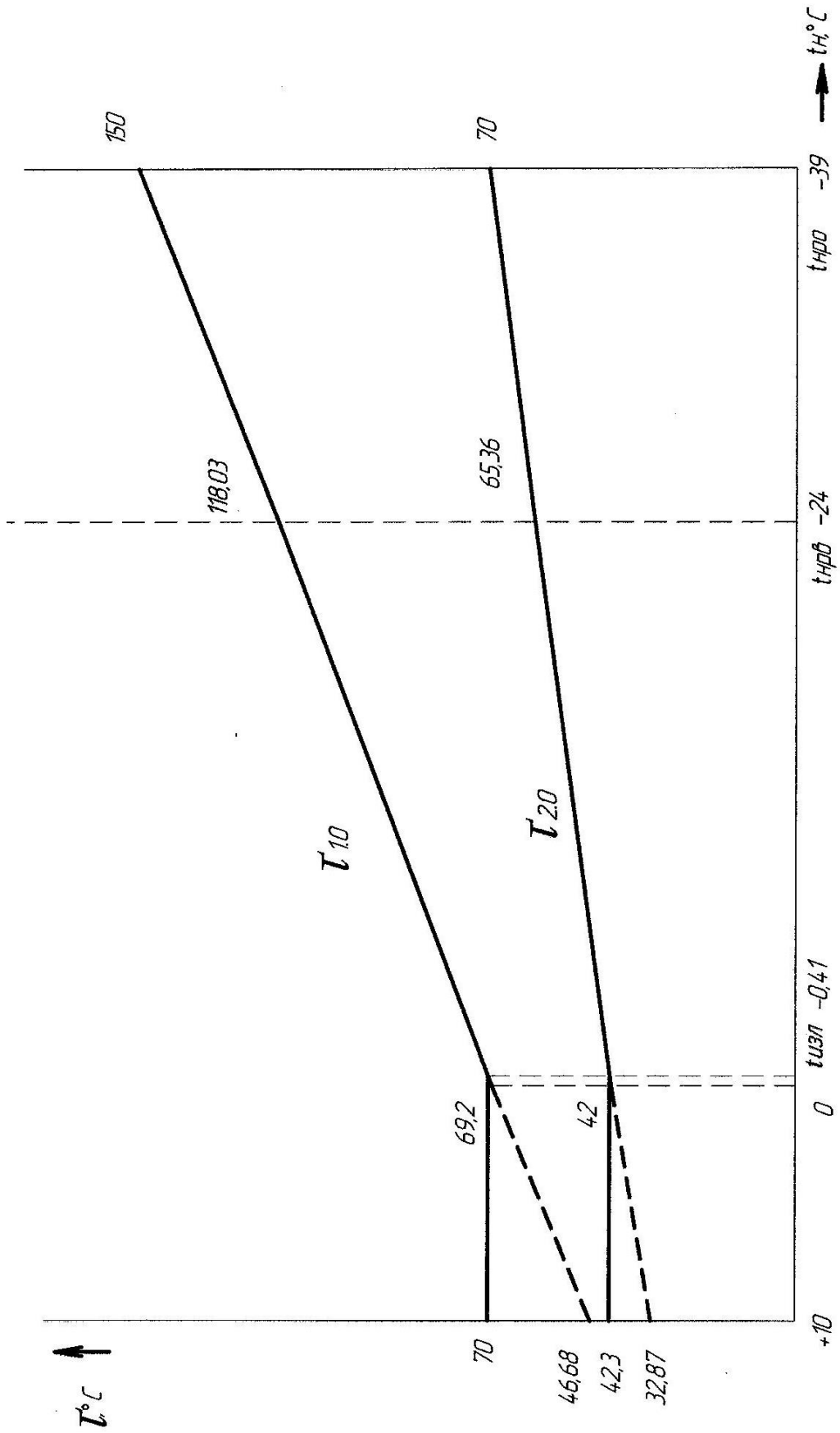


Рис.1.2 График температур воды в подающем и обратном трубопроводах при центральном регулировании по отопительной нагрузке

## 1.6 Расчет расхода теплоносителя в тепловых сетях

Расчетные расходы теплоносителя (воды) определяются в зависимости от назначения тепловой сети, вида системы теплоснабжения (открытая или закрытая) принимаемого графика температур, а также схемы включения подогревателей горячего водоснабжения при закрытых системах теплоснабжения

При закрытой системе теплоснабжения системы горячего водоснабжения потребителей присоединяются к двухтрубным водяным сетям через водоподогреватели.

Водоподогреватели в зависимости от величины отношения максимального часового расхода теплоты на горячее водоснабжение  $Q_{г.в.макс.}$  к максимальному часовому расходу теплоты на отопление  $Q_{о.р.}$  (в центральном или индивидуальном тепловом пункте) присоединяются следующим образом:

- при  $0,2 < \frac{Q_{г.в.макс.}}{Q_{о.р.}} < 1,0$  -

по двухступенчатой последовательной и смешанной схемах в зависимости от принятого режима регулирования отпуска теплоты в тепловых сетях, при этом последовательная схема применяется чаще, чем смешанная, так как суммарный расход сетевой воды в ней меньше, благодаря тому, что в ней используется не только теплота сетевой воды после системы отопления, но и теплоаккумулирующая способность зданий;

- при  $\frac{Q_{г.в.макс.}}{Q_{о.р.}} \geq 1$  - по параллельной одноступенчатой схеме.

- при  $\frac{Q_{г.в.макс.}}{Q_{о.р.}} \leq 0,2$  - по предвключенной или параллельной схеме

присоединяются потребители с небольшой нагрузкой горячего водоснабжения: (детские сады, административные здания и т.п.).

В открытых системах теплоснабжения отопительная установка и установка горячего водоснабжения могут быть присоединены к тепловой сети по принципу связанного и принципу несвязанного регулирования.

При применении несвязанного регулирования обе установки работают независимо друг от друга.

При применении связанного регулирования расчетный расход воды в городских тепловых сетях заметно снижается.

В часы большого водоразбора из подающей линии снижается количество тепла подаваемого на отопление. Недоданное тепло компенсируется в часы малого водоразбора из подающей линии, когда большая часть тепла или все тепло, поступающее на абонентский ввод, направляется в отопительную систему.

При присоединении абонентских установок по принципу связанного регулирования строительная конструкция отапливаемых зданий используется в качестве теплового аккумулятора, выравнивающего суточный график тепловой нагрузки абонентской установки.

Согласно перечисленным условиям и в соответствии с расчетными данными необходимо выбрать схему присоединения установок горячего водоснабжения каждого потребителя к тепловым сетям.

Результаты по выбору схем присоединения установок горячего водоснабжения потребителей к тепловым сетям сводим в таблицу 1.7

Таблица 1.7 – Выбор схем присоединения установок горячего водоснабжения.

№	Наименование потребителя	$\frac{Q_{г.в.мах}}{Q_{о.р.}}$	Схема присоединения установок ГВС

Расчетный расход сетевой воды для определения диаметров труб в водяных тепловых сетях при качественном регулировании определяется отдельно для вентиляции, отопления и горячего водоснабжения с последующим суммированием этих расходов воды. (л.2).

Расчетный расход воды на отопление:

$$G_{о.р.} = \frac{0.86Q_{о.р.}}{\tau_1 - \tau_2}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.13)$$

где  $Q_{о.р.}$  – расчетная тепловая нагрузка отопления, кВт (таблица 1.5);  
 $\tau_1$  и  $\tau_2$  - температура воды в подающем и обратном трубопроводе, °С  
 (Рис. 1.2);

Выполняем расчеты для всех потребителей.

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.8

Расчетный расход воды на вентиляцию:

$$G_{в.р.} = \frac{0.86Q_{в.р.}}{\tau_1 - \tau_2}, \text{ м/ч}, \quad (1.14)$$

где  $Q_{в.р.}$  – расчетная тепловая нагрузка вентиляции, кВт (таблица 1.5)

Определяем расход только для всех общественных зданий. Результаты расчетов сводим в таблицу 1.8

Расчетный расход воды на горячее водоснабжение в закрытых системах теплоснабжения определяется в зависимости от схемы присоединения водоподогревателей.

Средний расход воды при предвключенной схеме :

$$G_{зв.ср.} = \frac{0.86Q_{\text{аа\text{н\text{д}}}}}{\tau_1 - \tau_4}, \text{ м/ч} \quad (1.15)$$

где  $Q_{зв.ср.}$  – средняя тепловая нагрузка на горячее водоснабжение, кВт (таблица 1.5);

$\tau_1$  – температура воды в подающем трубопроводе в точке излома температурного графика ( $\tau_1 = 70^\circ\text{C}$ ) (рис.1.2) ;

$\tau_4$  - температура воды после последовательного включения водоподогревателя ГВС ( $\tau_4 = 60^\circ\text{C}$ );

Средний расход сетевой воды при двухступенчатых схемах присоединения водоподогревателей:

$$G_{зв.ср.} = \frac{0.86Q_{\text{аа\text{н\text{д}}}}}{\tau_1 - \tau_2} \cdot 0,55, \text{ м/ч} \quad (1.16)$$

$\tau_2$  – температура воды в обратном трубопроводе в точке излома температурного графика ( $\tau_2, ^\circ\text{C}$ ) (рис.1.2).

Средний расход сетевой воды при параллельной схеме присоединения водоподогревателей

$$G_{зв.ср.} = \frac{0.86Q_{\text{аа\text{н\text{д}}}}}{\tau_1 - \tau_3}, \text{ м/ч} \quad (1.17)$$

где  $t_1$  - температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети в точке излома температурного графика (принять  $70^{\circ}\text{C}$ );

$t_3$  - температура воды после параллельно включенного водоподогревателя горячего водоснабжения в точке излома графика температур, (принять равной  $30^{\circ}\text{C}$ );

Расчетный расход воды на ГВС в открытых системах теплоснабжения:

средний расход воды

$$G_{гв.ср} = \frac{Q_{гв.ср}}{t_2 - t_{х.3}}, \text{ Т/ч}; \quad (1.18)$$

максимальный расход воды

$$G_{гв.макс} = \frac{Q_{гв.макс}}{t_2 - t_{х.3}}, \text{ Т/ч}, \quad (1.19)$$

где  $Q_{гв.ср}$ ,  $Q_{гв.макс}$  - средняя и максимальная тепловые нагрузки на горячее водоснабжение, кВт

$t_2$  - температура воды, поступающей в систему горячего водоснабжения потребителей (принять равной  $55^{\circ}\text{C}$ );

$t_{х.3}$  - температура холодной водопроводной воды в отопительный (зимний) период (принять равной  $5^{\circ}\text{C}$ ).

Суммарный расчетный расход сетевой воды в двухтрубных тепловых сетях в закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска теплоты определяем по формуле:

$$\Sigma G = G_{о.р} + G_{в.р} + k_3 G_{гв.ср}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.17)$$

В курсовом проекте  $k_3$  принимается равным 1.2 для закрытых систем, Определяем суммарные расчетные расходы воды для всех потребителей. Результаты расчетов сводим в таблицу 1.8:

№ п/п	Потребители тепла	Расчетный расход сетевой воды, м <sup>3</sup> /час				
		$G_{о.р.}$	$G_{в.р.}$	$G_{гв.ср.}$	$k_3 \cdot G_{гв.ср.}$	$\Sigma G$
Итого:						



## 2. Гидравлический расчет тепловых сетей

### 2.1 Выбор трассы, разработка расчетной схемы тепловых сетей

Проектирование тепловых сетей начинается с выбора трассы и способа их прокладки. Проектирование трасс тепловых сетей должно увязываться с условием, как существующей застройки города, так и перспективами его дальнейшего развития.

Для проектирования тепловых сетей необходимы исходные данные: топографические условия местности, характер планировки и застройки городских районов, размещение наземных и подземных инженерных сооружений и коммуникаций, характеристика свойств грунтов, физико-химические свойства подземных вод и др. Получение этих данных является задачей инженерных изысканий.

Трасса тепломагистрали, наносится на топографический план, выбирается по кратчайшему направлению между начальной (ТЭЦ, котельная) и конечной (потребитель) ее точками с учетом обхода труднопроходимых территории и различных препятствий. Трасса тепловых сетей в городах и других населенных пунктах должна предусматриваться в отведенных для инженерных сетей технических полосах параллельно красным линиям улиц, дорог и проездов вне проезжей части и полос зеленых насаждений, а внутри микрорайонов и кварталов - вне проезжей части дорог. При выборе трассы теплопроводов необходимо учитывать экономичность и надежность тепловых сетей. Наиболее экономичной является тупиковая схема.

Принимаемые расстояния от трассы тепловых сетей до других сооружений и коммуникаций должны обеспечить сохранность этих сооружений и коммуникаций, как при строительстве тепловых сетей, так и в период их эксплуатации.

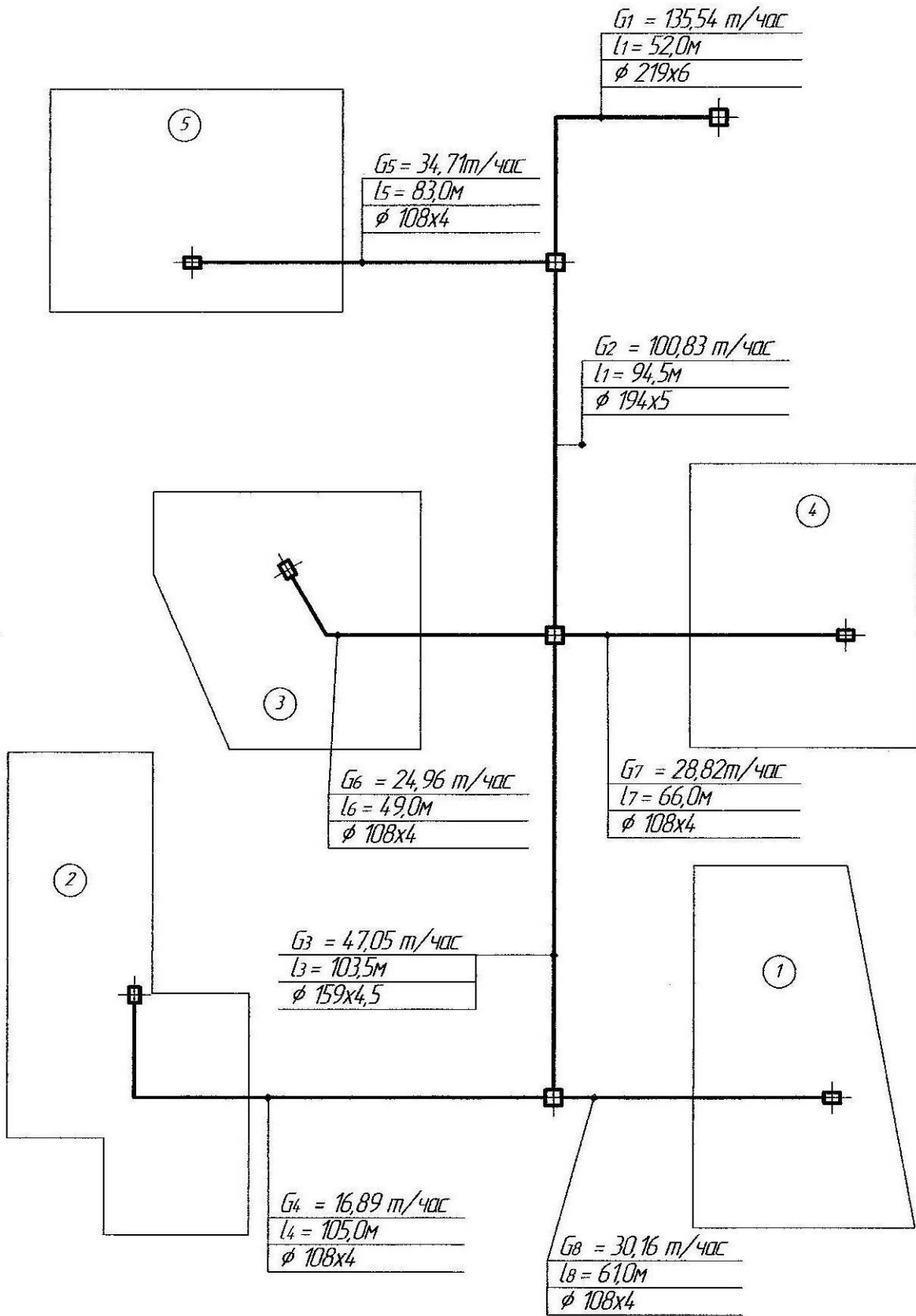
Пересечение тепловыми сетями естественных препятствий и инженерных коммуникаций должно выполняться под углом  $90^\circ$ , а при обосновании – под меньшим углом, но не менее  $45^\circ$ . В местах ответвлений к кварталам или отдельным зданиям предусматривают тепловые камеры.

За расчетную магистраль принимают наиболее напряженное и нагруженное направление на трассе тепловой сети, соединяющее источник теплоты с дальним потребителем.

В курсовом проекте за магистраль принять направление от тепловой камеры на вводе в район до наиболее удаленного здания.

По результатам расчета (таблица 1.5) и исходным данным начертить на расчетную схему тепловой сети аналогично рисунку 2.1

Расчетная схема для гидравлического расчета рис.2.1



По результатам расчета (таблица 1.5) заполнить таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Расходы теплоносителя по участкам

№ участника	Расход теплоносителя, т/ч
1	$G_1 = G^1 + G^2 + G^3 + G^4 + G^5$
2	$G_2 = G^2 + G^3 + G^4 + G^1$
3	$G_3 = G^2 + G^1$
4	$G_4 = G^2$
5	$G_5 = G^5$
6	$G_6 = G^3$
7	$G_7 = G^4$
8	$G_8 = G^1$

## 2.2 Гидравлический расчет тепловой сети

Гидравлический расчет является одним из важнейших разделов проектирования и эксплуатации тепловой сети.

При проектировании в задачу гидравлического расчета входит:

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

Независимо от результатов расчета наименьше диаметры труб принимают: для распределительных трубопроводов – не менее 50 мм, для ответвлений к отдельным зданиям – не менее 25мм.

В гидравлическом расчете водяных тепловых сетей при отсутствии данных для экономического обоснования удельные потери на трение  $R^{\wedge} (\Delta H)$  в трубопроводах рекомендуется принимать:

для участков расчетной магистрали от источника тепла до наиболее удаленного потребителя – до 80 Па/м ( $8 \text{ кгс}/\text{м}^2 \cdot \text{м}$ );

для ответвления от расчетной магистрали по располагаемому давлению, но не более 300 Па/м ( $30 \text{ кгс}/\text{м}^2 \cdot \text{м}$ ).

При определении диаметра труб принять значения коэффициента эквивалентной шероховатости  $K_s = 0,5 \text{ мм}$  и скорость движения теплоносителя  $w$  не более 3,5 м/с.

По приложению 14 выбрать наружный диаметр трубопровода для каждого участка тепловой сети, скорость движения теплоносителя ( $w$ ) и

удельные потери давления, используя данные таблицы 2.1 и рисунка 2.1. Выбранные значения занести в таблицу 2.2. (предварительный расчет).

В проекте предусматривается подземная прокладка тепловых сетей в сборных железобетонных каналах, размеры которых зависят от диаметров теплопроводов (приложение 14.)

Камеры тепловых сетей выполняются из сборных железобетонных элементов и кирпича.

Для обеспечения надежной работы тепловой сети определяем место установки неподвижных опор, компенсаторов, тепловых камер и запорной арматуры.

Неподвижные опоры фиксируют отдельные точки трубопровода, делят его на независимые в отношении температурных удлинений участки и воспринимают усилия, возникающие в трубопроводах при различных схемах и способах компенсации тепловых удлинений. Неподвижные опоры устанавливаются возле тепловой камеры, а также на участках между тепловыми камерами.

Расстояние между неподвижными опорами зависит от диаметра трубопровода, способа прокладки тепловых сетей, типа компенсатора, параметров теплоносителя.

Расстояния между неподвижными опорами принять по приложению 15.

Тепловые удлинения трубопроводов при температуре теплоносителя от 50°C и выше должны восприниматься специальными компенсирующими устройствами, предохраняющими трубопровод от возникновения недопустимых деформаций и напряжений.

В качестве компенсирующего устройства принять сальниковые или П-образные компенсаторы. П-образные компенсаторы рекомендуются к установке в нестесненных условиях для малых диаметров трубопроводов (до 273мм).

Повороты трассы теплосети под углом от 90° до 130° использовать для самокомпенсации температурных удлинений. При этом расстояние между неподвижными опорами принимаются не более 60% нормированного расстояния для прямого участка, соотношение плеч при самокомпенсации принимается не более, чем 1:3.

Запорную арматуру установить для отключения ответвлений от магистрали. В камерах на ответвлениях к отдельным зданиям при диаметре ответвлений до 50 мм и длине до 30м запорную арматуру допускается не устанавливать. При этом должна предусматриваться запорная арматура, обеспечивающая отключение группы зданий с суммарной тепловой нагрузкой до 0.6 кВт.

С учетом перечисленных требований расставить на расчетной схеме (рисунок 2.1) неподвижные опоры, компенсаторы, тепловые камеры (узлы трубопроводов) и задвижки.

По приложению 16 определить эквивалентные длины местных сопротивлений, выполнить окончательный гидравлический расчет и заполнить правую часть таблицы 2.2.

Пример оформления генплана района показан на рисунке 2.2.

Генплан района начертить на формате А2 графической части.

Выбранные значения заносим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Гидравлический расчет тепловой сети

№ участка	Предварительный расчет					Окончательный расчет			
	Расход теплоносит. $G, \text{ т/ч}$	Длина участка $l, \text{ м}$	Диаметр трубопр. $d_n \times S, \text{ мм}$	Уд. потери давл. на трение $R_l, \text{ Па/м}$	Скор. движ. теплонос. $\omega, \text{ м/с}$	Эквив. длина мест. сопротив $l_э, \text{ м}$	Прив. длина $l_e + l, \text{ м}$	Потери давления $\Delta P \cdot 10^{-3}, \text{ Па}$	Потери напора $\Delta H, \text{ м}$
<u>Расчетная магистраль</u>									

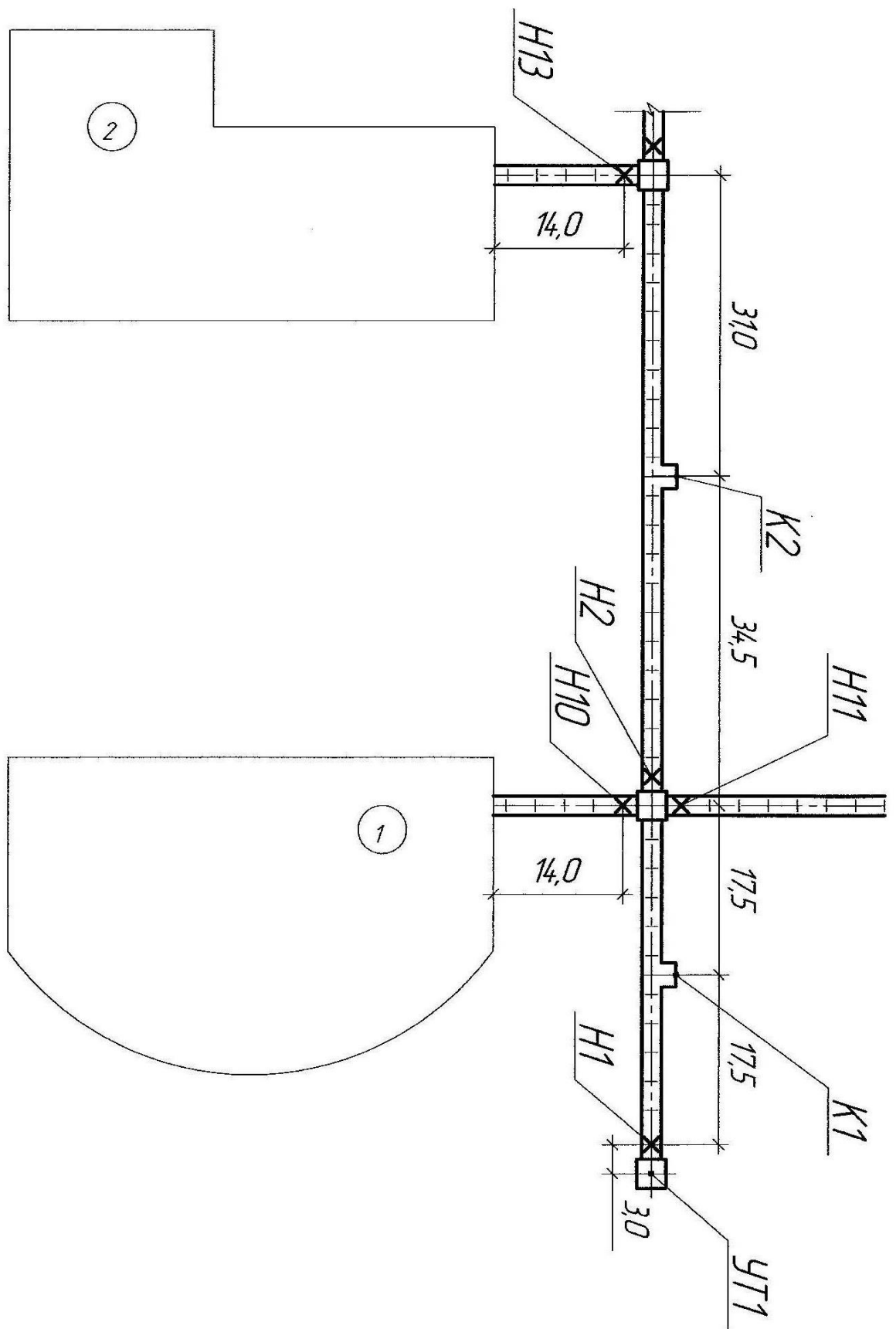


Рисунок 2.2 Пример оформления генплана

### ***2.3 Монтажная схема трубопроводов тепловой сети***

Монтажная схема разрабатывается после выбора трассы, способа прокладки тепловых сетей и предварительного гидравлического расчета, по которому определяется диаметр теплопроводов. Монтажная схема вычерчивается в две линии, причем подающий трубопровод располагается с правой стороны по ходу движения теплоносителя от источника теплоты.

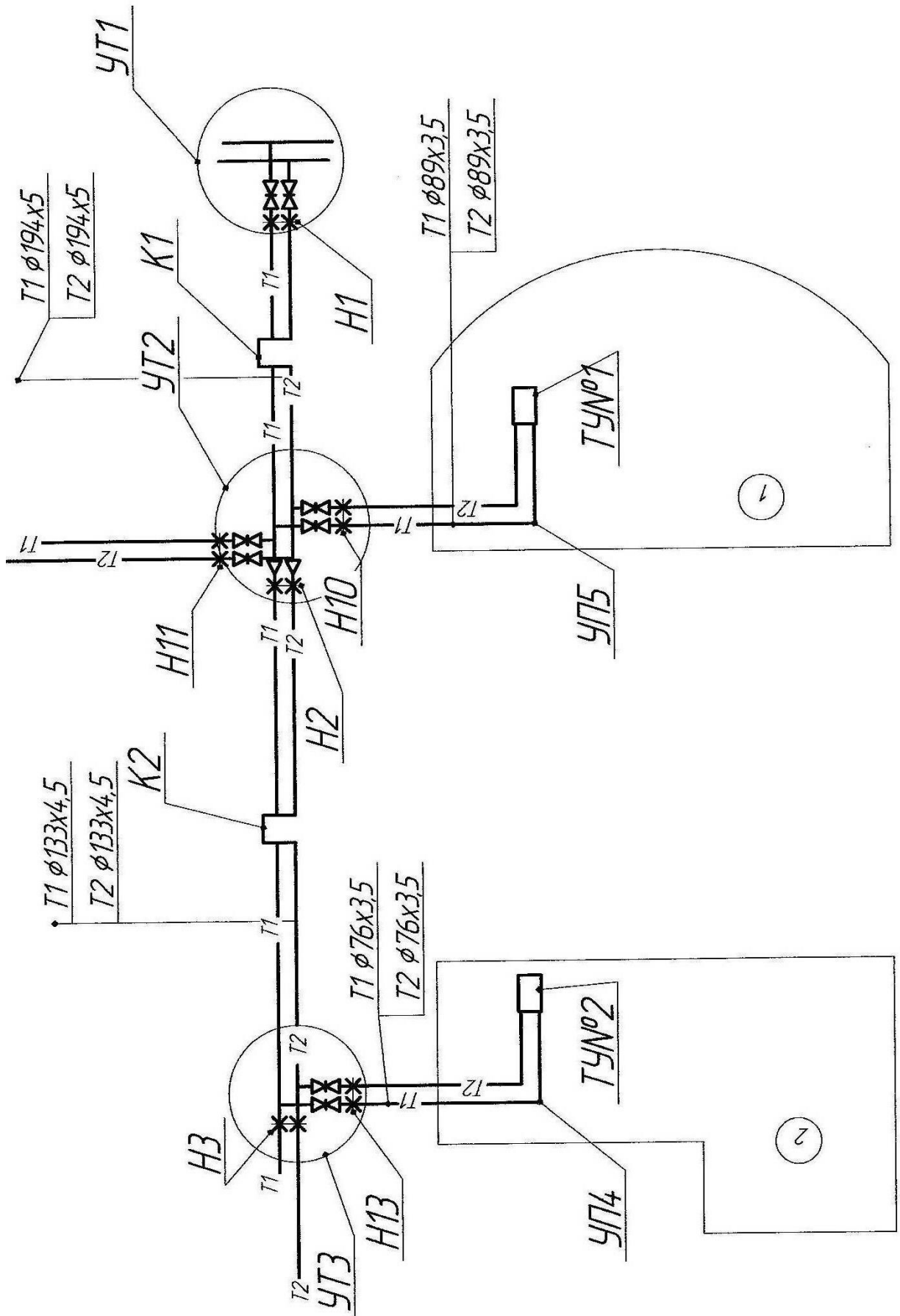
На схеме показать трубопроводы, узлы ответвления трубопроводов (тепловые камеры) компенсаторы, трубопроводную арматуру, неподвижные опоры, дренажные узлы.

На схему нанести маркировку элементов тепловых сетей и обозначения трубопроводов с указанием их диаметров.

Пример оформления монтажной схемы тепловой сети в соответствии с (л.15) показан на рисунке 2.3.

Монтажную схему тепловой сети начертить на формате А2 графической части.

Рисунок 2.3 Пример оформления монтажной схемы





### **3. Разработка пьезометрического графика и выбор схем присоединения абонентов к тепловым сетям**

Пьезометрический график позволяет: определить напор и располагаемый напор в любой точке сети: учесть взаимное влияние рельефа местности, высоты присоединенных потребителей и потерь напора в сети при разработке гидравлического режима; выбрать схемы присоединения потребителей, подобрать сетевые и подпиточные насосы.

Пьезометрический график строится для статического и динамического режимов системы теплоснабжения в масштабах горизонтальном 1:500 и вертикальном 1:100.

При его построении по оси ординат откладываются значения напоров в подающей и обратной магистралях тепловой сети, отметки рельефа местности и высоты присоединенных потребителей, по оси абсцисс строят профиль местности и откладывают длину расчетных участков теплопровода. Ввиду небольшого заглубления теплопроводов 1-2 м, ось теплотрассы условно принимают совпадающей с поверхностью земли.

После построения профиля местности и нанесения высот присоединенных потребителей начинают разработку графика напоров при гидростатическом режиме, когда циркуляция теплоносителя в тепловой сети отсутствует и напор в системе поддерживается подпиточными насосами. При таком режиме график напоров представляет собой параллельную оси абсцисс.

Построение линии статического напора ведут из условия заполнения водой отопительных установок всех потребителей и создание в их верхних точках избыточного напора 3-5м. Максимальный статический напор в тепловой сети при присоединении отопительных установок по зависимым схемам не должен превышать 60 м из условия механической прочности чугунных отопительных приборов.

После построения линии статического напора приступают к разработке графиков напоров при гидродинамическом режиме, когда циркуляция теплоносителя в тепловой сети осуществляется сетевыми насосами.

Максимальный напор в подающем трубопроводе не должен превышать 160 м по условию прочности стальных трубопроводов и арматуры.

Минимальный напор должен обеспечивать невоскипание теплоносителя при его циркуляции в сети.

Условия невискипания определяются в зависимости от расчетной температуры сетевой воды (при 150°C-40 м)

Для обратного трубопровода максимальный пьезометрический напор при зависимых схемах присоединения потребителей не должен превышать 60 м из условия механической прочности чугунных отопительных приборов, при независимых схемах -100м из условия прочности водоподогревателей. Минимальный пьезометрический напор для обратной магистрали должен обеспечивать избыточный напор в сети для защиты системы от подсоса воздуха и предупреждения кавитации насосов.

Выбор схем присоединения систем отопления к тепловой сети производят, исходя из графика.

При зависимых схемах систем отопления с элеваторным смешением необходимо, чтобы пьезометрический напор в обратной магистрали при динамическом и статическом режимах не превышал 60 м, а располагаемый на вводе в здание был не менее 15 м (в расчетах принимать 20-25м) для поддержания требуемого коэффициента смещения элеватора.

Если при данных условиях располагаемый напор на вводе в здание менее 15 м, в качестве смесительного устройства используют центробежный насос, установленный на перемычке.

Для систем отопления, у которых напор в обратной магистрали ввода теплосети и динамическом режиме превышает допустимые значения, требуется установка насоса на обратной линии ввода.

Если гидродинамический пьезометрический напор в обратной магистрали меньше требуемого по условию заполнения отопительной установки сетевой водой, то есть меньше высоты отопительной установки, то на обратной линии абонентского ввода устанавливают регулятор давления «до себя» (РДДС).

При присоединении систем отопления по независимой схеме напор в обратной магистрали ввода теплосети гидродинамическом и статическом режимах не должен превышать допустимого значения(100м) из условия механической прочности водоподогревателей.

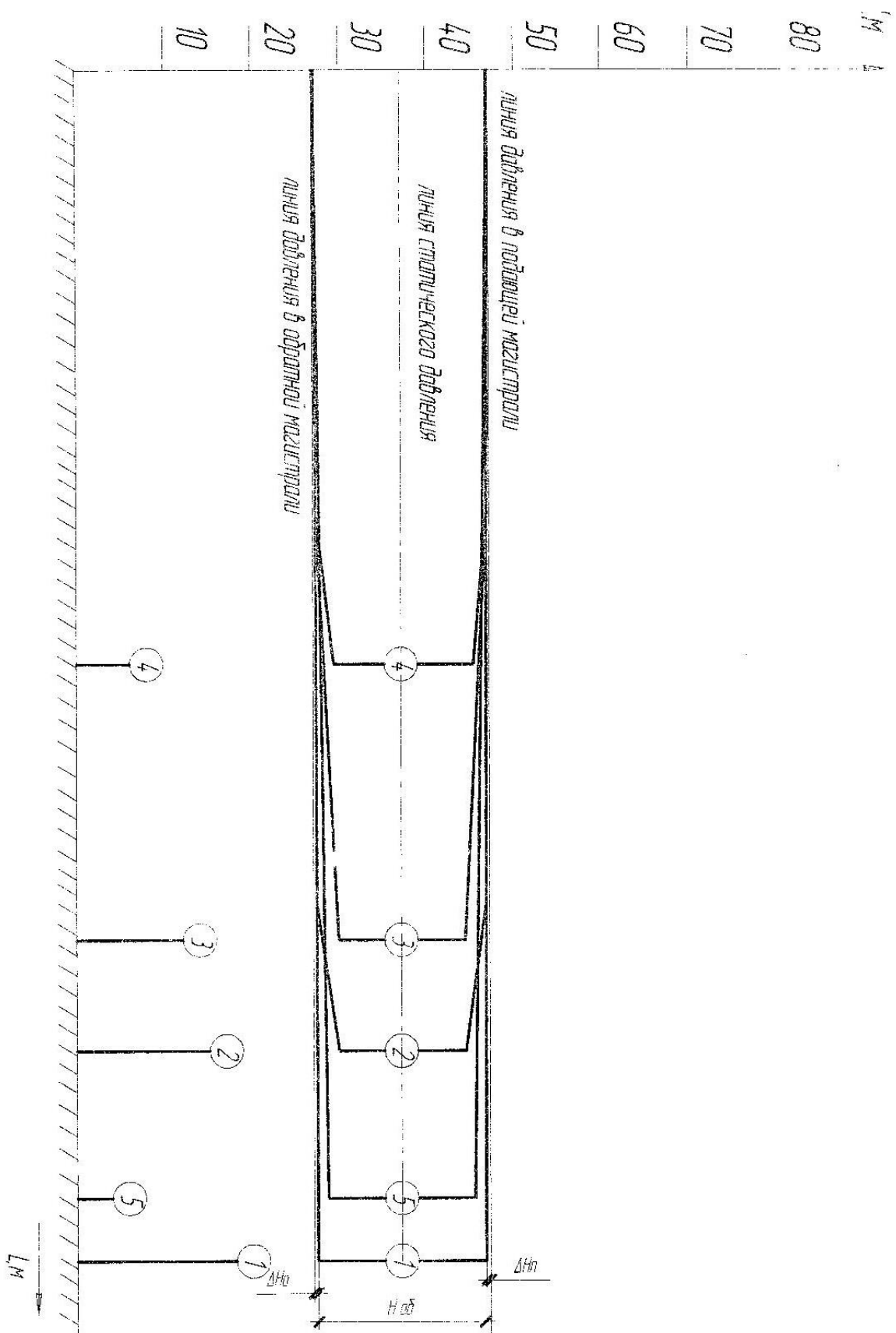


Рисунок 3.1 Пьезометрический график тепловой сети.

Результаты по выбору схем присоединения систем отопления потребителей к тепловой сети сводим в таблицу 3.1 аналогично приведенным примерам.

Таблица 3.1 – Выбор схем присоединения систем отопления

<i>№п/п</i>	<i>Наименование потребителей</i>	<i>Схема присоединения систем отопления</i>

#### ***4. Построение продольного профиля тепловых сетей***

Продольный профиль участка теплосети (расчетная магистраль) строится в масштабе вертикальном 1:100 и горизонтальном 1:500.

Количество сопряжений участков с обратными уклонами должно быть по возможности наименьшим. Уклон теплопроводов независимо от направления движения теплоносителя и способа прокладки должен составлять не менее 2<sup>0</sup>/100. Заглубление тепловых сетей от поверхности земли или дорожного покрытия следует принимать не менее:

до верха перекрытий каналов – 0.5м:

до верха перекрытий камер – 0.3м;

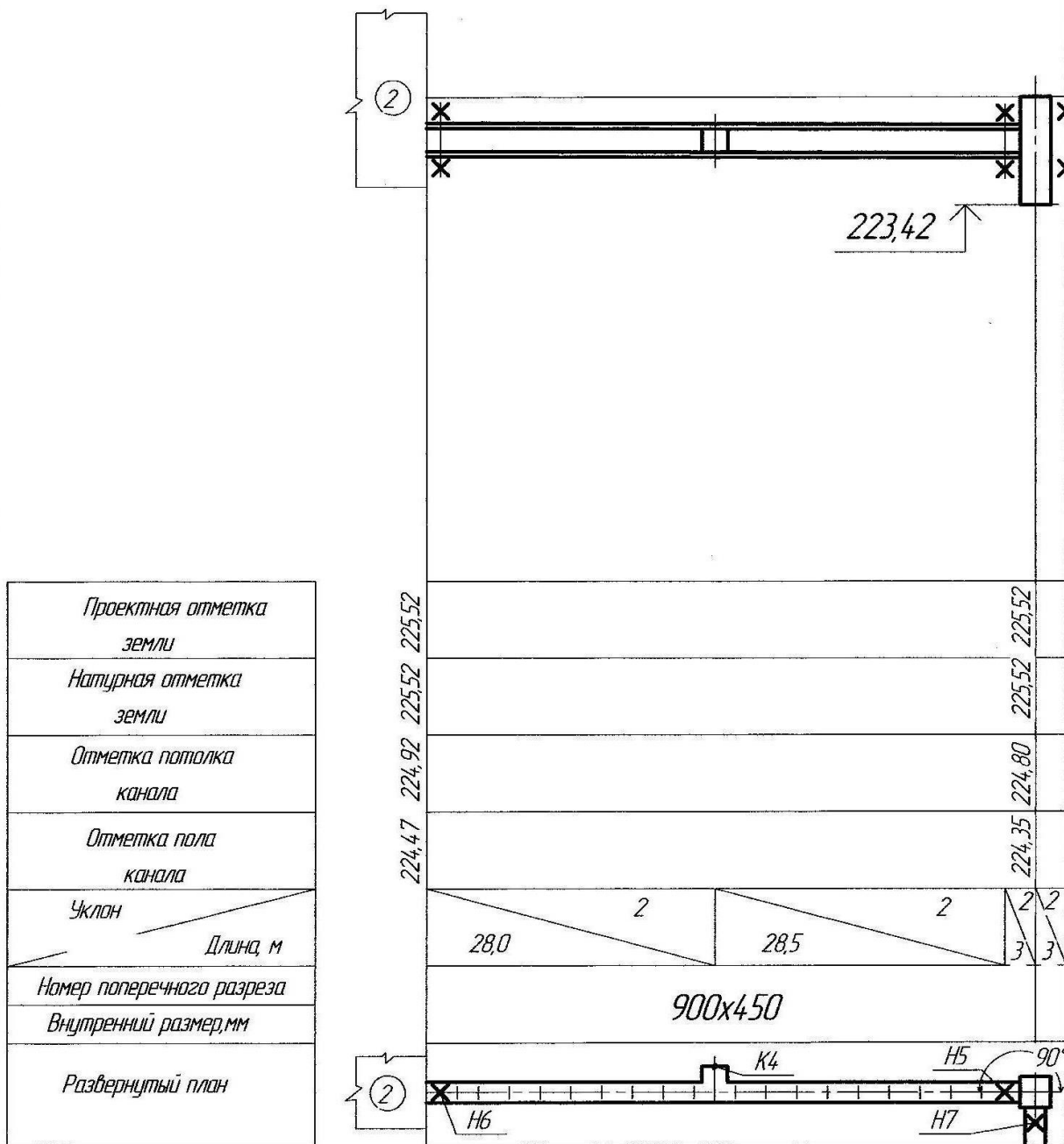
на вводе тепловых сетей в здание допускается принимать заглубления от поверхности земли до верха перекрытия каналов – 0.3 м.

Уклон тепловых сетей к отдельным зданиям по подземной прокладке должен приниматься, как правило, от здания к ближайшей камере.

На продольном профиле показывают: отметки поверхности земли; отметки потолка и пола канала; отметки пола камер; уклон и длину тепловой сети и тип канала. Кроме того, дается развернутый план трассы с указанием углов поворота, ответвлений, неподвижных опор, компенсаторных ниш и тепловых камер.

Продольный профиль участка теплосети показан на рисунке 4.1.

Продольный профиль тепловой сети  
 рис.4.1 Мз. 1:500; Мв. 1:100



## 5. Тепловой расчет теплоизоляционной конструкции

### 5.1 Общие положения

В современных системах централизованного теплоснабжения при транспортировке теплоносителя возможны потери тепла в окружающую среду. Что бы их снизить, очень важно при проектировании правильно подобрать теплоизоляционный материал с требуемой толщиной слоя изоляции и материал для покровного слоя тепловой изоляции.

Для трубопроводов тепловых сетей, включая арматуру, фланцевые соединения и компенсаторы, тепловую изоляцию необходимо предусматривать независимо от температуры теплоносителя и способов прокладки.

Теплоизоляционные конструкции следует предусматривать из материалов, обеспечивающих:

тепловой поток через изолированные поверхности согласно нормированной плотности теплового потока;

исключение выделения в процессе эксплуатации вредных, пожароопасных, взрывоопасных и неприятно пахнущих веществ в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации;

исключение выделения в процессе эксплуатации болезнетворных бактерий, вирусов и грибов.

В курсовом проекте производится расчет толщины слоя изоляции по нормированной плотности теплового потока.

Для графика температур в расчетном режиме 150/70 °С среднегодовые температуры воды принимают;

в подающей линии 90 °С,

в обратной линии 50 °С.

В качестве теплоизоляционного материала принимаем полуцилиндры минераловатные на синтетическом связующем марки 150 с теплопроводностью теплоизоляционного слоя  $\lambda = 0.064 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{С}$ .

Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции для трубопроводов, прокладываемых в каналах принимаем равным

$$\alpha_e = 8 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{С}.$$

За расчетную температуру окружающей среды для подземной прокладки в каналах принимаем среднюю за год температуру грунта на глубине заложения от трубопровода +5°С.

## 5.2 Определение толщины основного слоя изоляции трубопроводов тепловой сети

Толщину теплоизоляционного слоя определяем по формуле:

$$\delta_{\hat{E}} = \frac{d_f}{2} (\hat{A} - 1), \text{ м} \quad (5.1)$$

где  $d_n$  – наружный диаметр изолируемого трубопровода, м;

$B$  – отношение наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру изолируемого трубопровода:

$$\ln B = 2 \pi \lambda k \left[ r_{tot} - \frac{1}{\alpha \pi (d_n + 0.1)} \right], \quad (5.2)$$

где  $r_{tot}$  – это сопротивление теплопередачи на 1 м. длины теплоизоляционной конструкции.

$$r_{tot} = \frac{85}{q_e K_1}, \text{ м}^0\text{C}/\text{Втм}, \quad (5.3)$$

где  $q_e$  – суммарная линейная плотность теплового потока с 1 м. длины цилиндрической теплоизоляционной конструкции, Вт/м., принимаем в зависимости от продолжительности работы теплотрассы в год

$n_o, \text{сут} \times 24 = \text{час.}$  для каждого диаметра трубопровода ( л.2).

принять по приложениям 17, в зависимости от продолжительности работы теплотрассы в год:

- при  $n^{zod} = n_o \cdot 24 > 5000\text{ч}$  - приложение 17а;
- при  $n^{zod} = n_o \cdot 24 \leq 5000\text{ч}$  - приложение 17б;

где  $n_o$  - продолжительность отопительного периода, сут (приложение 1),

$K_1$  – коэффициент, принять по приложению 18.

Расчетную толщину теплоизоляционного слоя округляем до значений, кратных 20 мм.

Результат расчетов по выбору толщины теплоизоляции на участках тепловой сети района сводим в таблицу 5.1:



Таблица 5.1 – Выбор толщины теплоизоляции на участках тепловой сети района

<i>№ участка</i>	<i>Наружный диаметр трубопровода <math>D_n \times S</math>, мм</i>	<i>Суммарная линейная плотность теплового потока <math>Q_e</math> Вт/м</i>	<i>Расчетная толщина основного слоя <math>\delta_k^p</math> мм.</i>	<i>Принимаемая толщина основного слоя <math>D_k</math> мм.</i>

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Климатологические данные населенных пунктов России для расчета  
отопительно-вентиляционных нагрузок и годового потребления теплоты

Наименование населенных пунктов	Температура отопительного периода, °С		Скорость (средняя) ветра в январе $w_{ср}$ , м/с	Продолжительность отопительного периода $n_{от}$ , сут.
	температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции в холодный период года) $t_{н.р.о} = t_{н.р.в}$ , °С	температура воздуха обеспеченностью 0,94 (средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца) $t_{н.х.м}$ , °С		
1. Абакан Красноярского края	-40	-25	10,3	225
2. Ачинск Красноярского края	-41	-23	5,7	237
3. Архангельск	-31	-18	5,9	253
4. Барнаул	-39	-23	5,9	235
5. Белгород	-23	-13	5,9	191
6. Бийск Алтайского края	-38	-23	4,7	236
7. Бугульма, Татарстан	-33	-19	7,5	221
8. Владимир	-28	-16	4,5	213
9. Волгоград	-25	-14	8,1	178
10. Вологда	-32	-17	6,0	231
11. Воркута	-41	-26	10,1	306
12. Воронеж	-26	-15	5,1	196
13. Выборг	-24	-12	6,9	227
14. Екатеринбург	-35	-20	5,0	230
15. Елабуга, Татарстан	-34	-19	4,7	211
16. Иваново	-30	-17	4,9	219
17. Ижевск	-34	-20	4,8	222
18. Казань	-32	-18	5,7	215
19. Калуга	-27	-15	4,9	210
20. Караганда	-32	-21	5,3	208
21. Кемерово	-39	-24	6,8	231
22. Кинешма	-31	-17	4,9	221
23. Киров	-33	-19	5,3	231
24. Калининград	-19	-8	5,9	193
25. Кострома	-31	-17	5,8	222
26. Краснодар	-19	-7	3,2	149
27. Курган	-37	-23	4,7	216
28. Липецк	-27	-15	5,9	202
29. Москва	-28	-15	4,9	214
30. Мурманск	-27	-16	7,5	275
31. Надым Тюменской обл.	-44	-30	4,7	283
32. Нижний Новгород	-31	-17	5,1	215
33. Новосибирск	-39	-24	5,7	230
34. Омск	-37	-24	5,1	221
35. Онега Архангельской обл.	-31	-17	4,6	248

Продолжение приложения 1

Наименование населенных пунктов	Температура отопительного периода, °С		Скорость (средняя) ветра в январе м/с	Продолжительность отопительного периода %, сут.
	температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления и вентиляции в холодный период года) $t_{н.р.о} = t_{н.р.в}, °С$	температура воздуха обеспеченностью 0,94 (средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца) $t_{н.х.м}, °С$		
36. Пенза	-29	-17	5,6	207
37. Пермь	-35	-20	5,2	229
38. Печора, Республика Коми	-43	-27	5,6	270
39. Псков	-26	-12	4,8	212
40. Ростов-на-Дону	-22	-11	6,5	171
41. Рубцовск Алтайского края	-38	-23	7,4	213
42. Саратов	-27	-16	5,6	196
43. Смоленск	-26	-14	6,8	215
44. Сургут Тюменской обл.	-43	-27	5,3	257
45. Таганрог	-22	-10	6,5	167
46. Тайга Кемеровской обл.	-39	-24	6,6	240
47. Тамбов	-28	-16	4,7	201
48. Томск	-40	-24	5,6	236
49. Тула	-27	-15	4,9	207
50. Тюмень	-38	-22	3,9	225
51. Уфа	-35	-20	5,5	213
52. Ханты-Мансийск	-41	-27	6,9	250
53. Ярославль	-31	-17	5,5	221

Приложение 2. Среднее многолетнее число суток со средней суточной температурой наружного воздуха в различных интервалах для городов России.

Наименование городов	Интервалы температур наружного воздуха t н, С°										
	-40;и ниже	-39,9;-35,0	-34,9;-30,0	-29,9;-25,0	-24,9;-20,0	-19,9;-15,0	-14,9;-10,0	-9,9;-5,0	-4,9;0	+0,1;+5,0	+5,1;+10,0
1.Архангельск	0,1	0,3	1,5	4,1	9,1	18,3	31,0	44,6	58,4	57,6	51,1
2.Астрахань	-	-	-	0,2	1,7	5,4	13,7	26,2	47,5	50,1	37,4
3.Барнаул	0,4	1,5	5,0	10,6	17,3	25,6	33,0	36,2	34,8	34,9	35,5
4.Братск	3,7	6,0	10,6	17,2	21,4	29,1	31,6	29,2	32,7	38,4	40,2
5.Брянск	-	-	0,1	0,6	3,0	11,1	21,6	35,8	51,7	57,1	43,6
6.Владивосток	-	-	-	0,2	4,8	21,5	35,0	33,6	37,9	39,0	48,2
7.Владимир	-	0,1	0,5	1,9	6,3	14,1	24,9	40,5	51,5	51,1	40,8
8.Вологда	-	0,1	1,3	3,2	7,3	15,5	27,7	41,7	52,3	55,2	44,0
9.Воронеж	-	-	0,2	1,1	4,3	12,9	21,2	35,4	50,8	48,7	36,3
10.Екатеринбург	-	0,3	1,7	5,8	12,2	24,2	37,3	43,5	42,1	40,2	41,1
11.Иркутск	0,2	1,9	5,1	12,0	24,3	35,5	35,1	29,2	30,8	39,5	42,2
12.Йошкар-Ола	-	0,6	1,9	4,9	9,4	18,0	29,8	41,4	45,3	45,9	40,6
13.Казань	-	-	0,8	3,6	9,2	19,2	30,6	39,6	45,0	43,5	35,2
14.Кемерово	0,4	2,9	6,1	13,4	18,8	28,2	32,6	33,9	35,1	36,5	40,2
15.Комсомольск-на-Амуре	-	1,0	11,6	24,7	29,0	28,9	25,4	21,6	24,7	36,0	35,6
16. Кострома	-	0,2	0,9	2,4	6,8	15,4	27,7	40,7	53,5	49,9	42,2
17. Красноярск	0,9	2,9	4,9	10,0	15,6	23,2	33,6	37,7	39,8	39,8	41,7
18. Курск	-	-	0,3	1,2	4,6	14,2	27,8	47,5	56,0	39,2	30,8
19.Магнитогорск	-	0,2	1,7	6,9	17,6	28,8	36,7	37,2	34,5	35,8	37,0
20. Москва	-	0,1	0,6	1,8	5,1	13,7	23,9	38,4	53,5	53,7	42,6
21.Мурманск	-	-	0,3	1,6	4,6		29,2	51,9	69,9	71,7	63,4
22.Нижний Новгород	-	0,1	0,8	2,4	6,4	16,7	28,4	42,0	51,6	44,6	42,1
23.Новгород	-	-	0,2	1,2	3,8	10,4	19,9	36,3	57,0	66,2	45,5
24.Новосибирск	0,6	2,5	5,1	11,9	20,2	28,8	33,7	33,4	32,6	35,7	37,8
25.Омск	0,2	2,4	5,4	12,1	19,5	29,6	34,2	34,4	31,8	33,9	32,9

Продолжение приложения 2. Среднее многолетнее число суток со средней суточной температурой наружного воздуха в различных интервалах для городов России.

26.Оренбург	-	0,1	1,2	5,0	14,0	23,9	31,3	35,3	39,1	35,1	29,9
27.Пенза	-	0,1	0,5	2,0	6,9	17,6	30,5	41,1	49,7	38,6	36,5
28.Петрозаводск	-	-	0,2	1,5	5,5	12,9	24,5	41,9	57,6	65,1	47,2
29.Пермь	0,1	0,6	2,4	5,9	12,1	21,4	34,1	43,2	44,5	43,2	38,7
30.Псков	-	-	0,1	0,8	2,7	7,8	18,1	31,2	55,3	67,1	49,0
31.Ростов-на-Дону	-	-	-	0,2	1,4	4,8	11,7	23,9	45,4	54,2	41,6
32.Самара	-	0,2	0,6	2,9	10,1	20,2	33,5	40,1	44,1	33,1	35,0
33.Санкт-Петербург	-	-	0,1	0,7	2,8	8,9	19,3	36,3	57,4	66,5	46,7
34.Саратов	-	-	0,1	1,5	8,1	18,0	27,3	36,8	44,4	40,9	33,9
35.Смоленск	-	-	0,1	0,9	3,3	10,1	20,1	36,6	55,9	56,9	43,4
36.Сыктывкар	0,3	1,3	3,5	6,9	12,2	20,3	32,8	44,9	48,5	49,9	43,8
37.Тамбов	-	-	0,2	1,8	5,3	14,2	24,5	39,5	50,9	46,2	37,2
38.Томск	1,1	3,3	6,4	11,1	18,4	28,3	34,9	35,4	35,8	38,2	37,7
39.Тюмень	0,2	0,8	3,8	7,5	15,9	24,8	35,2	38,8	37,0	40,1	37,2
40.Уфа	-	0,3	1,3	4,9	11,5	22,5	33,1	41,4	41,5	38,9	33,3
41.Хабаровск	-	0,1	1,5	12,5	29,3	36,1	30,8	24,3	24,8	30,5	35,4
42.Челябинск	-	0,3	1,3	5,3	14,8	24,6	34,9	40,6	38,3	37,5	35,7
43.Чита	0,8	4,6	13,9	24,7	30,0	30,4	26,0	22,2	28,8	33,9	38,4
44.Якутск	53,3	25,4	23,8	18,9	17,1	15,4	16,0	19,0	22,4	25,1	29,5

### Приложение 3. Поправочный коэффициент для жилых зданий

Расчетная температура наружного воздуха $t_{н.р.о.}, ^\circ C$	$\alpha$	Расчетная температура наружного воздуха $t_{н.р.о.}, ^\circ C$	$\alpha$	Расчетная температура наружного воздуха $t_{н.р.о.}, ^\circ C$	$\alpha$	Расчетная температура наружного воздуха $t_{н.р.о.}, ^\circ C$	$\alpha$
0	2,05	-15	1,29	-30	1,00	-45	0,85
-5	1,67	-20	1,17	-35	0,95	-50	0,82
-10	1,45	-25	1,08	-40	0,90	-55	0,80

Приложение 4. Удельные тепловые характеристики административных, лечебных и культурно-просветительных зданий и детских учреждений

Наименования зданий	Объем зданий $V_n$ , тыс. м <sup>3</sup>	Удельная тепловая характеристика ккал/м <sup>3</sup> ч °С		Расчетная внутренняя температура $t_{вн}$ , °С.
		Для отопления $q_o$ .	Для вентиляции $q_v$ .	
Жилые дома гостиницы и общежития	<3	0.5	-	18(20)
	5	0.45	-	
	10	0.39	-	
	15	0.38	-	
	20	0.38	-	
	25	0.38	-	
	30	0.38	-	
	>30	0.38	-	
Административные здания	<5	0.43	0.09	18
	10	0.38	0.08	
	15	0.36	0.07	
	>15	0.32	0.08	
Детские сады и ясли	<5	0.38	0.11	20
	>5	0.34	0.1	
Школы	<5	0.39	0.09	16
	10	0.35	0.08	
	>10	0.33	0.07	
ВУЗ и техникумы	<10	0.35	-	16
	15	0.33	0.1	
	20	0.3	0.08	
	>20	0.24	0.08	

Продолжение приложения 4. Удельные тепловые характеристики административных, лечебных и культурно-просветительных зданий и детских учреждений

Клубы	>5	0.37	0.25	
	10	0.33	0.23	
	>10	0.3	0.2	
Кинотеатры	<5	0.36	0.43	14
	10	0.32	0.39	
	>10	0.3	0.38	
Театры	<10	0.29	0.41	15
	15	0.27	0.4	
	20	0.22	0.38	
	30	0.2	0.36	
	>30	0.18	0.34	
Универмаги	<5	0.38	-	15
	10	0.33	0.08	
	>10	0.31	0.28	
Поликлиники, диспансеры	<5	0.4	-	20
	10	0.36	0.25	
	15	0.32	0.23	
	>15	0.3	0.22	
Больницы	<5	0.4	0.29	20
	10	0.36	0.28	
	15	0.32	0.26	
	>15	0.3	0.25	
Предприятия общественного питания	<5	0.35	0.7	16
	10	0.33	0.65	
	>10	0.3	0.6	



Приложение 5. Нормы расхода горячей воды потребителями

Потребители	Единица измерения	Единица измерения нормы расхода горячей воды в сутки наибольшего водопотребления, л.
1. Жилые дома квартирного типа, оборудованные:		
а) умывальниками, мойками и душами	1 житель	100
б) сидячими ваннами и душами	»	110
в) ваннами длиной 1500-1700мм и душами	»	120
2. Жилые дома квартирного типа при высоте зданий более 12 этажей и повышенных требованиях к их благоустройству	»	130
3. Общежития с общими душевыми	»	60
4. Общежития с общими душевыми, столовыми и прачечными	»	80
5. Гостиницы, мотели, пансионаты с общими ваннами и душами	»	70
6. Гостиницы с ваннами в отдельных номерах	»	
а) до 25% общего числа номеров	»	100
б) до 75% общего числа номеров	»	150
в) во всех номерах	»	180
7. Гостиницы с душами во всех отдельных номерах	»	140

Продолжение приложения 5. Нормы расхода горячей воды потребителями

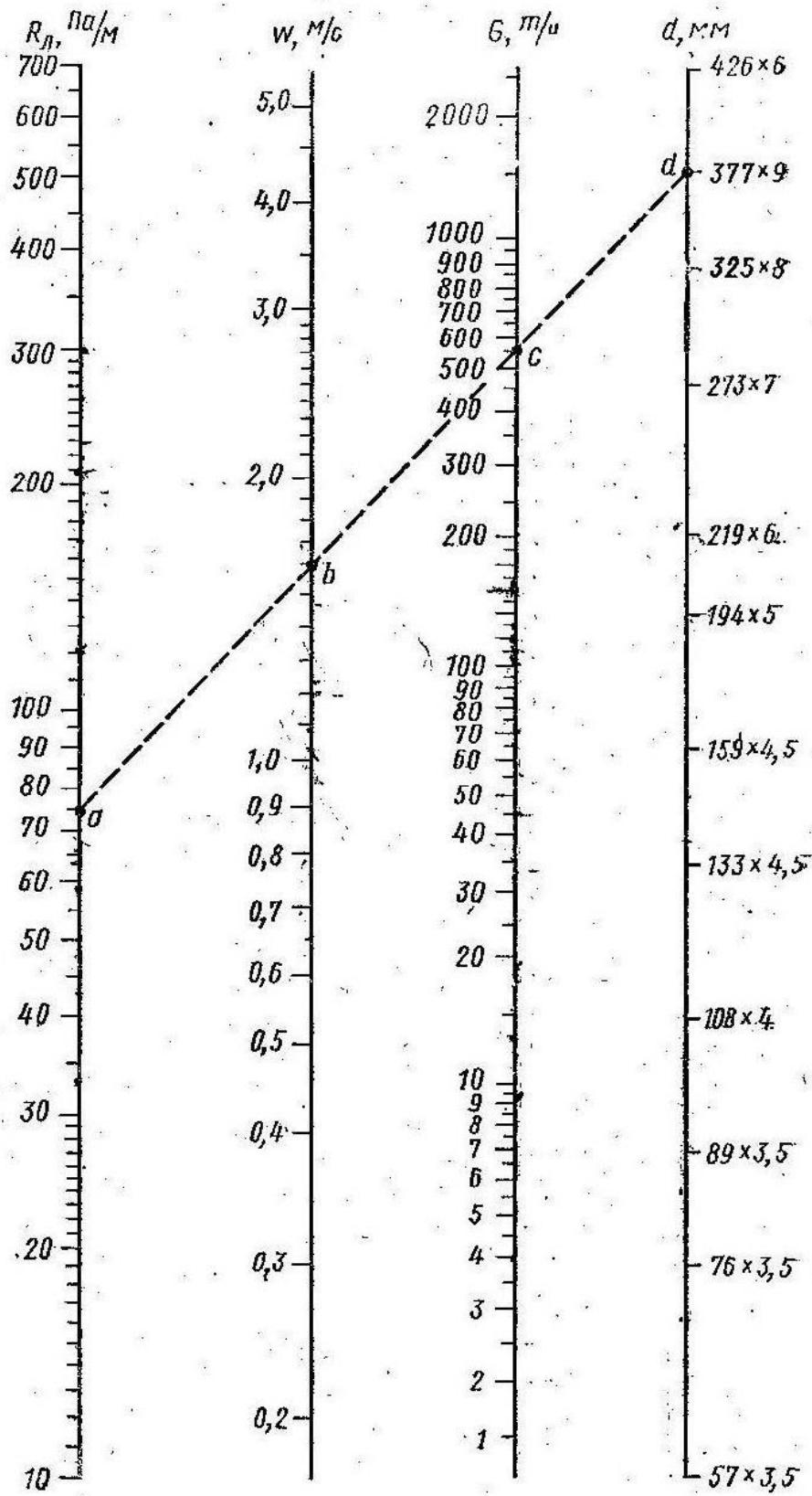
8. Больницы, санатории общего типа, дома отдыха(с общими ваннами и душами)	1 койка	75
9.Санатории,дома отдыха с ваннами при всех жилых домах	То же	120
10.Поликлиники,амбулатории	1 больной	6
11.Прачечные: а)немеханизированные б)механизированные	1 кг сухого белья То же	15 25
12.Административные здания	1 работающий	7
13.Учебные заведения общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах	1 учащийся 1 преподаватель	8
14.Школы-интернаты	1 место	30
15.Детские ясли-сады с дневным пребыванием детей	1 ребенок	35
16.Детские ясли-сады с круглосут. пребыванием детей	То же	40
17.Предприятия общественного питания: приготовление пищи, потребляемой в предприятии, приготовление пищи продаваемой на дом	1 блюдо То же	12,7 11,2
18.Продовольственные магазины	1 рабочее место	65
19.Парикмахерские	То же	35
20.Театры	1 место зрителей	5
21.Стадионы,спортивные залы для физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник	30

22.Плавательные бассейны с учетом приема душа	1 спортсмен	60
23.Бани:		
а)мытьё в мыльной с тазами на скамьях с обмыванием в душе.	1 посетитель	120
б)Мытьё в мыльной с тазами на скамьях с приемом оздоровительных процедур	То же	190
в)душевая кабина	»	290
г)вапная кабина	»	360
д)уборка пола помещений мыльных, душевых, парильных.	1 м2	3
24.Обслуживающий персонал общественных зданий.	1 человек в смену	7
25.Холодильники:		
а)мойка полов	1 м2	3
б)мойка инвентаря	1м2 поверхностей	4
в)мойка подъемно-транспортных средств. (электропогрузчиков, электрокаров и т.д)	1 машина	150
26.Цехи с избытками явного тепла более 20 ккал на 1 м3 помещений в 1 ч.	1 работающий в смену	24
27.Остальные цехи	То же	11

Приложение 13. Основные типы сборных ж/б каналов для тепловых сетей

Условный диаметр труб D <sub>y</sub> , мм	Марка канала	Размеры, мм
50-80мм	КЛ 60x45	600x450
100-150	КЛ 90x45	900x450
175-200	КЛ 90x60	900x600
200-300	КЛ 120x600	1200x600
350-400	КЛ 150x60	1500x600
450-500	КЛс 90x90	900x900

Приложение 14. Номограмма для гидравлического расчета тепловых сетей



**Приложение 15. Максимальное расстояние между неподвижными опорами при П - образных компенсаторах**

Диаметр трубопровода	25	32	40	50	70	80	100	125	150	175	200	250
Длина, м	50	50	60	60	70	80	80	90	84	100	120	120

Наименование местных сопротивлений	Эскиз	Кэ, мм	Эквивалентные длины, м, при наружных диаметрах труб, мм											
			57	76	89	108	133	159	194	219	273	325	377	426
<b>Заужения</b>		0,5 0,2	0,65 0,88	1 1,33	1,28 1,67	1,65 2,12	2,2 2,32	2,24 2,76	2,9 3,66	3,36 4,2	3,33 4,2	4,27 5,2	4,3 6,3	4,4 7,36
<b>Вентиль с прямым шином сечением</b>		0,5 0,2	8,4 11,4	9,6 12,5	10,2 13,3	13,5 17,4	18,5 23,8	24,6 30,4	33,4 42	39,5 49,3	— —	— —	— —	— —
<b>Коллектор сальниковый односторонний</b>		0,5 0,2	— —	— —	— —	0,66 0,85	0,88 1,13	1,68 2,07	2,17 2,74	2,52 3,15	3,33 4,2	4,17 5,2	5 6,3	10 12,5
<b>Отводы круглошовные <math>R = (1,5 \div 2) D_n</math></b>		0,5 0,2	0,65 0,88	1 1,33	1,28 1,67	1,65 2,12	2,25 2,82	2,8 3,45	3,62 4,6	4,2 5,25	5,55 7	325 8,7	8,4 10,5	10 12,5
<b>Коллекторы П-образные с отводами круглошовными <math>R = (1,5 \div 2) D_n</math></b>		0,5 0,2	5,2 0,1	6,8 10,5	7,9 12,9	9,8 14,9	12,5 19,4	15,4 21,2	19,4 27,2	23,4 30,4	28 40	34 46,2	40 55	47 64,2
<b>Тройники при слиянии поток</b>		0,5	1,96	3	3,82	4,95	6,6	8,4	10,9	12,6	16,7	20,8	25,2	30
<b>ответвление</b>		0,5	2,62	4	5,1	6,6	8,6	11,2	14,5	16,8	22,2	27,8	33,6	40
<b>проход</b>		0,2	2,64	4,0	5,0	6,36	8,5	10,4	13,7	15,8	21	26,1	31,4	37,3
<b>ответвление</b>		0,2	3,52	5,32	6,66	8,5	11,3	13,8	18,3	21	28	34,8	41,8	49,8
<b>Тройники при делении поток</b>		0,5	1,3	2,0	2,55	3,3	4,4	5,6	7,24	8,4	11,1	13,9	16,8	20
<b>проход</b>		0,5	1,96	3,0	3,82	4,95	6,6	8,4	10,9	12,6	16,7	20,8	25,2	30
<b>ответвление</b>		0,2	1,76	2,66	3,33	4,24	5,65	6,9	9,15	10,5	14	17,4	20,9	24,9
<b>проход</b>		0,2	2,64	4,0	5,0	6,36	8,5	10,4	13,7	15,8	21	26,1	31,4	37,3
<b>ответвление</b>		0,2	2,64	4,0	5,0	6,36	8,5	10,4	13,7	15,8	21	26,1	31,4	37,3

Приложение 16 Эквивалентные длины местных сопротивлений

## Приложение 17

Приложение 17а. Нормы плотности теплового потока для трубопроводов двухтрубных тепловых сетей при подземной канальной прокладке и продолжительности работы в год более 5000 ч.

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя (подающий/обратный), °С.		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока, Вт/м		
25	19	24	28
32	21	26	30
40	22	28	32
50	25	30	35
65	29	35	40
80	31	37	43
100	34	40	46
125	39	46	52
150	42	50	57
200	52	61	70
250	60	71	80
300	67	79	90
350	75	88	99
400	81	96	108
450	89	104	117
500	96	113	127
600	111	129	145
700	123	144	160
800	137	160	177
900	151	176	197
1000	166	192	212
1200	195	225	250
1400	221	256	283



Приложение 176. Нормы плотностей теплового потока для трубопроводов двухтрубных водяных сетей при подземной канальной прокладке и продолжительности работы в год 5000ч и менее.

Условный проход трубопровода, мм	Среднегодовая температура теплоносителя(подающей/обратный),°С.		
	65/50	90/50	110/50
	Суммарная линейная плотность теплового потока Вт/м		
25	21	26	31
32	24	29	33
40	25	31	35
50	29	34	39
65	32	39	45
80	35	42	48
100	39	47	53
125	44	53	60
150	49	59	66
200	60	71	81
250	71	83	94
300	81	94	105
350	89	105	118
400	98	115	128
450	107	125	140
500	118	137	152
600	134	156	174
700	151	175	194
800	168	195	216
900	186	216	239
1000	203	234	261
1200	239	277	305
1400	273	316	349

Приложение 18. Коэффициент  $k_1$ , учитывающий изменение стоимости теплоты и теплоизоляционной конструкции в зависимости от района строительства и способа прокладки трубопровода места установки оборудования)

Район строительства	Способы прокладки трубопровода и месторасположение оборудования			
	На открытом воздухе	В помещении, туннеле	В непроходном канале	Бесканальный
Европейская часть России	1,0	1,0	1,0	1,0
Урал	1,02	1,03	1,03	1,0
Казахстан	1,04	1,06	1,04	1,02
Средняя Азия	1,04	1,04	1,02	1,02
Западная Сибирь	1,03	1,05	1,03	1,02
Восточная Сибирь	1,07	1,09	1,07	1,03
Дальний восток	0,88	0,9	0,8	0,96
Районы крайнего Севера и приравненные к ним	0,9	0,93	0,85	-

Приложение 19. Толщины промышленных полносборных и комплектных теплоизоляционных конструкций.

Толщина основного слоя, мм			
Расчетная	Принимаемая	Расчетная	Принимаемая
40-45	40	До 40	40
46-65	60	41-60	60
66-85	80	61-80	80
86-105	100	81-100	100
106-125	120	106-125	120
126-150	140	126-150	140
151-175	160	151-175	160
176-200	180	176-200	180

Приложение 20. Предельные толщины теплоизоляционных конструкций при подземной прокладке в тоннелях и непроходных каналах.

Условный проход трубопровода ,мм	Способ прокладки трубопровода
	В непроходном канале
	Предельная толщина теплоизоляционной конструкции, мм, при температуре вещества °С.
	До 150 включительно
15	40
25	60
40	60
50	80
65	80
80	80
100	80
125	80
150	100
200	100
250	100
300	100
350	100
400	120
450	120
500	120
600	120
700	120
800	120
900 и более	120

Примечание 1. В случае если по расчету толщина изоляции больше предельной, следует применить более эффективный материал.

## **Список использованных источников**

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: МЭИ, 2001.
2. Манюк В. И., Каплинский Я. И., Хиж Э. Б. и др. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник. – М.: Стройиздат, 1988.
3. Соловьев Ю. П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1978.
4. СНиП 41.02–2003. Тепловые сети. – М.: Госстрой России, 2004.
5. СНиП 41.03–2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – М., 2004
6. СНиП 23.01–99. Строительная климатология. Госстрой России, 1999.
7. СНиП 2.04.01–85\*. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Госстрой СССР, 1998.
8. СНиП 2.04.05–91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.– М.: Госстрой России, 2003
9. Шумов В. В. Компенсаторы для трубопроводов тепловых сетей. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.
10. Козин В. Е. Теплоснабжение – М.: Высшая школа, 1980
11. Переверзев В. А., Шумов В. В. Справочник мастера тепловых сетей. – Л.: Энергия 1980.
12. Теплоснабжение/ Под ред. А. А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982.
13. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей/ Под ред. А. А. Николаева. – М.: Издательство литературы по строительству, 1965.
14. СП 41.101–95. Проектирование тепловых пунктов. – М.: Минстрой России, 1997.
15. Государственный стандарт. Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи. ГОСТ 21.605–82 (СТ СЭВ 5676–86).
16. Единые требования к оформлению дипломных и курсовых проектов. Методические указания. БИК. Б., 2003
17. Копко В. М., Зайцева Н. К., Базыленко Г. И. Теплоснабжение (курсовое проектирование). Минск. Высшая школа, 1985
18. Теплоснабжение района. Методические указания к выполнению курсового проекта (МЭЭТ ГОУ СПО ИЭК). Иваново, 2007.
19. Теплоснабжение. Курс лекций БИК, Белгород, 2007.