

Министерство образования и науки Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция,
водоснабжение и водоотведение»

Е.А. Усманова

ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА

Электронное учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы



© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2017

ISBN 978-5-8259-1183-0

УДК 697.1(075.8)

ББК 38.765

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства *К.О. Чичиров*;
д-р техн. наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение» Тольяттинского государственного университета *В.И. Бодров*.

Научный редактор

кандидат технических наук, доцент М.Н. Кучеренко

Усманова, Е.А. Горячее водоснабжение жилого дома : электрон. учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы / Е.А. Усманова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017. – 1 оптический диск.

В учебно-методическом пособии содержатся краткие теоретические сведения об устройстве системы горячего водоснабжения, приводятся методика расчета и основные положения по проектированию системы горячего водоснабжения жилого дома. Пособие содержит приложения с вариантами заданий к курсовой работе.

Предназначено для студентов направления подготовки бакалавра 08.03.01 «Строительство» (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция») всех форм обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; ПИИ 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

Редактор *Т.Д. Савенкова*
Технический редактор *Н.П. Крюкова*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 12.09.2017.
Объем издания 2,28 Мб.
Комплектация издания:
компакт-диск, первичная упаковка.
Заказ № 1-34-16.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 53-91-47, www.tltsu.ru

Содержание

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ «ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА»	5
1.1. Исходные данные. Объем и содержание курсовой работы	5
1.2. Выбор системы горячего водоснабжения, конструктивные элементы системы	6
2. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	11
2.1. Определение расчетных расходов горячей воды и теплоты	11
2.2. Гидравлический расчет подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения	13
2.3. Определение потерь теплоты подающими трубопроводами	16
2.4. Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов	17
2.5. Подбор оборудования теплового пункта	20
2.6. Выбор схемы присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям	24
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	25
Приложение 1	27
Приложение 2	39
Приложение 3	41
Приложение 4	47

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ «ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО ДОМА»

1.1. Исходные данные. Объем и содержание курсовой работы

Исходными данными для выполнения курсовой работы (прил. 1) являются:

- план типового этажа;
- место строительства;
- этажность;
- система теплоснабжения (открытая или закрытая);
- схема присоединения стояков;
- материал труб;
- температура горячей воды на выходе из водоподогревателя или смесителя;
- температура горячей воды в наиболее удаленной водоразборной точке;
- температура холодной воды;
- давление на вводе водопровода и в тепловой сети.

В курсовой работе «Горячее водоснабжение жилого дома» разрабатывается проект централизованного горячего водоснабжения (ГВС) жилого дома с насосной циркуляцией. Подготовка воды для системы осуществляется в центральном (ЦТП) или индивидуальном (ИТП) тепловом пункте с использованием теплоносителя из тепловых сетей.

Разработке подлежат следующие основные вопросы:

- конструктивная разработка системы горячего водоснабжения в соответствии с заданием и исходными данными;
- расстановка оборудования и арматуры;
- определение расчетных расходов горячей воды и теплоты;
- гидравлический расчет подающих и циркуляционных трубопроводов;
- подбор оборудования теплового пункта;
- выбор схемы присоединения систем горячего водоснабжения и отопления к тепловым сетям.

В состав курсовой работы входят пояснительная записка (20–25 листов) и графическая часть (1 лист формата А1).

Примерное содержание пояснительной записки: задание на курсовую работу, аннотация, содержание, введение, краткое описание объекта и источника теплоты, описание системы горячего водоснабжения, определение расчетных расходов горячей воды и теплоты, гидравлический расчет подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения, определение потерь теплоты трубопроводами, расчет циркуляционных расходов воды, гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов, выбор схемы присоединения системы ГВС к тепловым сетям, подбор оборудования теплового пункта, список использованной литературы.

Состав графической части: план подвала в масштабе 1:100 с нанесением подающих и циркуляционных трубопроводов, стояков, теплового пункта, мест вводов водопровода и трубопроводов тепловой сети; план типового этажа здания в масштабе 1:100 с нанесением санитарно-технических приборов, подводок, стояков и полотенцесушителей; аксонометрическая схема трубопроводов и теплового пункта с указанием стояков, диаметров труб, уклонов, арматуры, оборудования [10; 11]; схема присоединения системы ГВС и отопления к тепловым сетям [5]; спецификация.

1.2. Выбор системы горячего водоснабжения, конструктивные элементы системы

Систему горячего водоснабжения следует принимать, как правило, с *закрытым* водоразбором с приготовлением горячей воды в теплообменниках и водонагревателях (водо-водяных, газовых, электрических, солнечных и др.). По заданию на проектирование допускается предусматривать в здании систему горячего водоснабжения с *открытым* (непосредственно из тепловой сети) водоразбором [1].

В курсовой работе требуется обосновать выбор схемы внутренней системы горячего водоснабжения исходя из особенностей конструкции здания, взаимного расположения помещений кухни, ванной и санузла.

При выборе схемы и конструктивного решения стояков необходимо следовать рекомендациям учебных пособий, приведенных в списке литературы.

Подача горячей воды в систему осуществляется централизованно от теплового пункта: центрального (ЦТП) или индивидуального (ИТП).

Согласно требованиям [5], индивидуальные тепловые пункты должны быть встроены в обслуживаемые ими здания и размещены в отдельных помещениях на первом этаже у наружных стен здания. Допускается размещать ИТП в технических подпольях или в подвалах зданий и сооружений.

Центральные тепловые пункты (ЦТП), как правило, устраиваются отдельно стоящими, но допускается предусматривать ЦТП пристроенными к зданиям либо встроенными в общественные, административно-бытовые или производственные здания и сооружения.

Высоту помещений тепловых пунктов рекомендуется принимать от отметки чистого пола до низа выступающих конструкций перекрытия (в свету) не менее, м: для наземных ЦТП – 4,2; для подземных – 3,6; для ИТП – 2,2.

При размещении ИТП в цокольных и подвальных помещениях, а также в технических подпольях зданий допускается принимать высоту помещений и свободных проходов к ним не менее 1,8 м [5].

Учитывая вышеуказанные требования, индивидуальный тепловой пункт желательно разместить ближе к середине здания, это положительно скажется на увязке отдельных ветвей системы при гидравлическом расчете трубопроводов и на гидравлическом режиме системы в целом [13].

Как правило, системы горячего водоснабжения проектируются с нижней разводкой магистралей, но при наличии чердачного помещения и при соответствующем обосновании можно принять схему с верхней разводкой. В жилых и общественных зданиях прокладку разводящих трубопроводов горячего водоснабжения следует предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах, чердаках, на первом этаже в подпольных каналах (в случае отсутствия чердаков), по конструкциям здания, по которым допускается открытая прокладка трубопроводов или под потолком нежилых помещений верхнего этажа.

Подающий и циркуляционный магистральные трубопроводы в зависимости от выбранной схемы прокладываются в подвале или на чердаке, крепятся на кронштейнах к несущим ограждающим конструкциям либо с помощью подвесок к потолку или перекрытию. С целью удаления воздуха и спуска воды из системы горизонтальные трубопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,002, при этом циркуляционный трубопровод располагают параллельно подающему [1].

Стояки располагаются в специальных нишах санитарно-технических блоков или по капитальным внутренним стенам санузлов (в зависимости от конструктивных особенностей здания). Горизонтальную разводку трубопроводов от стояков к водоразборным приборам осуществляют на высоте 200–400 мм от пола. Как правило, трубы прокладывают открытым способом.

В помещениях, к отделке которых предъявляются повышенные требования, трубы следует прокладывать только скрыто. Трубопроводы из полимерных материалов (кроме располагаемых в санитарных узлах) также следует прокладывать скрыто [1]. Участки труб в местах прохода через стены и перекрытия заключают в металлические гильзы.

В квартирах устанавливается следующая водоразборная арматура: в ванной комнате — смеситель для ванны и смеситель для умывальника или один комбинированный с поворотным изливом; на кухне — смеситель для мойки. В ванных комнатах предусматриваются полотенцесушители. Высота установки водоразборной арматуры регламентируется нормативной литературой [3].

Для выпуска воздуха из системы горячего водоснабжения с верхней разводкой используют автоматические воздухоотводчики или воздухосборники, из систем с нижней разводкой воздух удаляется через водоразборные приборы верхних этажей или через воздушные краны в верхней части подающих стояков.

Запорную арматуру в системах горячего водоснабжения следует предусматривать: на трубопроводах холодной и горячей воды у водоподогревателей; на ответвлениях трубопроводов к секционным узлам водоразборных стояков; у основания подающих и циркуляционных стояков в зданиях высотой 3 этажа и более; на ответвлениях

водоразборных стояков от магистралей в системах с верхней разводкой; на ответвлениях от стояков в каждую квартиру.

Применяется запорная арматура, рассчитанная на рабочее давление до 0,6 МПа; задвижки, краны пробковые проходные муфтовые и фланцевые, вентили запорные муфтовые и фланцевые. Арматура диаметром до 50 мм должна быть бронзовая, латунная или из термостойких пластмасс с термостойкими уплотнительными прокладками.

Для опорожнения системы в нижней части трубопроводов устанавливают сливные патрубки с запорной арматурой. Для спуска воды из стояков у основания каждого из них желательно предусматривать тройники с пробкой или сливные патрубки с запорной арматурой. Спускные устройства на стояках могут отсутствовать, если спуск воды осуществляется через водоразборные приборы нижних этажей.

Трубопроводные системы холодной и горячей воды должны выполняться из труб и соединительных деталей, срок службы которых при температуре воды 20 °С и нормативном давлении составляет не менее 50 лет, а при температуре 75 °С и нормативном давлении – не менее 25 лет [1]. Для трубопроводов систем горячего водоснабжения следует использовать стальные оцинкованные трубы, полимерные, металлополимерные, медные, бронзовые и латунные трубы.

Обратные клапаны устанавливают у водоподогревателя на циркуляционном трубопроводе и на трубопроводе холодной воды перед присоединением его к водонагревателю, а при непосредственном водоразборе из тепловых сетей – на трубопроводе от обратного трубопровода к смесителю. Обязательна установка обратного клапана на напорном трубопроводе насосов [5].

Для контроля параметров горячей воды предусматривают термометры и манометры. Манометры устанавливают на выходе из водоподогревателя или смесителя, до и после циркуляционного насоса. Термометры размещают до и после водоподогревателя или смесителя и на циркуляционном трубопроводе перед циркуляционным насосом.

В тепловом пункте для учёта потребления горячей воды устанавливают счётчики: в закрытой системе – на трубопроводах холодного водопровода перед водоподогревателем, в открытой системе – на трубопроводе горячего водоснабжения после смесительного

узла и на общем циркуляционном трубопроводе [5]. Для поквартирного учета счетчики горячей воды устанавливаются на подводках в каждую квартиру.

Все трубопроводы, включая стояки, кроме подводок к водоразборным приборам, покрываются тепловой изоляцией [1].

2. РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

2.1. Определение расчетных расходов горячей воды и теплоты

Определение расходов горячей воды

Определяется число N , шт., всех водоразборных приборов в здании и число потребителей U горячей воды.

Число потребителей U горячей воды, исходя из принятой нормы жилой площади, приходящейся на 1 человека:

$$U = \frac{F}{f}, \text{ чел.}, \quad (1)$$

где F – жилая площадь всего здания, м²; f – норма жилой площади на 1 человека, м²/чел.

Максимальный секундный расход горячей воды на расчетном участке сети q^h , л/с, следует определять по формуле

$$q^h = 5q_0^h \alpha, \quad (2)$$

где q_0^h – секундный расход горячей воды одним прибором (диктующим) с наибольшим водоразбором, для жилого дома принимается ванна со смесителем, величину которого следует определять согласно [1; 13]; α – коэффициент, определяемый согласно [1; 13] в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P :

$$\alpha = f(NP).$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов P на участках сети надлежит определять по формуле

$$P = U \frac{q_{hr,u}^h}{3600q_0^h N}, \quad (3)$$

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды одним жителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по [1; 13]; U – число потребителей (жителей) в здании, см. формулу (1); q_0^h – то же, что в формуле (2); N – число приборов в здании.

Максимальный часовой расход горячей воды q_{hr}^h , м³/ч, следует определять по формуле

$$q_{hr}^h = 0,005q_{0,hr}^h \alpha_{hr}, \quad (4)$$

где $q_{0,hr}^h$ – часовой расход воды санитарно-техническим прибором, л/ч, надлежит определять согласно [1; 13]; α_{hr} – коэффициент, определяемый согласно [1; 13], в зависимости от общего числа приборов N , обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования P_{hr}

$$\alpha_{hr} = f(NP_{hr}).$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов P_{hr} для системы в целом следует определять по формуле

$$P_{hr} = \frac{3600Pq_0^h}{q_{0,hr}^h}. \quad (5)$$

Средний суточный расход горячей воды q_u , м³/сут, следует определять по формуле

$$q_u = \frac{q_u^h U}{1000}, \quad (6)$$

где q_u^h – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления, л/сут, определяемая согласно [1; 13]; U – число потребителей в здании.

Определение расходов теплоты

Средний часовой расход теплоты Q_T^h , кВт, на нужды горячего водоснабжения следует вычислять по формуле

$$Q_T^h = 1,16q_T^h(t^h - t^c) + Q^{ht}, \quad (7)$$

где t^h – средняя температура горячей воды в системе, °С; t^c – температура холодной воды, °С; Q^{ht} – потери теплоты в системе горячего водоснабжения, кВт, [13]; q_T^h – средний часовой расход горячей воды, м³/час, определяется по формуле

$$q_T^h = \frac{q_u}{24}. \quad (8)$$

Максимальный часовой расход теплоты, кВт, на нужды горячего водоснабжения следует вычислять по формуле

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h(t^h - t^c) + Q^{ht}, \quad (9)$$

где q_{hr}^h – см. формулу (4).

2.2. Гидравлический расчет подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения

Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов и потерь давления воды в трубопроводах.

Гидравлический расчет подающих трубопроводов начинают после конструктивного решения системы горячего водоснабжения и вычерчивания аксонометрической расчетной схемы трубопроводов от теплового пункта. Аксонометрическая схема обычно выполняется в том же масштабе, что и планы системы. Определение диаметров труб производят по таблицам гидравлического расчета в соответствии с расчетными секундными расходами воды на участках по допустимым скоростям движения воды в трубах. Таблицы для гидравлического расчета для труб из разных материалов приводятся в справочной литературе.

Рассматривается работа системы горячего водоснабжения в режиме водоразбора. Секундные расходы воды на расчетных участках необходимо определять по формуле (2), при этом значение расхода горячей воды одним водоразборным прибором q_0^h следует принимать для прибора с наибольшим расходом.

Расчет трубопроводов производят последовательно, в направлении от самого удаленного от теплового пункта водоразборного прибора до водоподогревателя или смесителя, по этому же принципу нумеруют расчетные участки.

Расчетный секундный расход горячей воды, $q^{h,cir}$, л/с, на участках подающей сети при гидравлическом расчете следует согласно [1; 13] определять с учетом циркуляционного расхода по формуле

$$q^{h,cir} = q^h (1 + k_{cir}), \quad (10)$$

где q^h – секундный расход на участке, л/с, определяемый по формуле (2); k_{cir} – коэффициент, принимаемый для водоподогревателей и начальных участков системы до первого водоразборного стояка по [1; 13]; для остальных участков сети – равным нулю.

Поскольку величины циркуляционных расходов q^{cir} (определяемые впоследствии на основании тепловых потерь подающими трубопроводами) предварительно неизвестны, гидравлический расчет подающей сети следует выполнять по максимальным секундным

расходам q^h , но с ограничением допускаемых скоростей в стояках, распределительных трубопроводах, наружных сетях до 1,0–1,2 м/с. Скорость воды в квартирных разводках может быть выше. После определения циркуляционных расходов и величины коэффициента k_{cir} необходимо выполнить повторный гидравлический расчет участков сети от ТП до первого водоразборного стояка, для которых K_{cir} не равен нулю и на которых следует учитывать согласно формуле (10) циркуляционные расходы. При выполнении повторного гидравлического расчета скорость движения воды в трубопроводах не должна превышать 1,5 м/с.

Допустимые скорости движения воды в подающих трубопроводах не должны превышать 1,5 м/с. В закрытых системах теплоснабжения скорости движения воды в стальных трубах следует принимать с учетом зарастания труб накипью и вследствие этого – уменьшения внутренних диаметров. Можно пользоваться таблицей корректирующих коэффициентов к скоростям движения воды (табл. 1) [13]. Для систем горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения, корректировка не производится [13].

Таблица 1

Поправочные коэффициенты для учёта зарастания труб накипью

Диаметр труб D , мм	Коэффициент к скорости K_w	Коэффициент к уд. потерям давления K_R
15	1,68	3,87
20	1,48	2,77
25	1,38	2,34
32	1,28	1,93
40	1,26	1,79
50	1,2	1,61

В курсовой работе требуется рассчитать магистральные трубопроводы с увязкой потерь давления в двух ветках и стояках.

Гидравлический расчет трубопроводов производят методом удельных потерь давления по длине. Удельные потери давления на трение R (Па/м) определяют по таблицам для расчета трубопроводов холодной воды.

Потери давления на расчетных участках определяют по формуле

$$\Delta p = Rl(1 + K_m) \text{ Па}, \quad (11)$$

где R – удельные потери на трение при расчетном расходе воды на участке, Па/м; l – длина расчетного участка, м; K_m – коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях, который согласно [13] следует принимать:

- для открытых систем $K_m = 0,3$;
- для закрытых систем $K_m = 0,2$ – для подающих и циркуляционных распределительных (магистральных) трубопроводов;

$K_m = 0,5$ – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями;

$K_m = 0,1$ – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков.

При этом для закрытых систем теплоснабжения из стальных труб уменьшение внутренних диаметров теплопроводов за счет отложения накипи на стенках учитывают введением поправочных коэффициентов K_R к удельным потерям давления на трение (см. табл. 1) [13]. В системах горячего водоснабжения с разбором воды непосредственно из тепловой сети накипеобразование не учитывается.

Увязку потерь давления в стояках производят путем изменения диаметров отдельных участков стояков и магистралей. Невязка потерь давления по ответвлениям и стоякам не должна превышать 10 % [1].

Расчетные данные по гидравлическому расчету подающих трубопроводов заносятся в табл. 2.

Таблица 2

Гидравлический расчет подающих трубопроводов

№ уч.	l , м	N , шт.	NP	α	q^h , л/с	D , мм	W_{T^2} , м/с	K_w	W , м/с	R_T , Па/м	K_R	R , Па/м	K_m	Δp , Па	$\Sigma \Delta p$, кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

2.3. Определение потерь теплоты подающими трубопроводами

Потери теплоты подающими трубопроводами (магистральными и стояками) рассчитываются для каждого участка с учетом изоляции и месторасположения трубопроводов. Расчет выполняется исходя из средней температуры воды в системе:

$$t_{\Gamma}^{\text{cp}} = (t_{\text{н}} + t_{\text{к}}) / 2, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (12)$$

где $t_{\text{н}}$ – температура горячей воды на выходе из водоподогревателя; $t_{\text{к}}$ – температура у наиболее удаленного водоразборного прибора.

Потери теплоты на каждом расчетном участке определяются по формуле

$$\Delta Q = \pi d_{\text{н}} l K (t_{\Gamma}^{\text{cp}} - t_{\text{окр}}) (1 - \eta), \text{ Вт}, \quad (13)$$

где $d_{\text{н}}$ – наружный диаметр трубопровода, мм; l – длина расчетного участка, м; K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°C); $t_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды, °C; η – КПД тепловой изоляции.

Коэффициент теплопередачи неизолированного стального трубопровода рекомендуется принимать $K = 11,6$ Вт/(м²·°C), а КПД тепловой изоляции $\eta = 0,6 \dots 0,8$ [13].

Температуру окружающей среды $t_{\text{окр}}$ принимают в зависимости от местоположения участка трубопровода. При прокладке в бороздах, шахтах санитарно-технических кабин, коммуникационных шахтах, вертикальных каналах $t_{\text{окр}} = 23$ °C, в ванных комнатах – 25 °C, в кухнях и туалетных комнатах – 20 °C. При прокладке трубопровода в неотапливаемых подвалах $t_{\text{окр}} = 5$ °C, на чердаке – $t_{\text{окр}} = t_{\text{нар}}$.

В системах горячего водоснабжения с полотенцесушителями на подающих стояках к сумме теплотерь каждого стояка прибавляют потери теплоты (Вт) полотенцесушителями, равные $100n$, где 100 – усредненная теплоотдача одним полотенцесушителем, Вт, n – количество полотенцесушителей, присоединенных к стояку.

Потери теплоты циркуляционными трубопроводами не учитываются. Однако при расчете систем горячего водоснабжения с полотенцесушителями на циркуляционных стояках целесообразно к сумме потерь теплоты подающими трубопроводами добавлять теплоотдачу полотенцесушителей. Это увеличит циркуляционный

расход воды, обеспечит лучший прогрев полотенецсушителей и отопление ванных комнат [14].

Расчетные данные по потерям теплоты сводятся в табл. 3.

Таблица 3

Расчет потерь теплоты подающими трубопроводами

№ уч.	l, м	d _н , мм	t _{о_кр} , °С	(t _Г ^{ср} - t _{о_кр}), °С	1 - η	Потери теплоты ΔQ, Вт		ΣΔQ = ΣQ ^н , Вт	Прим.
						на 1 м	на уч-ке		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.4. Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Расход циркуляционной воды, который компенсирует теплотопотери подающих трубопроводов в системе горячего водоснабжения, q^{cir} , л/с, определяется по формуле

$$q^{cir} = \beta \frac{\Sigma Q^{ht}}{c \Delta t}, \text{ л/с}, \quad (14)$$

где ΣQ^{ht} – суммарные теплотопотери подающими трубопроводами, кВт; c – удельная теплоемкость воды, $c = 4,19$ кДж/(кг·°С); Δt – разность температур в подающих трубопроводах системы от водоподогревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °С; β – коэффициент разрегулировки циркуляции.

Для системы с переменным сопротивлением циркуляционных стояков величину q^{cir} следует определять по подающим трубопроводам и водоразборным стоякам при $\Delta t = 10$ °С и $\beta = 1$; при одинаковом сопротивлении секционных узлов или стояков величину q^{cir} следует определять по водоразборным стоякам при $\Delta t = 8,5$ °С и $\beta = 1,3$ [13].

Рассматривается работа системы горячего водоснабжения в режиме циркуляции. Распределение суммарного расхода воды q^{cir} , циркулирующей на головном участке подающего трубопровода, по отдельным веткам и стоякам системы производится пропорционально потерям теплоты в них [1]. Циркуляционные расходы воды на маги-

стральных участках трубопроводов состоят из циркуляционных расходов стояков, находящихся впереди по ходу движения воды.

Расчетное циркуляционное кольцо системы ГВС состоит из двух частей: подающего трубопровода от водоподогревателей ТП до точки подключения к водоразборному стояку квартирной разводки к наиболее удаленному водоразборному прибору и циркуляционно-го трубопровода от указанной точки до водоподогревателей ТП.

Гидравлический расчет циркуляционных колец для режима циркуляции состоит из двух частей:

- 1) расчет потерь давления в подающих трубопроводах при пропуске только циркуляционных расходов воды при условии отсутствия водоразбора;
- 2) расчет потерь давления в циркуляционных трубопроводах при пропуске циркуляционных расходов воды.

Расчёт производится аналогично расчету подающих трубопроводов. Потери давления на расчетных участках определяются по формуле (11) с использованием таблиц гидравлического расчета или номограмм. Диаметры участков подающих трубопроводов известны из гидравлического расчета (см. табл. 2), диаметры сборного циркуляционного трубопровода и стояков следует принимать исходя из допустимых скоростей движения воды (см. п. 2.2). При этом диаметры циркуляционных трубопроводов принимаются на 1...2 калибра меньше диаметров соответствующих участков подающих трубопроводов [13].

Циркуляционные стояки рассчитывают на разность давлений в точках соединения их с подающими стояками и циркуляционной магистралью, при этом разность потерь давления в различных циркуляционных кольцах допускается не более 10 % [1].

Изменение сопротивления между различными ветвями системы, водоразборными узлами, а также между секционными узлами здания следует выполнять путем подбора диаметров циркуляционных трубопроводов, а при невозможности увязки диаметрами — с применением балансировочных вентилей, автоматических регулирующих устройств и дросселирующих диафрагм, установленных на циркуляционном трубопроводе.

Диаметр диафрагмы не следует принимать менее 10 мм. Если по расчету диаметр диафрагмы получается менее 10 мм, допускается вместо диафрагмы предусматривать установку крана для регулирования давления [13]. Диаметр отверстий регулирующих диафрагм d_g , мм, рекомендуется определять по формуле

$$d_g = 3,564 \sqrt{\frac{q^{cir2}}{p_{изб}}}, \text{ мм}, \quad (15)$$

где q^{cir} – циркуляционный расход воды в трубопроводе, кг/ч; $p_{изб}$ – избыточное давление, которое необходимо погасить диафрагмой, Па.

В системах горячего водоснабжения с секционными водоразборно-циркуляционными узлами при одинаковых диаметрах стояков расчет циркуляции следует осуществлять следующим образом. Сначала определяют циркуляционный расход для самого удаленного секционного узла, принимая значение Q^H равным потерям теплоты подающими трубопроводами всего узла, а перепад температуры Δt за счет остывания воды в водоразборно-циркуляционном узле на 2...3 °С меньше, чем перепад температуры во всей системе. В этом случае циркуляционные расходы для остальных узлов системы будут всегда больше, чем для наиболее удаленного, так как разность давлений в точках присоединения секционных узлов к подающему и циркуляционному трубопроводам будет увеличиваться по мере приближения секционных узлов к циркуляционному насосу. Для повышения гидравлической устойчивости системы целесообразно принимать потери давления в циркуляционных стояках узлов достаточно большими по сравнению с потерями давления в сборных циркуляционных трубопроводах. Расчёт следует выполнить так, чтобы при циркуляционном расходе потери давления в водоразборно-циркуляционном узле были в пределах 0,03...0,06 МПа [13]. В системах ГВС при открытой системе теплоснабжения потери давления в циркуляционном кольце при циркуляционном расходе не должны превышать 0,02 МПа [13]. Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов сводится в табл. 4.

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

№ уч.	l , м	q^{cir} , кг/ч	D , мм	W_r , м/с	K_w	W , м/с	R_r , Па/м	K_R	R , Па/м	K_M	Δp , Па	$\Sigma \Delta p$, кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

2.5. Подбор оборудования теплового пункта

Подбор водосчетчика

В тепловых пунктах закрытых систем для учета потребления воды на нужды горячего водоснабжения счетчики холодной воды следует устанавливать на трубопроводах, подающих водопроводную воду к водоподогревателям. Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки наибольшего водопотребления q_T^h , который не должен превышать ближайший по величине эксплуатационный, [1].

Счетчик с принятым диаметром условного прохода надлежит проверить на величину потерь напора $\Delta H_{сч}$ при пропуске максимального секундного расхода q^h , л/с, в системе, при котором потери напора не должны превышать в крыльчатых счетчиках 5 м, турбинных – 2,5 м.

Потери напора в счетчиках $\Delta H_{сч}$, м, при расчетном секундном расходе воды q^h , л/с, следует определять по формуле

$$\Delta H_{сч} = S(q^h)^2, \text{ м}, \quad (16)$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(л/с)², [1; 13].

При величине $\Delta H_{сч}$, превышающей допустимые значения, следует выбрать счетчик с большим диаметром условного прохода.

Подбор водоподогревателей

В тепловых пунктах для нагрева водопроводной воды следует применять водяные горизонтальные секционные кожухотрубные или пластинчатые водоподогреватели [5]. В качестве кожухотрубных секционных водоподогревателей рекомендуется применять

водо-водяные 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. В качестве пластинчатых рекомендуется применять водоподогреватели по ГОСТ 15518, а также водоподогреватели зарубежных фирм: «Альфа-Лаваль», СВЕП, AVR, «Цететерм» и др. Для систем горячего водоснабжения допускается применять емкостные водоподогреватели с одновременным использованием их в качестве баков – аккумуляторов горячей воды.

Для водо-водяных подогревателей следует принимать противоточную схему потоков теплоносителей. В кожухотрубных водоподогревателях систем горячего водоснабжения греющая (сетевая) вода должна поступать в межтрубное пространство, нагреваемая (водопроводная) вода – в трубки [5].

В пластинчатых теплообменниках нагреваемая вода должна проходить вдоль первой и последней пластин. Для систем горячего водоснабжения горизонтальные секционные кожухотрубные водоподогреватели должны применяться с латунными трубками. Для пластинчатых теплообменников должны применяться пластины из нержавеющей стали.

Потери напора в водоподогревательной установке зависят от типа подогревателя, количества секций и скорости движения воды. Поскольку в курсовой работе подбор водоподогревательной установки не предусматривается, потери напора в подогревателе допускается определять [14] по формуле

$$\Delta H_{\text{ВП}} = n m v^2 n_{\text{в}}, \text{ м}, \quad (17)$$

где n – коэффициент зарастания труб накипью, $n = 4$; m – коэффициент сопротивления одной секции водоподогревателя, $m = 0,75$ при длине секции 4 м, $m = 0,4$ при длине секции 2 м; v – скорость воды в трубках водоподогревателя, принимаем 1–1,5 м/с; $n_{\text{в}}$ – число секций водоподогревателя, $n_{\text{в}} = 3...6$ при длине секции 2 м и $n_{\text{в}} = 2...4$ при длине секции 4 м.

Определение требуемого напора

Для *закрытых* систем теплоснабжения требуемый напор $H_{\text{ТР}}$ в водопроводе перед системой горячего водоснабжения определяется по формуле

$$H_{\text{ТР}} = \Delta H_{\text{Сч}} + \Delta H_{\text{П}} + \Delta H_{\text{ВД}} + \Delta H_{\text{СВ}} + \Delta H_{\text{Г}}, \text{ м}, \quad (18)$$

где $\Delta H_{\text{Сч}}$, $\Delta H_{\text{П}}$, $\Delta H_{\text{ВД}}$ – потери напора соответственно в счетчике расхода воды, в подающих трубопроводах системы горячего водоснабжения и в водоподогревателе, м; $H_{\text{СВ}}$ – свободный напор у водоразборных приборов, м, принимается по диктующему прибору [1]; $H_{\text{Г}}$ – геометрическая высота подъема воды, т. е. расстояние по вертикали от оси ввода водопровода до верхнего водоразборного прибора, м.

Для *открытых* систем теплоснабжения $H_{\text{ТР}}$ в обратном трубопроводе теплосети в точке отбора воды находят по выражению (18), только $\Delta H_{\text{ВД}}$ заменяют потерями напора в смесительном устройстве $\Delta H_{\text{СМ}}$. В этом случае $H_{\text{Г}}$ есть геометрическая высота подъема воды от оси трубопровода обратной воды до верхнего водоразборного прибора.

Соответствие напора в обратном трубопроводе ввода теплосети открытых систем теплоснабжения требуемому напору для условий нормальной работы системы горячего водоснабжения следует проверять при режиме максимального водоразбора из обратного трубопровода, когда напор в нем минимальный.

Подбор регулятора смешения при открытом разборе воды из тепловой сети в курсовой работе также не предусматривается. Потери напора в клапане смесителя $\Delta H_{\text{СМ}}$ в расчетах можно принимать равными 5 м.

Свободный напор у водоразборных приборов $H_{\text{СВ}}$ из условия нормальной эксплуатации системы для кухонной мойки со смесителем – 2 м; для ванны со смесителем – 3 м [1].

Если напор на вводе водопровода $H_{\text{ВВ}}$ больше требуемого $H_{\text{ТР}}$, численного по формуле (18), насосы устанавливаются только для циркуляции.

Расчетный напор циркуляционных насосов определяется по формуле

$$H_{\text{ЦН}} = \Delta H_{\text{ПЦ}} \left[\left(xq^h + q^{\text{cir}} \right) / q^{\text{cir}} \right]^2 + \Delta H_{\text{Ц}}, \text{ м}, \quad (19)$$

где $\Delta H_{\text{ц}}$ – потери напора в циркуляционном трубопроводе, м; $(xq^h + q^{cir})$ – расход воды в циркуляционной системе в режиме частичного водоразбора с циркуляцией, кг/ч; x – доля максимального водоразбора q^h (кг/ч), принимаемая для систем горячего водоснабжения протяженностью до 60 м равной 0,15, для систем протяженностью 100...150 м – 0,2–0,3; $\Delta H_{\text{пц}}$ – потери напора в подающем трубопроводе (см. табл. 4) и водоподогревателе, $\Delta H'_{\text{вп}}$, при циркуляционном расходе q^{cir} (кг/ч), т. е. в режиме циркуляции, м [15].

Потери напора в водоподогревателе при циркуляционном расходе воды определяются:

$$\Delta H'_{\text{вп}} = \Delta H_{\text{вп}} \left(q^{cir} / q^h \right)^2, \text{ м.} \quad (20)$$

Если напор на вводе водопровода $H_{\text{вв}}$ меньше требуемого $H_{\text{тр}}$, циркуляционные насосы устанавливаются для циркуляции и подкачки (повысительно-циркуляционные) [14]. Подача насосов при этом представляет сумму расчетного и циркуляционного расходов горячей воды. Расчетный напор повысительно-циркуляционных насосов равен недостающему напору на вводе

$$H_{\text{нед}} = H'_{\text{тр}} - H_{\text{вв}}, \text{ м,} \quad (21)$$

$$H'_{\text{тр}} = \Delta H' \left[(q^h + q^{cir}) / q^h \right]^2 + \Delta H_{\text{сч}} + \Delta H_{\text{ц}} + H_{\text{св}} + H_{\text{г}}, \text{ м,} \quad (22)$$

где $\Delta H'$ – потери напора в подающих трубопроводах (см. табл. 2) и водоподогревателе (см. формулу (20)) при расчетном расходе воды, м.

При разборе воды непосредственно из тепловой сети повысительные насосы устанавливаются, когда напор в обратном трубопроводе значительно меньше требуемого, вычисленного по формуле (18). Если напор на вводе водопровода (в закрытых системах) или в обратном теплопроводе теплосети (в открытых системах) незначительно меньше требуемого для системы горячего водоснабжения, применение повысительных насосов может быть нецелесообразным. В этом случае уменьшение требуемого напора может быть достигнуто путем увеличения диаметров подающих теплопроводов и стояков. В каждом конкретном случае решение должно быть обосновано.

В качестве циркуляционных или повысительных используют насосы отечественных и зарубежных производителей. Их подбор можно производить по справочникам и каталогам. Число насосов не должно быть менее двух, один из них является резервным.

Избыточный напор на вводе водопровода $H_{\text{ИЗБ}} = H_{\text{ВВ}} - H_{\text{ТР}}$ равный 5 м и более, необходимо гасить диафрагмой, устанавливаемой после водомерного узла. Это предотвращает повышение свободного напора в водоразборных приборах и, как следствие, перерасход воды.

Диаметр диафрагмы рассчитывается по формуле

$$d = 11,3 \sqrt[4]{q^2 / H_{\text{ИЗБ}}}, \text{ мм}, \quad (23)$$

где q^2 – расход воды в трубопроводе, м³/ч; $H_{\text{ИЗБ}}$ – избыточный напор, который необходимо погасить диафрагмой, м.

В системах горячего водоснабжения с открытым разбором воды из тепловых сетей предусматриваются дроссельные диафрагмы для зимнего и летнего режимов. Их диаметр определяют по выражению (23).

2.6. Выбор схемы присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям

Схема присоединения водоподогревателей в закрытых системах теплоснабжения выбирается в зависимости от соотношения максимального потока теплоты на горячее водоснабжение Q_{hr}^h и максимального потока теплоты на отопление $Q_{o \max}^h$. В соответствии с рекомендациями [5], [15] при соотношении:

$$\frac{Q_{hr}^h}{Q_{o \max}^h} \geq 1,0 \text{ – одноступенчатая параллельная схема;}$$

$$\frac{Q_{hr}^h}{Q_{o \max}^h} \leq 0,2 \text{ – одноступенчатая предвключённая;}$$

$$0,6 \leq \frac{Q_{hr}^h}{Q_{o \max}^h} \leq 1,0 \text{ – двухступенчатая смешанная;}$$

$$0,2 \leq \frac{Q_{hr}^h}{Q_{o \max}^h} \leq 0,6 \text{ – двухступенчатая последовательная.}$$

Максимальный часовой расход теплоты на отопление принимается по формуле

$$Q_{o \max} = q_o \cdot F, \text{ кВт}, \quad (24)$$

где q_o – укрупненный показатель максимального часового расхода теплоты на отопление 1 м² общей площади жилого здания [4], Вт/м²; F – общая площадь здания, м².

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. — М., 2016.
2. СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. — М., 2016.
3. СП 73.13330.2016. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85. — М., 2016.
4. СП 124.13330.2016. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. — М., 2012.
5. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. М. : ГУП ЦПП, 1997.
6. СП 131.13330.2011. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-2003. — М., 2012.
7. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
8. СанПиН 2.1.4.2496-09. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
9. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях.
10. ГОСТ 21.205-93. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем.
11. ГОСТ 21.601-2011. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации. — М. : Стандартинформ, 2013.
12. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений : учебник / Е.Н. Бухаркин [и др.] ; под ред. Ю.П. Соснина. — М. : Высшая школа, 2001. — 415 с.
13. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 2. Водопровод и канализация / Ю.Н. Саргин [и др.] ; под ред. И.Г. Старовойтова, Ю.И. Шиллера. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Стройиздат, 1990. — (Справочник проектировщика).
14. Копко, В.М. Теплоснабжение (курсовое проектирование) : учебное пособие для вузов / В.М. Копко, Н.К. Зайцева, Г.И. Базыленко. — Минск : Высш. шк., 1985. — 139 с.

15. Теплоснабжение / В.Е. Козин [и др.]. – М. : Высшая школа, 1980. – 408 с.
16. Теплоснабжение / А.А. Ионин [и др.]. – М. : Стройиздат, 1982. – 336 с.
17. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения / Н.Н. Чистяков [и др.]. – М. : Стройиздат, 1988. – 314 с.
18. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов. – М. : Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.
19. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей / В.И. Манюк [и др.]. – М. : Стройиздат, 1988. – 215 с.
20. Эксплуатация тепловых пунктов и систем теплоснабжения / В.П. Витальев [и др.]. – М. : Стройиздат, 1988. – 623 с.
21. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха / Л.Д. Богуславский [и др.]. – М. : Стройиздат, 1990. – 624 с.

Приложение 1

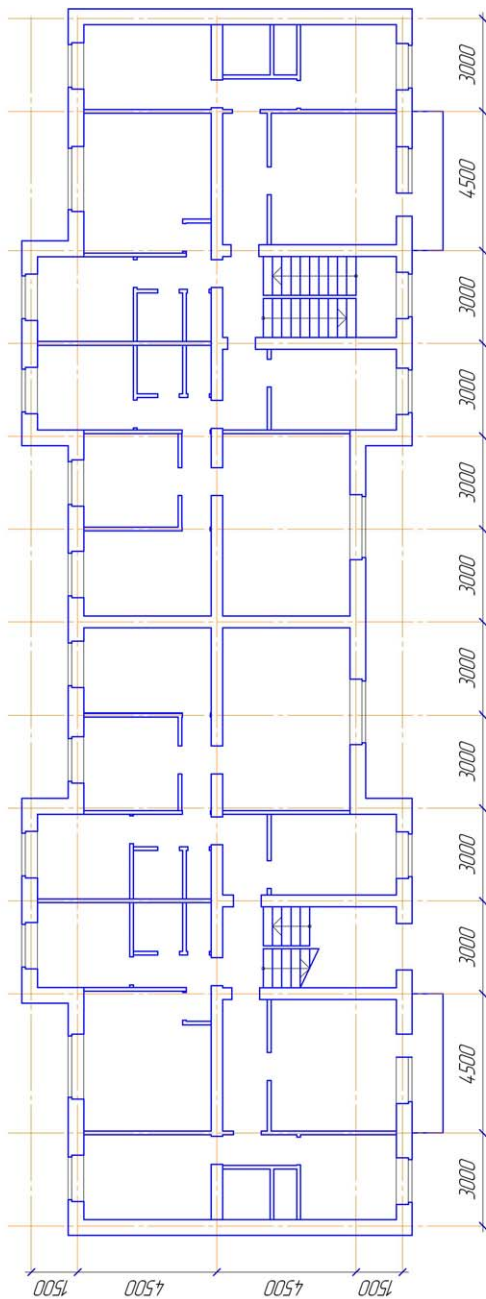
*Исходные данные для выполнения курсовой работы
«Горячее водоснабжение жилого дома»*

№ вар.	Место строительства	Кол. эт.	Система теплоснаб.	Схема	Трубы	$t_{\text{нач}}^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{кон}}^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{хол}}^{\circ}\text{C}$	Давление $P_{\text{вв}}$, КПа
1	Архангельск	4	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	65	60	5	345
2	Астрахань	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	68	60	5	380
3	Ачинск	6	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	65	60	5	375
4	Бугуруслан	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	63	60	5	370
5	Брянск	4	открытая	циркуляц.	полипропил.	67	60	5	480
6	Братск	6	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	66	60	5	420
7	Барнаул	5	закрытая	циркуляц.	полипропил.	65	60	5	360
8	Волгоград	5	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	68	60	5	345
9	Воронеж	4	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	64	60	5	330
10	Владивосток	4	открытая	циркуляц.	полипропил.	66	60	5	475
11	Екатеринбург	4	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	65	60	5	415
12	Иркутск	5	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	64	60	5	400
13	Калининград	6	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	67	60	5	410
14	Казань	5	открытая	циркуляц.	полипропил.	65	60	5	450
15	Кострома	4	закрытая	циркуляц.	полипропил.	63	60	5	420
16	Красноярск	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	68	60	5	435
17	Киров	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	69	60	5	390
18	Курган	4	закрытая	циркуляц.	полипропил.	63	60	5	395
19	Краснодар	6	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	65	60	5	360
20	Кемерово	5	открытая	циркуляц.	стальные оц.	66	60	5	420
21	Москва	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	68	60	5	410
22	Минск	6	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	66	60	5	425
23	Магадан	4	открытая	циркуляц.	мет. пластик	65	60	5	410
24	Мурманск	4	закрытая	циркуляц.	полипропил.	64	60	5	385
25	Новосибирск	5	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	65	60	5	350
26	Нижний Новгород	4	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	66	60	5	355
27	Орел	5	закрытая	циркуляц.	полипропил.	65	60	5	405
28	Оренбург	6	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	69	60	5	390

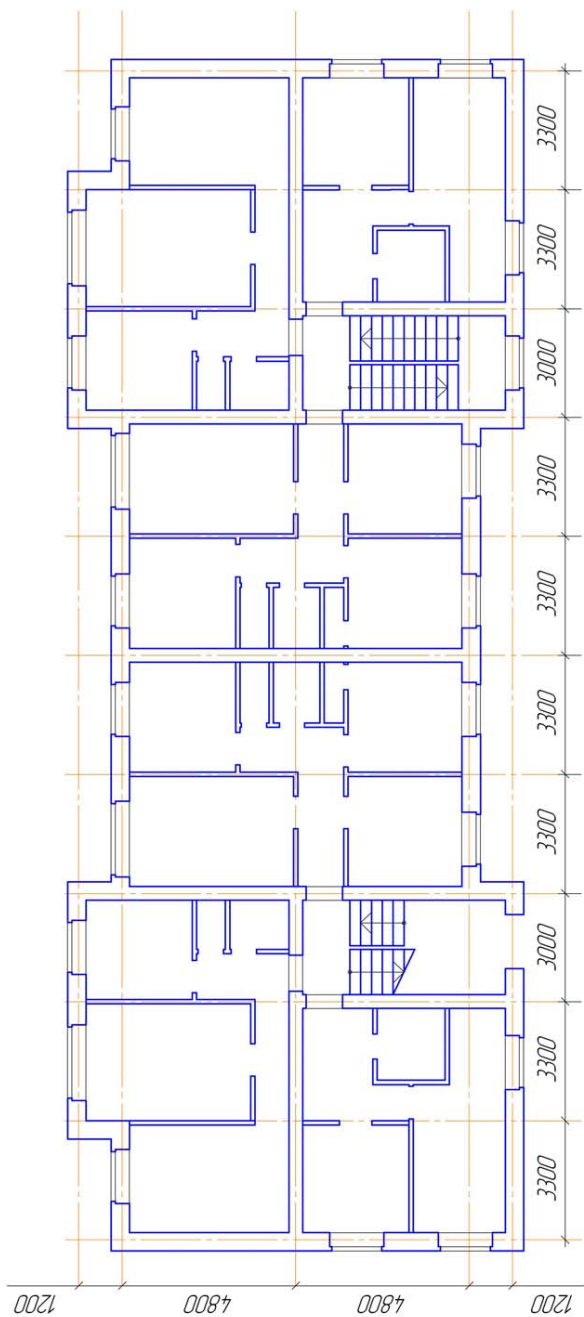
№ вар.	Место строительства	Кол. эт.	Система теплоснаб.	Схема	Трубы	$t_{\text{нач}}^{\circ\text{C}}$	$t_{\text{кон}}^{\circ\text{C}}$	$t_{\text{хол}}^{\circ\text{C}}$	Давление $P_{\text{вв}}$, КПа
29	Орск	5	открытая	циркуляц.	полипропил.	65	60	5	425
30	Омск	4	открытая	циркуляц.	мет. пластик	66	60	5	430
31	Петрозаводск	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	68	60	5	415
32	Полтава	6	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	65	60	5	435
33	Пермь	5	закрытая	циркуляц.	полипропил.	68	60	5	440
34	Рубцовск	4	закрытая	циркуляц.	полипропил.	66	60	5	450
35	Рига	4	открытая	циркуляц.	мет. пластик	69	60	5	465
36	Ростов	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	63	60	5	410
37	Санкт-Петербург	6	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	64	60	5	365
38	Саратов	5	открытая	циркуляц.	полипропил.	65	60	5	450
39	Стерлитамак	4	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	62	60	5	390
40	Смоленск	4	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	64	60	5	395
41	Самара	5	закрытая	циркуляц.	полипропил.	66	60	5	400
42	Тобольск	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	65	60	5	405
43	Тверь	6	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	68	60	5	370
44	Тамбов	6	закрытая	циркуляц.	полипропил.	67	60	5	385
45	Томск	4	открытая	циркуляц.	стальные оц.	64	60	5	445
46	Хабаровск	5	открытая	циркуляц.	стальные оц.	65	60	5	460
47	Чита	6	закрытая	циркуляц.	мет. пластик	64	60	5	360
48	Челябинск	4	закрытая	циркуляц.	полипропил.	63	60	5	405
49	Уфа	5	закрытая	циркуляц.	стальные оц.	64	60	5	380
50	Ярославль	5	закрытая	циркуляц.	полипропил.	68	60	5	390

Варианты планов зданий

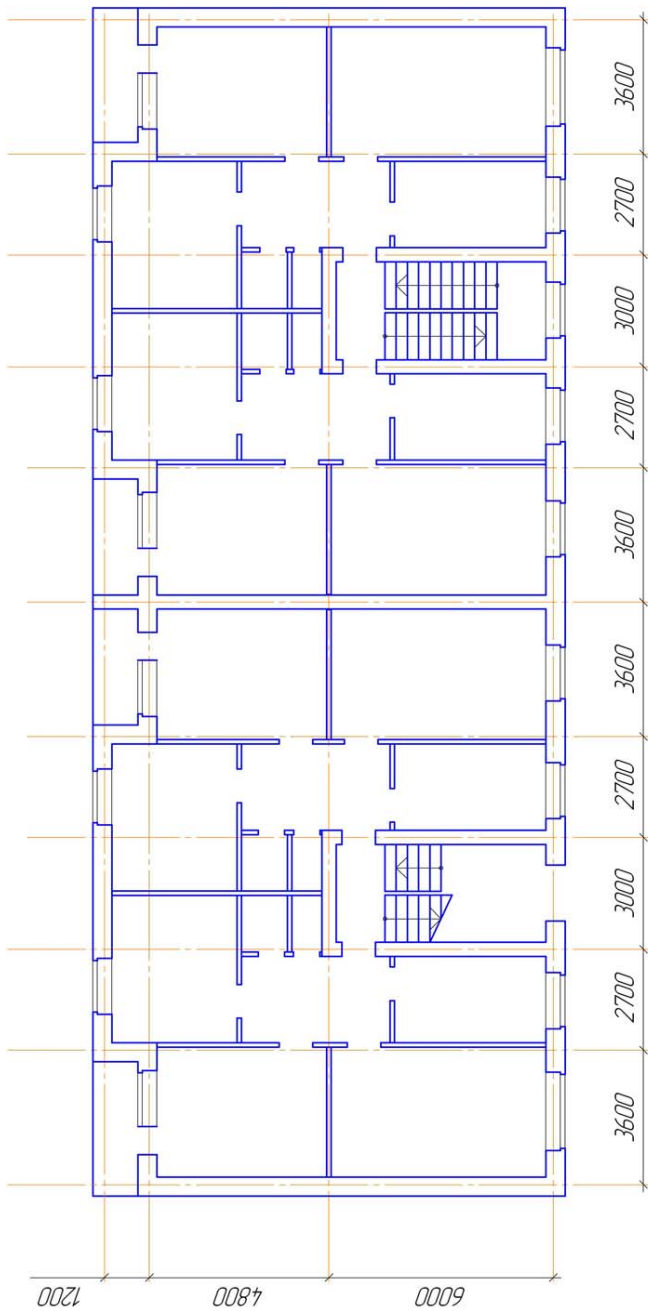
Вариант 1



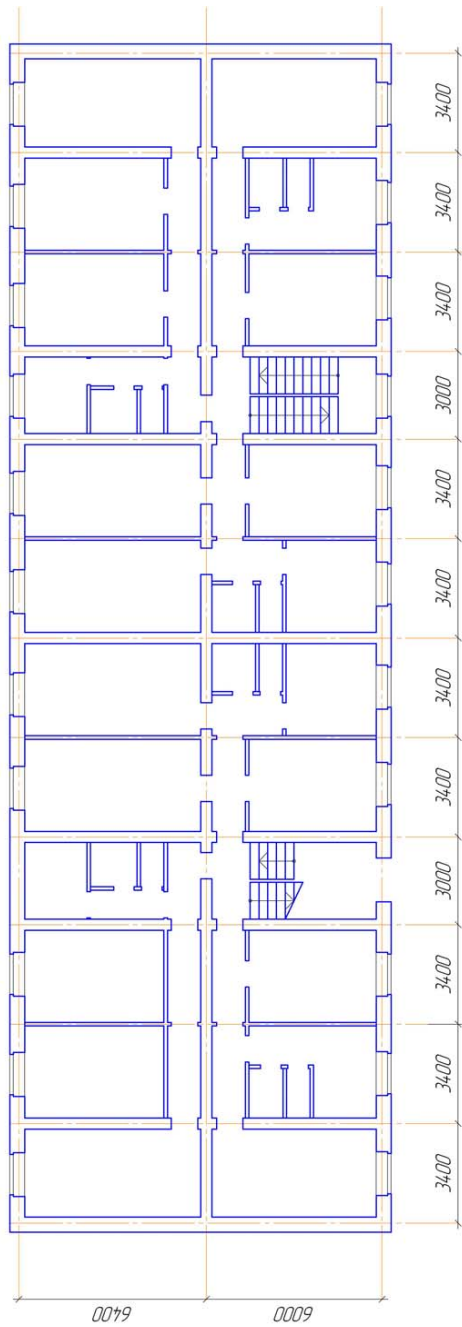
Вариант 2



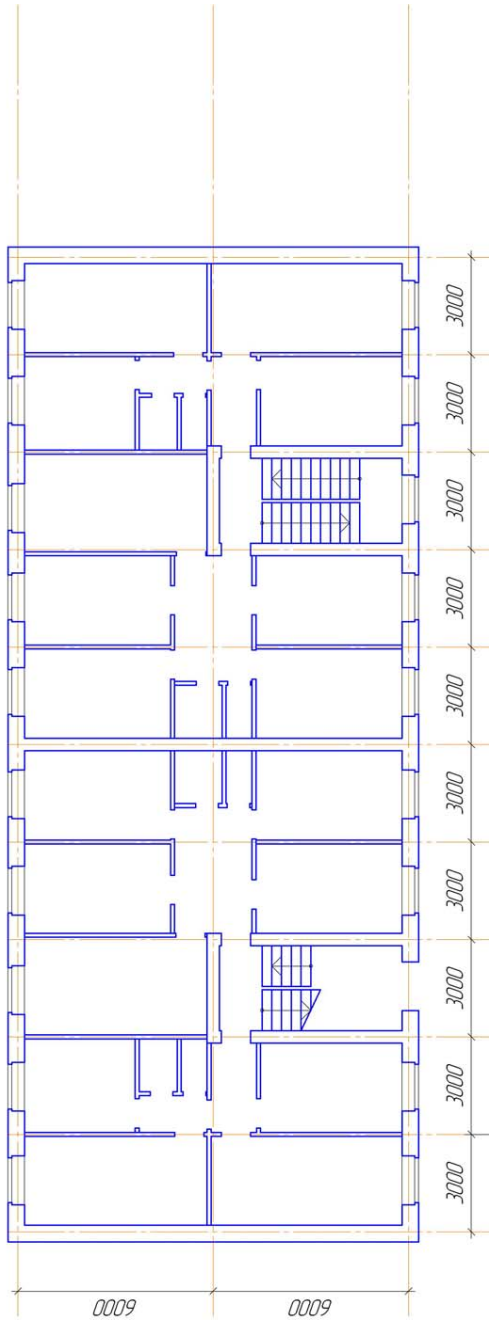
Вариант 3



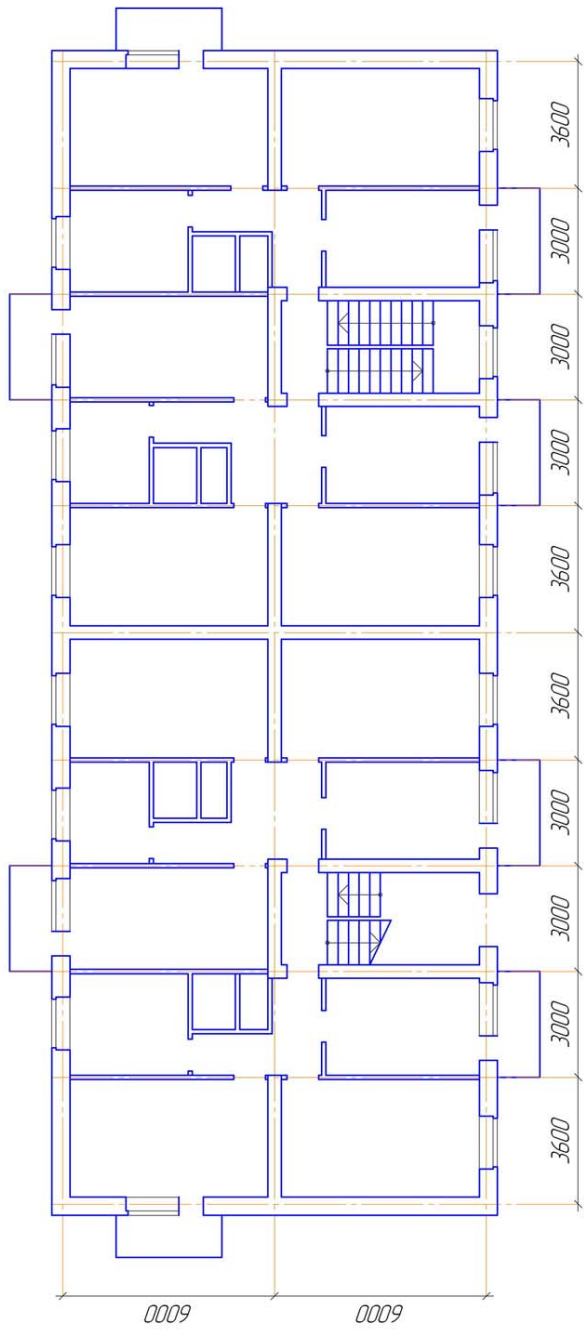
Вариант 4



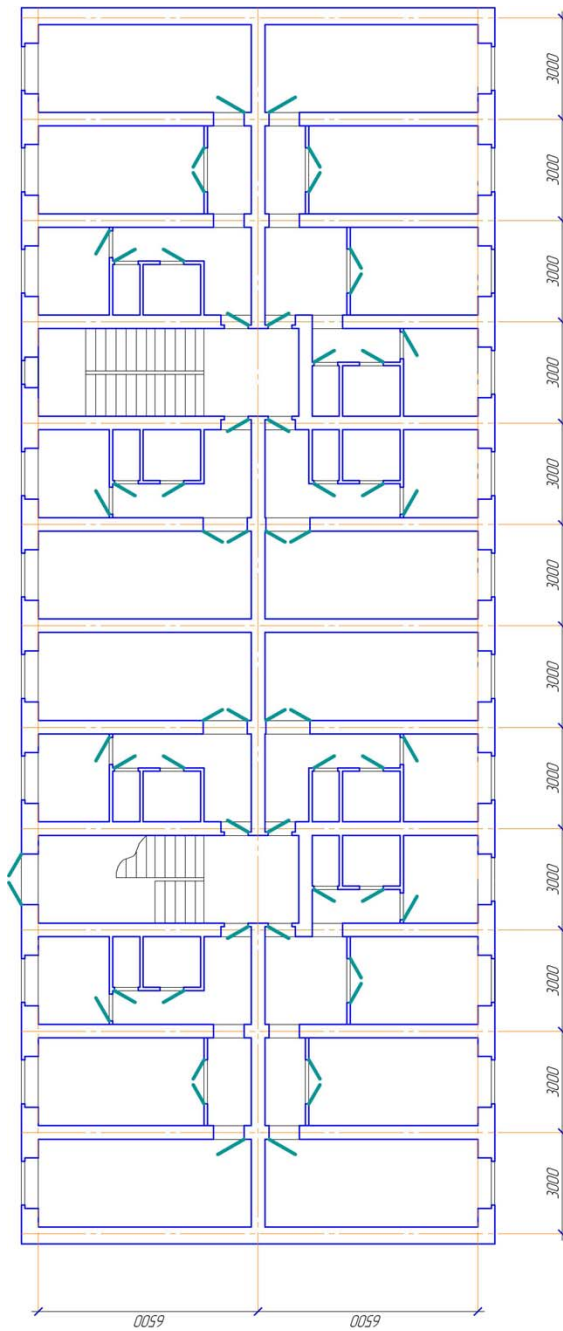
Вариант 5



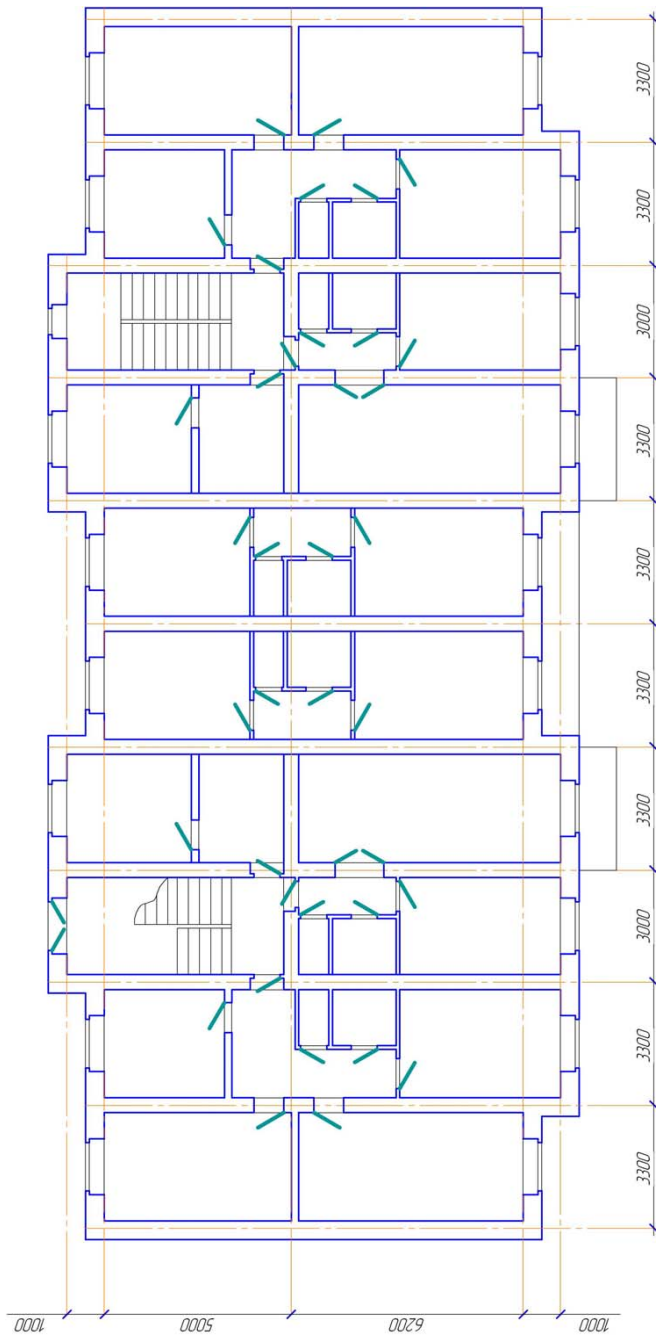
Вариант 6



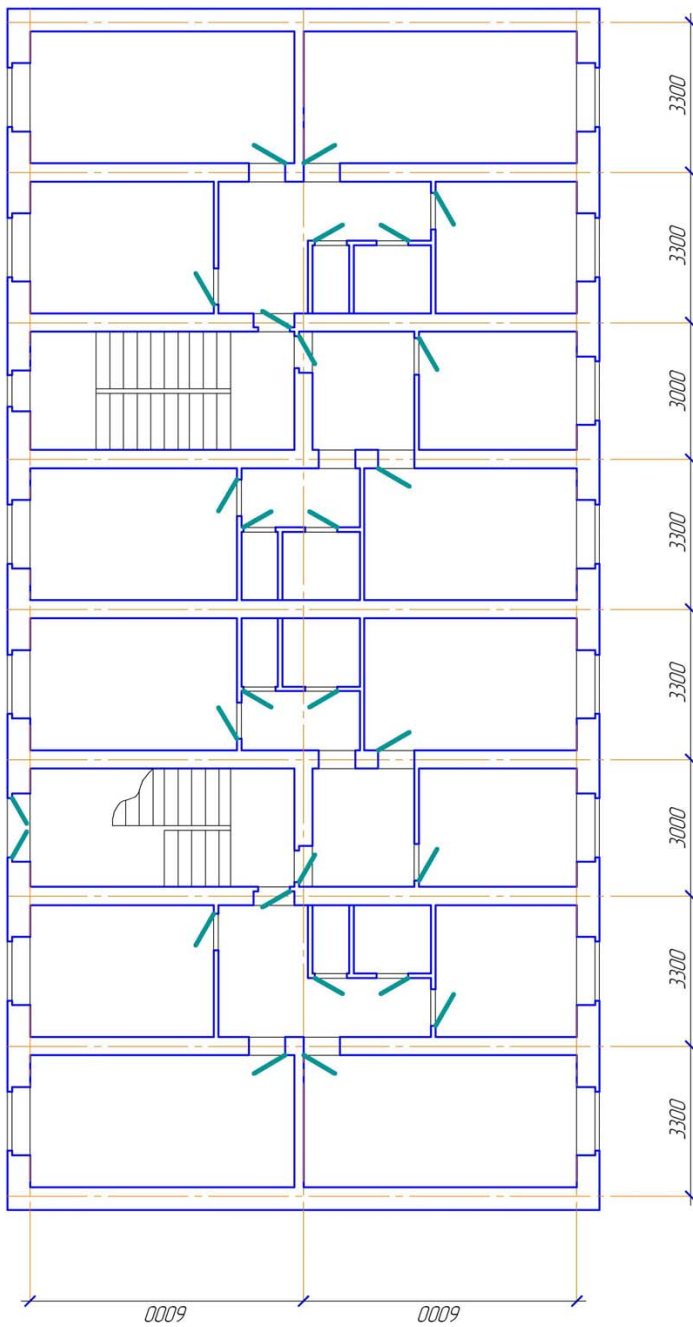
Вариант 7



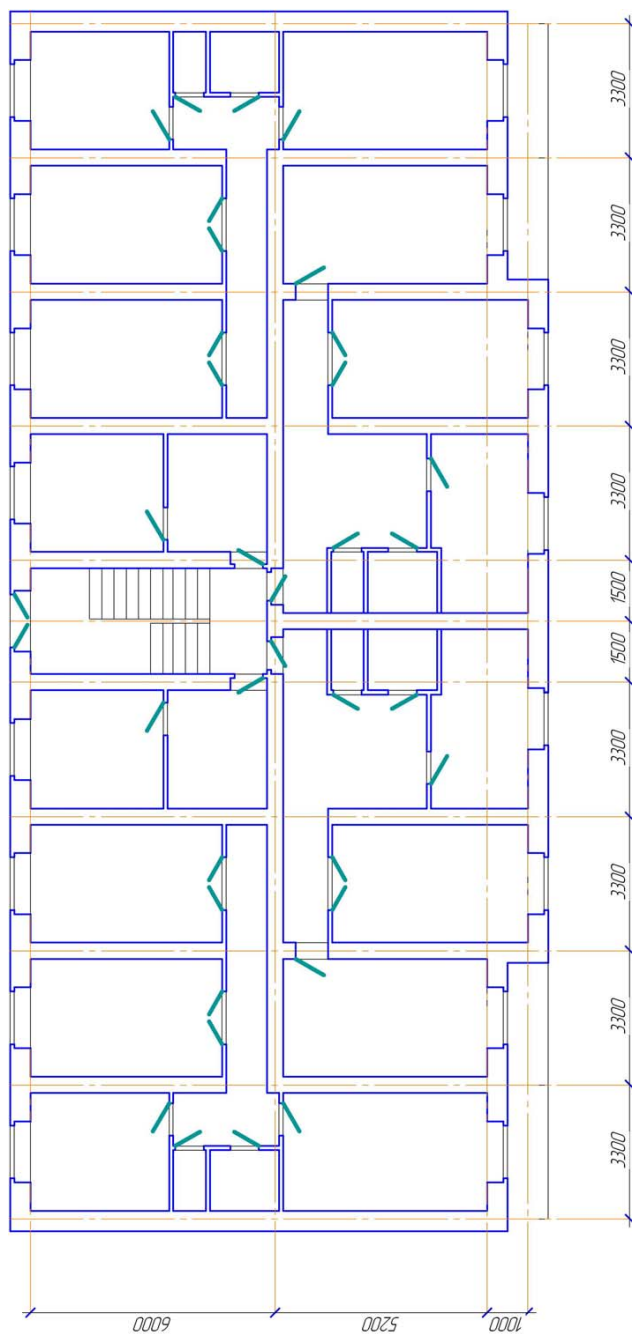
Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



Данные для гидравлического расчёта стальных водогазопроводных труб (ГОСТ 3262-75)

Расход, л/с	Скорость V , м/с и гидравлический уклон $1000 \cdot i$ (потери напора на единицу длины) при условном проходе труб, мм																			
	15		20		25		32		40		50		70		80		100			
	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
0,08	0,47	66,9	0,25	14,2																
0,1	0,59	100,2	0,31	21,1																
0,12	0,71	139,9	0,37	29,2	0,22	8,44														
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	0,21	5,21												
0,3	1,77	870	0,94	154,9	0,56	43,4	0,31	10,5	0,24	5,39										
0,4	2,36	1435	1,25	265,9	0,75	73,5	0,42	17,5	0,32	8,98										
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,4	13,4	0,24	3,75								
0,6			1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,4	0,28	5,18								
0,7			2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,33	6,81	0,2	2,07						
0,8			2,5	1062	1,5	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3	0,38	8,64	0,23	2,62						
0,9			2,81	1344	1,68	346,5	0,94	77,7	0,72	38,9	0,42	10,7	0,26	3,23						
1					1,87	427,8	1,5	93,6	0,8	47,2	0,47	12,9	0,29	3,89	0,2	1,64				
1,2					2,24	616	1,25	132	0,95	66,1	0,57	18	0,35	5,38	0,24	2,26				
1,4					2,82	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2	0,66	23,8	0,4	7,09	0,28	2,97				
1,6					2,99	1095	1,67	234,7	1,27	112,7	0,75	30,4	0,46	9,01	0,32	3,77				
1,8							1,88	297,1	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2	0,36	4,65				
2							2,09	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5	0,4	5,61	0,24	1,52		
2,6							2,72	619,9	2,07	300,2	1,22	74,9	0,75	21,8	0,52	9,01	0,31	2,42		
3									2,39	399,7	1,41	99,7	0,86	28,4	0,6	11,7	0,35	3,13		
3,6									2,86	575,6	1,7	143,6	1,04	39,9	0,73	16,3	0,42	4,34		

Пасход, л/с	Скорость V , м/с и гидравлический уклон $1000 \cdot i$ (потери напора на единицу длины) при условном проходе труб, мм																	
	15		20		25		32		40		50		70		80		100	
	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$	V	$1000 \cdot i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4											1,88	177,3	1,15	48,5	0,81	19,8	0,47	5,25
4,6											2,17	234,4	1,32	63,7	0,93	25,6	0,54	6,76
5											2,36	277	1,44	75,2	1,01	29,9	0,59	7,86
5,6											2,64	347,4	1,61	94,3	1,13	37	0,65	9,67
6											2,83	398,8	1,73	108,3	1,21	42	0,71	11
7													2,02	147,4	1,41	57,2	0,82	14,6
8													2,3	192,6	1,61	74,7	0,92	18,7
9													2,59	234,1	1,81	94,5	1,06	23,2
10													2,88	300,9	2,01	116,7	1,18	28,3

Приложение 3

Таблица для гидравлического расчета систем отопления трубопроводов водяного отопления при перепадах температуры воды в системе 95–70 °С, 105–70 °С и $K_{ш} = 0,2$ мм

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-85*) условным диаметром, мм														
	легким					обыкновенным									
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50	
20,0	0,100	0,114	0,140	0,168	0,203	0,223	0,265	0,100	0,110	0,138	0,164	0,200	0,219	0,262	
22,0	0,101	0,119	0,148	0,176	0,214	0,234	0,278	0,101	0,116	0,145	0,173	0,210	0,231	0,275	
24,0	0,106	0,125	0,155	0,185	0,224	0,245	0,291	0,103	0,122	0,152	0,181	0,220	0,241	0,288	
26,0	0,110	0,131	0,162	0,193	0,233	0,256	0,304	0,108	0,127	0,158	0,189	0,230	0,252	0,300	
28,0	0,115	0,136	0,168	0,200	0,243	0,266	0,316	0,112	0,132	0,165	0,196	0,239	0,262	0,312	
30,0	0,120	0,141	0,175	0,208	0,252	0,276	0,328	0,117	0,138	0,171	0,204	0,248	0,272	0,323	
32,0	0,124	0,146	0,181	0,215	0,260	0,286	0,339	0,121	0,142	0,177	0,211	0,257	0,281	0,335	
34,0	0,128	0,151	0,187	0,222	0,269	0,295	0,350	0,125	0,147	0,183	0,218	0,265	0,290	0,345	
36,0	0,132	0,156	0,192	0,229	0,277	0,304	0,360	0,129	0,152	0,189	0,225	0,273	0,299	0,356	
38,0	0,136	0,161	0,198	0,236	0,285	0,313	0,371	0,133	0,156	0,194	0,231	0,281	0,308	0,366	

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным вологазопроводным (ГОСТ 3262-85*) условным проходом, мм															
	легким								обыкновенным							
	10	15	20	25	32	40	50	60	10	15	20	25	32	40	50	60
40,0	65,7	122	269	524	1096	1574	3084	60,3	110	249	484	1033	1476	2934	4371	
	0,140	0,165	0,204	0,242	0,293	0,321	0,381	0,137	0,161	0,200	0,237	0,289	0,316	0,376	0,443	
45,0	69,8	130	286	557	1164	1672	3274	64,1	117	265	515	1097	1567	3115	4663	
	0,149	0,176	0,216	0,257	0,311	0,341	0,404	0,145	0,171	0,212	0,252	0,306	0,336	0,399	0,466	
50,0	73,9	137	302	589	1230	1767	3459	67,9	124	280	544	1160	1656	3290	4934	
	0,157	0,186	0,229	0,272	0,329	0,36	0,427	0,154	0,181	0,224	0,267	0,324	0,355	0,422	0,493	
55,0	77,9	144	317	619	1293	1856	3634	71	130	294	572	1219	1740	3457	5170	
	0,166	0,196	0,241	0,286	0,346	0,376	0,449	0,162	0,190	0,236	0,28	0,340	0,373	0,443	0,517	
60,0	81,6	151	333	648	1353	1942	3802	74,9	136	308	599	1276	1821	3617	5320	
	0,174	0,205	0,252	0,300	0,362	0,396	0,469	0,170	0,199	0,247	0,294	0,356	0,39	0,463	0,537	
65,0	85,2	157	347	675	1411	2025	3963	78,2	142	322	624	1330	1899	3770	5523	
	0,181	0,214	0,263	0,312	0,377	0,413	0,489	0,177	0,208	0,258	0,306	0,372	0,407	0,483	0,558	
70,0	88,7	164	361	702	1467	2105	4118	81,4	148	335	649	1383	1973	3917	5770	
	0,189	0,223	0,274	0,325	0,392	0,430	0,508	0,185	0,217	0,268	0,318	0,386	0,423	0,502	0,577	
75,0	92,0	170	374	728	1520	2181	4267	84,5	153	347	673	1433	2045	4060	5823	
	0,196	0,231	0,284	0,337	0,406	0,445	0,527	0,192	0,225	0,278	0,330	0,400	0,438	0,520	0,595	
80,0	95,3	176	387	753	1572	2256	4411	87,5	159	359	696	1482	2115	4197	6020	
	0,203	0,239	0,294	0,348	0,420	0,460	0,545	0,198	0,233	0,288	0,341	0,414	0,453	0,538	0,613	
85,0	98,4	182	400	777	1622	2328	4551	90,3	164	371	719	1529	2182	4330	6273	
	0,210	0,247	0,303	0,360	0,434	0,475	0,562	0,205	0,240	0,297	0,352	0,427	0,467	0,555	0,630	
90,0	101	188	412	801	1672	2397	4688	93,1	169	382	741	1576	2248	4460	6413	
	0,216	0,254	0,312	0,371	0,447	0,489	0,579	0,211	0,248	0,306	0,363	0,440	0,481	0,571	0,646	
95,0	104	193	424	824	1719	2465	4820	96,0	174	393	762	1620	2312	4586	6569	
	0,222	0,262	0,321	0,381	0,459	0,503	0,595	0,217	0,255	0,315	0,374	0,453	0,495	0,588	0,663	

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водопроводным (ГОСТ 3262-85*) условным проходом, мм														
	легким					обыкновенным									
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50	
100,0	107	198	435	846	1765	2532	4949	98,0	179	404	783	1664	2374	4708	
	0,228	0,269	0,330	0,391	0,472	0,517	0,611	0,223	0,262	0,324	0,384	0,465	0,508	0,603	
110,0	113	208	457	889	1853	2658	5194	103,0	188	421	822	1747	2492	4942	
	0,240	0,282	0,346	0,411	0,495	0,542	0,641	0,235	0,275	0,346	0,403	0,488	0,534	0,633	
120,0	118	218	478	930	1938	2779	5431	108,0	197	444	860	1827	2606	5168	
	0,251	0,296	0,363	0,430	0,518	0,567	0,670	0,246	0,288	0,356	0,421	0,510	0,558	0,662	
130	123	227	499	969	2020	2897	5659	113	206	463	896	1904	2716	5384	
	0,262	0,308	0,378	0,448	0,540	0,591	0,669	0,256	0,300	0,371	0,439	0,532	0,582	0,690	
140	128	236	519	1007	2099	3009	5878	117	213	481	931	1979	2822	5593	
	0,273	0,321	0,393	0,466	0,561	0,611	0,726	0,267	0,312	0,385	0,457	0,553	0,604	0,717	
150	132	245	538	1044	2175	3118	6090	122	221	499	965	2051	2924	5795	
	0,283	0,332	0,407	0,483	0,581	0,636	0,752	0,277	0,324	0,400	0,473	0,573	0,626	0,742	
160	137	254	556	1079	2248	3223	6295	126	229	516	998	2120	3022	5989	
	0,293	0,344	0,421	0,499	0,601	0,658	0,777	0,286	0,335	0,413	0,489	0,592	0,647	0,767	
170	142	262	574	1113	2320	3325	6492	130	236	532	1030	2187	3118	6178	
	0,302	0,355	0,435	0,515	0,620	0,678	0,801	0,295	0,346	0,426	0,505	0,611	0,668	0,792	
180	146	269	591	1147	2389	3424	6685	134	244	548	1061	2252	3211	6361	
	0,311	0,366	0,448	0,530	0,638	0,699	0,825	0,304	0,356	0,439	0,520	0,629	0,688	0,815	
190	150	277	608	1179	2456	3520	6872	138	250	564	1091	2316	3301	6539	
	0,320	0,376	0,461	0,545	0,656	0,718	0,848	0,313	0,366	0,452	0,535	0,647	0,707	0,838	
200	154	285	624	1211	2521	3614	7055	142	257	579	1120	2377	3389	6713	
	0,329	0,386	0,473	0,560	0,674	0,737	0,871	0,322	0,376	0,464	0,549	0,664	0,726	0,860	
220	162	299	655	1271	2646	3792	7403	149	270	608	1176	2495	3556	7044	
	0,346	0,408	0,497	0,588	0,707	0,774	0,914	0,338	0,395	0,487	0,576	0,697	0,762	0,903	

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-85*) условным диаметром, мм														
	легким					обыкновенным									
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50	
240	169	313	685	1329	2767	3965	7739	156,0	283	636	1230	2609	3718	7364	
	0,362	0,424	0,519	0,615	0,740	0,809	0,955	0,354	0,413	0,510	0,603	0,729	0,796	0,944	
260	177	326	714	1385	2883	4131	8061	162	295	663	1281	2718	3874	7671	
	0,377	0,442	0,541	0,641	0,770	0,843	0,995	0,369	0,431	0,531	0,628	0,759	0,830	0,983	
280	184	339	742	1439	2994	4290	8371	169,0	306	689	1331	2823	4023	7966	
	0,392	0,460	0,562	0,666	0,800	0,875	1,033	0,383	0,448	0,552	0,653	0,789	0,862	1,021	
300	190	351	769	1491	3102	4444	8671	175,0	317	714	1379	2925	4168	8251	
	0,406	0,477	0,583	0,690	0,829	0,907	1,070	0,397	0,464	0,572	0,676	0,817	0,892	1,057	
320	197	363	795	1541	3206	4593	8960	181	328	738	1426	3023	4307	8526	
	0,420	0,491	0,603	0,713	0,857	0,937	1,106	0,411	0,480	0,591	0,699	0,844	0,922	1,092	
340	203	375	820	1590	3307	4737	9240	187	339	761	1471	3118	4443	8793	
	0,434	0,508	0,622	0,735	0,884	0,967	1,141	0,424	0,495	0,610	0,721	0,871	0,951	1,127	
360	209	386	845	1637	3405	4877	9513	192	349	784	1514	3210	4574	9052	
	0,447	0,524	0,640	0,757	0,910	0,995	1,174	0,437	0,510	0,628	0,742	0,897	0,979	1,160	
380	215	397	869	1683	3500	5013	9936	198	359	806	1557	3300	4702	9304	
	0,460	0,539	0,658	0,778	0,935	1,023	1,226	0,449	0,525	0,646	0,763	0,922	1,007	1,192	
400	221	408	892	1728	3593	5146	10194	203	369	827	1598	3388	4826	9702	
	0,472	0,553	0,676	0,799	0,960	1,050	1,258	0,462	0,539	0,663	0,783	0,946	1,033	1,243	
450	235	433	947	1834	3812	5460	10813	216	391	878	1696	3595	5121	10291	
	0,501	0,587	0,717	0,848	1,019	1,114	1,335	0,490	0,572	0,704	0,831	1,004	1,097	1,319	
500	248	457	999	1935	4023	5761	11397	228	413	927	1790	3793	5403	10848	
	0,529	0,620	0,757	0,895	1,075	1,176	1,407	0,518	0,604	0,743	0,878	1,059	1,157	1,390	
550	261	480	1049	2032	4223	6145	11954	239	434	974	1880	3982	5765	11377	
	0,556	0,651	0,795	0,940	1,128	1,254	1,475	0,544	0,634	0,78	0,921	1,112	1,234	1,458	

Погери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным вологазапроходным (ГОСТ 3262-85*) условным проходом, мм														
	легким					обыкновенным									
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50	
600	273	502	1097	2124	4414	6419	12485	250	454	1018	1965	4162	6021	11883	
650	0,581	0,681	0,831	0,982	1,180	1,310	1,541	0,569	0,663	0,816	0,963	1,162	1,289	1,523	
700	284	523	1143	2212	4672	6681	12995	261,0	473	1061	2047	4406	6267	12368	
750	0,606	0,709	0,866	1,023	1,248	1,363	1,604	0,593	0,691	0,850	1,003	1,231	1,342	1,585	
800	295	543	1187	2297	4848	6933	13486	271	491	1101	2126	4573	6504	12835	
850	0,629	0,737	0,899	1,062	1,296	1,415	1,665	0,616	0,718	0,882	1,042	1,277	1,393	1,645	
900	306	563	1230	2380	5018	7176	13959	281,0	509	1141	2202	4733	6732	13286	
950	0,652	0,763	0,932	1,1	1,341	1,464	1,723	0,638	0,744	0,914	1,079	1,322	1,441	1,702	
1000	316	582	1271	2459	5183	7412	14417	290,0	526	1179	2275	4888	6953	13721	
1100	0,674	0,789	0,963	1,137	1,385	1,512	1,779	0,660	0,769	0,945	1,115	1,365	1,489	1,758	
1200	326	600	1311	2536	5342	7640	14861	300	543	1216	2346	5039	7167	14144	
1300	0,695	0,814	0,993	1,173	1,428	1,559	1,834	0,680	0,793	0,974	1,15	1,407	1,535	1,812	
1400	336	618	1349	2653	5497	7861	15291	309	559	1252	2415	5185	7375	14554	
1500	0,716	0,838	0,922	1,227	1,469	1,604	1,887	0,701	0,817	1,003	1,184	1,448	1,579	1,865	
1600	345	635	1387	2726	5648	8077	15710	317	574	1287	2523	5327	7577	14953	
1700	0,736	0,861	1,051	1,261	1,509	1,648	1,939	0,720	0,839	1,031	1,237	1,488	1,622	1,916	
1800	354	652	1424	2797	5794	8286	16119	326	590	1321	2589	5465	7774	15341	
1900	0,756	0,884	1,079	1,293	1,548	1,691	1,989	0,740	0,862	1,058	1,269	1,526	1,664	1,966	
2000	372	685	1494	2933	6077	8691	16905	342	619	1386	2715	5732	8153	16090	
2100	0,793	0,928	1,132	1,357	1,624	1,773	2,087	0,776	0,904	1,110	1,331	1,601	1,746	2,062	
2200	389	716	1562	3064	6348	9077	17657	358	647	1449	2836	5987	8516	16805	
2300	0,829	0,970	1,183	1,417	1,696	1,852	2,179	0,811	0,945	1,161	1,390	1,670	1,823	2,153	
2400	405	745	1653	3189	6607	9448	18378	372	674	1534	2951	6231	8863	17492	
2500	0,864	1,01	1,252	1,475	1,766	1,928	2,268	0,845	0,985	1,229	1,447	1,740	1,898	2,241	

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам													
	стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-85*) условным проходом, мм													
	легким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
1400	421	774	1715	3309	6856	9805	19072	387	700	1592	3063	6467	9198	18162
	0,897	1,049	1,299	1,530	1,832	2,001	2,354	0,878	1,023	1,275	1,501	1,806	1,969	2,326
1500	436	802	1776	3426	7097	10149	19741	401	725	1648	3170	6694	9521	18789
	0,930	1,087	1,345	1,584	1,896	2,071	2,437	0,910	1,059	1,320	1,554	1,869	2,039	2,407
1600	451	829	1834	3538	7330	10482	20389	414	749	1702	3274	6913	9833	19405
	0,963	1,123	1,389	1,636	1,959	2,139	2,517	0,940	1,096	1,363	1,605	1,931	2,105	2,486
1700	465	855	1890	3647	7555	10804	21016	427	773	1755	3375	7126	10136	20003
	0,991	1,158	1,432	1,686	2,019	2,204	2,594	0,970	1,129	1,405	1,654	1,990	1,170	2,563
1800	479	880	1945	3753	7774	11118	21626	440	795	1805	3473	7333	10430	20582
	1,020	1,192	1,473	1,735	2,077	2,268	2,668	0,998	1,162	1,446	1,702	2,048	2,233	2,637
1900	492	919	1999	3855	7988	11422	22219	453	818	1855	3568	7534	10716	21147
	1,049	1,246	1,514	1,783	2,134	2,331	2,742	1,026	1,194	1,486	1,749	2,104	2,294	2,709

Приложение 4

Потери давления на трение на 1 м. Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-90) условным проходом, мм															
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350
20,0	0,096	0,101	0,137	0,168	0,193	0,219	0,258	0,317	0,355	0,406	0,466	0,525	0,648	0,748	0,838	0,918
22,0	32,3	58,0	176	385	650	1077	2038	4582	7197	12421	21804	35376	84096	153251	245464	360588
24,0	0,100	0,106	0,144	0,177	0,202	0,231	0,271	0,333	0,372	0,426	0,49	0,551	0,680	0,785	0,879	0,964
26,0	0,103	0,112	0,151	0,185	0,212	0,241	0,284	0,348	0,390	0,446	0,512	0,576	0,711	0,821	0,919	1,007
28,0	34,3	63,6	193	421	711	1176	2226	5000	7851	13545	23769	38555	91615	166913	267299	39612
30,0	0,106	0,117	0,157	0,193	0,221	0,221	0,252	0,296	0,363	0,406	0,534	0,601	0,741	0,855	0,957	1,049
32,0	34,9	66,2	201	438	739	1224	2314	5197	8160	14075	24695	40052	95157	173347	277584	407696
34,0	0,108	0,122	0,164	0,201	0,23	0,262	0,308	0,377	0,422	0,483	0,555	0,624	0,769	0,888	0,994	1,089
36,0	35,9	68,8	208	454	767	1269	2399	5387	8457	14586	25588	41497	98574	179556	287507	422250
38,0	0,111	0,126	0,170	0,209	0,239	0,272	0,319	0,391	0,438	0,501	0,575	0,646	0,797	0,920	1,030	1,128
40,0	36,9	71,3	216	470	794	1313	2482	5571	8744	15080	26452	42895	101879	185561	297104	436325
42,0	0,114	0,131	0,176	0,216	0,247	0,281	0,330	0,405	0,452	0,518	0,594	0,668	0,824	0,951	1,064	1,166
44,0	37,8	73,7	223	486	819	1355	2562	5749	9023	15559	27290	44249	105082	191380	306406	457144
46,0	0,117	0,135	0,182	0,223	0,255	0,290	0,341	0,417	0,467	0,534	0,613	0,689	0,849	0,981	1,097	1,222
48,0	37,9	76,0	230	500	844	1396	2639	5922	9294	16024	28103	45564	108193	197031	315437	470397
50,0	0,117	0,140	0,187	0,230	0,263	0,299	0,351	0,430	0,481	0,550	0,631	0,710	0,875	1,010	1,130	1,257
52,0	38,3	78,3	236	515	869	1437	2715	6090	9557	16476	28894	46843	111218	202527	324220	483288
54,0	0,118	0,144	0,193	0,236	0,271	0,308	0,361	0,442	0,495	0,566	0,649	0,730	0,899	1,038	1,261	1,291
56,0	39,4	80,5	243	529	893	1476	2788	6254	9814	16917	29664	48089	114164	207879	332776	495842
58,0	0,122	0,148	0,198	0,243	0,278	0,316	0,371	0,454	0,508	0,581	0,666	0,749	0,923	1,065	1,192	1,325
60,0	44,4	90,6	273	594	1002	1656	3127	7011	11000	18956	33231	53851	127830	232721	378021	554369
62,0	0,137	0,166	0,223	0,273	0,312	0,355	0,416	0,509	0,569	0,651	0,746	0,839	1,033	1,193	1,354	1,481
64,0	46,8	95,4	287	625	1053	1740	3286	7365	11553	19907	34893	56549	134186	248096	396471	581426
66,0	0,144	0,175	0,234	0,287	0,328	0,373	0,437	0,535	0,598	0,683	0,784	0,881	1,085	1,271	1,420	1,554

Потери давления на трение на 1 м. Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорост. движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-90) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	80	100	125	150	200	250	300	350		
60	49,1	99,9	300	654	1102	1821	3438	7703	12082	20816	36482	59117	140259	259128	414100	607280	
	0,151	0,184	0,246	0,300	0,343	0,390	0,458	0,559	0,625	0,714	0,819	0,921	0,134	0,328	1,483	1,623	
65	51,3	104	314	682	1149	1899	3583	8028	12590	21687	38005	61580	146083	269709	431009	632077	
	0,158	0,192	0,256	0,313	0,358	0,407	0,477	0,583	0,651	0,744	0,853	0,959	1,181	1,382	1,544	1,689	
70	53,4	108	326	709	1195	1973	3732	8340	13078	22526	39471	63950	154092	279890	447280	655937	
	0,165	0,199	0,266	0,326	0,372	0,423	0,496	0,606	0,677	0,773	0,886	0,996	1,246	1,434	1,602	1,753	
75	55,4	112	338	735	1239	2045	3859	8641	13549	23335	40885	66237	159500	289714	462978	678960	
	0,171	0,207	0,276	0,338	0,386	0,438	0,514	0,628	0,701	0,801	0,918	1,032	1,289	1,485	1,658	1,814	
80	57,4	116	350	760	1281	2115	3989	8933	14005	24118	42252	68448	164731	299215	478162	701227	
	0,177	0,214	0,286	0,349	0,399	0,453	0,531	0,649	0,725	0,828	0,949	1,066	1,332	1,533	1,713	1,874	
85	59,3	120	361	785	1322	2182	4116	9215	14446	24876	43578	70592	169801	308424	492878	722808	
	0,183	0,221	0,295	0,361	0,412	0,467	0,548	0,669	0,748	0,854	0,979	1,100	1,373	1,581	1,765	1,931	
90	61,1	124	373	809	1362	2248	4239	9490	14875	25613	44365	72673	174724	317366	507168	743764	
	0,189	0,228	0,304	0,371	0,424	0,481	0,564	0,689	0,770	0,879	1,007	1,132	1,412	1,627	1,816	1,987	
95	62,9	127	383	832	1401	2312	4359	9756	15292	26329	46117	74697	179512	326062	521065	764144	
	0,194	0,235	0,313	0,382	0,436	0,495	0,580	0,708	0,791	0,904	1,034	1,164	1,451	1,671	1,866	2,042	
100	64,7	131,0	394	855	1439	2374	4476	10015	15698	27026	47336	76668	184175	334553	534602	783996	
	0,200	0,241	0,321	0,392	0,448	0,508	0,596	0,757	0,813	0,928	1,063	1,194	1,489	1,714	1,915	2,095	
110	67,9	137	413	897	1510	2492	4697	10511	16473	28359	49667	81707	193165	350861	560695	822261	
	0,210	0,253	0,338	0,412	0,470	0,534	0,625	0,763	0,852	0,973	1,115	1,273	1,562	1,798	2,008	2,197	
120	71,2	144	433	939	1580	2606	4912	10989	17222	29645	51914	85341	201754	366463	585627	858824	
	0,220	0,265	0,353	0,431	0,492	0,558	0,654	0,798	0,891	1,018	1,166	1,329	1,631	1,878	2,097	2,295	
130	74,3	150	451	979	1647	2716	5118	11449	17940	30878	54942	88826	209992	381426	609540	893892	
	0,229	0,277	0,368	0,449	0,513	0,582	0,681	0,832	0,928	1,060	1,234	1,384	1,698	1,955	2,183	2,389	
140	77,0	156	469	1017	1711	2822	5317	11890	18631	32065	57015	92179	217919	395825	632549	927636	
	0,238	0,288	0,383	0,467	0,533	0,604	0,708	0,863	0,964	1,101	1,28	1,436	1,762	2,029	2,265	2,479	
150	80,2	162	486	1054	1773	2924	5508	12317	19298	33209	59017	95414	225567	409718	654751	960195	
	0,247	0,298	0,397	0,484	0,552	0,626	0,733	0,894	0,999	1,140	1,325	1,486	1,823	2,100	2,345	2,566	

Потери давления на трение на 1 м. Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-90) условным проходом, мм															
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350
160	82,9	168	503	1090	1833	3022	5693	12729	19942	24317	60952	98543	232965	423155	676224	991685
	0,256	0,309	0,411	0,500	0,571	0,647	0,758	0,924	1,032	1,178	1,369	1,535	1,883	2,169	2,422	2,650
170	85,6	173	519	1125	1891	3118	5873	13129	20567	35957	62828	101576	240135	436178	697035	1022205
	0,264	0,319	0,424	0,516	0,589	0,668	0,782	0,953	1,064	1,234	1,411	1,582	1,941	2,235	2,496	2,731
180	88,3	178	534	1158	1948	3211	6047	13517	21174	36999	64650	104521	247097	448823	717244	1051840
	0,272	0,328	0,436	0,532	0,606	0,688	0,805	0,982	1,096	1,270	1,452	1,628	1,998	2,300	2,569	2,811
190	90,8	183	550	1191	2002	3301	6216	13894	21764	38013	66421	107385	353868	461122	736898	1080664
	0,280	0,338	0,449	0,547	0,624	0,707	0,827	1,009	1,126	1,305	1,492	1,673	2,052	2,363	2,639	2,888
200	93	188	564	1223	2056	3389	6381	14261	22339	39001	68147	110174	260463	473101	756041	1108737
	0,288	0,347	0,461	0,561	0,640	0,726	0,849	1,036	1,156	1,339	1,530	1,716	2,106	2,425	2,708	2,963
220	98	198	592	1283	2158	3556	6696	14964	23821	40904	71473	115552	273176	496193	792943	1162853
	0,302	0,364	0,484	0,589	0,672	0,762	0,891	1,087	1,233	1,404	1,605	1,800	2,208	2,543	2,840	3,107
240	102	207	620	1342	2256	3718	7000	15641	24880	42723	74651	120690	285323	518257	828202	
	0,317	0,381	0,506	0,616	0,703	0,796	0,932	1,136	1,287	1,466	1,676	1,880	2,307	2,656	2,966	
260	107	216	646	1399	2351	3874	7292	16291	25896	44468	77699	125618	296973	539419	862019	
	0,330	0,398	0,528	0,642	0,732	0,830	0,971	1,183	1,340	1,526	1,745	1,957	2,401	2,765	3,087	
280	111	225	672	1453	2442	4023	7573	17187	26874	46147	80632	130360	308184	559781		
	0,343	0,413	0,548	0,667	0,760	0,862	1,008	1,248	1,391	1,584	1,811	2,031	2,491	2,869		
300	115	233	696	1505	2530	4168	7843	17791	27817	47766	83462	134936	319001	579429		
	0,356	0,428	0,568	0,691	0,787	0,892	1,044	1,292	1,439	1,640	1,874	2,102	2,579	2,970		
320	119	241	719	1556	2615	4307	8105	18374	28730	49333	86200	139361	329462	598431		
	0,368	0,443	0,587	0,714	0,814	0,922	1,079	1,334	1,487	1,693	1,936	2,171	2,663	3,067		
340	123	249	742	1605	2697	4443	8359	18940	29614	50851	88852	143650	339602			
	0,380	0,457	0,606	0,737	0,840	0,951	1,113	1,375	1,532	1,745	1,995	2,238	2,745			
360	126	256	764	1653	2777	4574	8606	19489	30472	52325	91428	147815	349448			
	0,392	0,471	0,624	0,759	0,865	0,979	1,145	1,415	1,577	1,796	2,053	2,303	2,825			
380	130	263	786	1699	2855	4702	8845	20023	31307	53759	93934	151865	359023			
	0,403	0,484	0,642	0,780	0,889	1,007	1,177	1,454	1,620	1,845	2,109	2,366	2,902			

Потери давления на трение на 1 м. Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-90) условным проходом, мм															
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350
400	134	270	807	1744	2930	4826	9226	20543	32121	55156	96374	155810	368350			
	0,414	0,497	0,659	0,801	0,912	1,033	1,228	1,492	1,662	1,893	1,164	2,427	2,978			
450	142	287	856	1851	3109	5121	9785	21789	34069	58502	102220	165262	390694			
	0,439	0,528	0,699	0,85	0,968	1,097	1,302	1,582	1,763	2,008	2,295	2,574	3,158			
500	150	303	904	1954	3281	5403	10315	22968	35912	61666	107750	174201				
	0,464	0,557	0,738	0,897	1,022	1,157	1,373	1,668	1,858	2,117	2,420	2,714				
550	158	318	949	2051	3445	5765	10818	24089	37665	64676	113009	182704				
	0,487	0,585	0,775	0,942	1,073	1,234	1,440	1,749	1,949	2,220	2,538	2,846				
600	165	333	992	2144	3601	6021	11299	25160	39340	67552	118034	190828				
	0,510	0,612	0,810	0,985	1,121	1,289	1,504	1,827	2,036	2,319	2,650	2,973				
650	172	347	1034	2234	3750	6267	11761	26187	40946	70310	122853	198620				
	0,531	0,638	0,844	1,026	1,168	1,342	1,565	1,902	2,119	2,413	2,759	3,094				
700	179	361	1074	2319	3958	6504	12204	27176	42492	72964	127491					
	0,552	0,663	0,877	1,065	1,232	1,393	1,624	1,973	2,199	2,504	2,863					
750	185	374	1112	2402	4097	6732	12633	28130	43983	75525	131966					
	0,572	0,687	0,908	1,103	1,276	1,441	1,681	2,043	2,276	2,592	2,963					
800	191	386	1150	2483	4231	6953	13047	29052	45426	78002	136294					
	0,592	0,710	0,939	1,140	1,317	1,489	1,737	2,110	2,351	2,677	3,061					
850	197	398	1186	2560	4361	7167	13449	29946	46824	80403						
	0,610	0,732	0,968	1,176	1,358	1,535	1,790	2,175	2,423	2,760						
900	203	410	1221	2679	4488	7375	13839	30815	48181	82734						
	0,629	0,754	0,997	1,230	1,397	1,579	1,842	2,238	2,493	2,840						
1000	215	433	1288	2824	4731	7774	14587	32481	50788	87209						
	0,664	0,796	1,052	1,296	1,473	1,664	1,942	2,359	2,628	2,993						
1100	225	454	1352	2962	4962	8153	15299	34067	53266	91466						
	0,696	0,835	1,103	1,360	1,545	1,745	2,036	2,474	2,756	3,139						
1200	236	475	1413	3093	5182	8516	15980	35582	55635							
	0,728	0,873	1,153	1,420	1,614	1,823	2,127	2,584	2,879							

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-90) условным проходом, мм															
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350
1300	245	495	1496	3220	5394	8863	16632	37035	57903							
	0,759	0,910	1,221	1,478	1,679	1,898	2,214	2,689	2,996							
1400	255	514	1552	3341	5597	9198	17260	38433	60093							
	0,788	0,945	1,267	1,534	1,743	1,969	2,297	2,791	3,109							
1500	264	532	1607	3458	5794	9521	17866	39782								
	0,816	0,979	1,312	1,588	1,804	2,039	2,378	2,889								
1600	273	550	1660	3572	5984	9833	18452	41086								
	0,844	1,011	1,355	1,640	1,863	2,105	2,456	2,984								
1700	282	568	1711	3682	6188	10136	19020	42351								
	0,870	1,043	1,397	1,690	1,921	2,170	2,532	3,075								
1800	290	584	1760	3789	6347	10403	19571									
	0,896	1,074	1,437	1,739	1,976	2,233	2,605									
1900	298	601	1809	3893	6521	10716	20108									
	0,921	1,100	1,476	1,787	2,030	2,294	2,676									
2000	306	617	1856	3994	6691	10994	20630									
	0,946	1,133	1,515	1,833	2,083	2,354	2,746									
2100	314	632	1902	4093	6856	11266	21139									
	0,969	1,161	1,552	1,879	2,135	2,412	2,814									
2200	321	648	1947	4189	7017	11532	21637									
	0,993	1,189	1,589	1,923	2,185	2,469	2,88									