

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 14.09.2023 16:25:26

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра теплогазоводоснабжения

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 20 » / 09 (ЮЗГУ) 2022 г.



### Гидравлический расчет систем водяного отопления

Методические указания для практических занятий , курсового проектирования и самостоятельной работы студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01, 08.04.01, 13.03.01, 13.04.01

Курск 2022

УДК 697.2(07)

Составители: Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
теплогазоводоснабжения В.А. Жмакин

**Гидравлический расчет систем водяного отопления:** методические указания для практических занятий, курсового проектирования и самостоятельной работы студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01, 08.04.01, 13.03.01, 13.04.01 /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков. Курск, 2022. 51 с., прилож. 4. Библиогр.: с. 51 .

Изложены основные теоретические положения и методики гидравлического расчета и обеспечения тепловой и гидравлической устойчивости систем водяного отопления.

Методические указания предназначены для студентов и магистров ВУЗов теплоэнергетических и строительных специальностей всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 2,96. Уч.-изд. л. 2,68 Тираж 100 экз. Заказ. 1805 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Оглавление

Введение.....	4
1 Основные положения .....	5
2 Гидравлический расчет систем водяного отопления. ....	7
2.1 Методы гидравлического расчета систем отопления .....	7
2.2 Способы обеспечения гидравлической устойчивости.....	10
3 Примеры характерных расчетов по разделу <b>Ошибка! Закладка не определена.2</b>	
4 Вопросы и задачи для самоконтроля .....	15
Библиографический список .....	18
Приложение 1 .....	19
Приложение 2 .....	20
Приложение 3 .....	26
Приложение 4 .....	51

## Введение

Задачу повышения уровня комфортности отапливаемых объектов и рационального использования энергии невозможно решить без совершенствования инженерных систем и методов их расчета.

В свою очередь, совершенствование инженерных систем невозможно без выполнения двух главных условий:

- совершенствование методов расчета, моделирования энергетических процессов в зданиях;
- создание автоматизированных систем управления инженерными системами и тепловым режимом здания.

Разработка мероприятий по повышению надежности, тепловой и гидравлической устойчивости систем обеспечения определяется как задачей рационального энергопотребления, так и, в первую очередь, необходимостью улучшить потребительское качество зданий и уровень комфортности проживания.

Задачей студента является освоение теоретических и практических основ, позволяющих грамотно и профессионально выполнять все расчеты и принимать соответствующие решения, связанные с выполнением гидравлических расчетов и обеспечения гидравлической устойчивости.

## 1 Основные положения

В практике гидравлического расчета систем отопления возможна постановка задачи в одном из вариантов:

1) заданы расходы теплоносителя  $G$  по участкам сети теплопроводов, а также располагаемое циркуляционное давление в системе отопления  $\Delta P_{\text{ц}}$ . Требуется определить диаметры сети теплопроводов. Задача сводится к рациональному распределению  $\Delta P_{\text{ц}}$  по участкам всех циркуляционных контуров и определению диаметров сети теплопроводов;

2) заданы только расходы теплоносителя по участкам. Необходимо определить располагаемое циркуляционное давление, обеспечивающее пропуск заданных расходов, и диаметры участков.

В данном случае диаметры теплопроводов определяют по рекомендуемым значениям скорости движения теплоносителя с последующей увязкой сопротивления участков. заданы диаметры теплопроводов и расходы по ним теплоносителя. Определить располагаемое циркуляционное давление, обеспечивающее пропуск заданных расходов.

Такой вариант встречается при подборе циркуляционного насоса, обеспечивающего требуемое потокораспределение в существующей системе отопления;

3) заданы диаметры теплопроводов и располагаемое циркуляционное давление в системе отопления. Необходимо определить расходы теплоносителя по участкам сети системы отопления.

Такой вариант реализуется в случае реконструкции системы при проверке пропускной способности и участков или системы в целом.

Перед выполнением гидравлического расчёта на развёртке стояков и схем распределительных и сборных магистралей нумеруют участки трубопроводов. В самом удалённом стояке (тупиковом) горизонтальные его участки целесообразно относить к участкам стояка.

Выделяют основной циркуляционный контур, состоящий из последовательных участков сборной магистрали, по которым

теплоноситель перемещается от самого удалённого и наиболее нагруженного стояка или отопительного прибора к тепловому пункту, и участков распределительной магистрали к рассматриваемому отопительному прибору или стояку.

В двухтрубной системе водяного отопления количество циркуляционных контуров равно числу отопительных приборов, без учёта приборов, присоединённых на “сцепке” (их и в тепловом, и в гидравлическом расчёте принимают как один прибор).

В однотрубной системе отопления количество циркуляционных контуров равно числу стояков или горизонтальных приборных ветвей.

На схеме системы отопления (или схеме магистралей) указывают тепловую нагрузку  $Q$  и длину каждого участка  $l$ .

Гидравлический расчёт трубопроводов начинают с **основного циркуляционного контура**, для которого отношение циркуляционного давления  $\Delta p_{\text{ц}}$  к сумме длин входящих в него участков  $\Sigma l$  является минимальным.

В двухтрубных системах водяного отопления со встречным движением теплоносителя в магистралях основной контур проходит через нижний отопительный прибор наиболее удалённого от узла управления стояка, а в двухтрубных системах с попутным движением воды в магистралях расчётными могут быть либо контур, проходящий через нижний прибор наиболее удалённого стояка, либо контур, проходящий через нижний прибор ближнего стояка.

В однотрубных вертикальных системах отопления расчётный циркуляционный контур проходит: при схеме с тупиковым движением воды - через наиболее удалённый стояк, а при попутном движении – либо через контур, включающий наиболее удалённый стояк, либо через контур, включающий самый ближний стояк.

В горизонтальных системах в качестве расчётного принимается контур, проходящий через приборную ветвь верхнего участка.

При расчёте основного циркуляционного контура рекомендуется оставлять запас до 10% располагаемого давления на неучтённые расчётом сопротивления (засорение труб, некачественно гнутые трубы, отступления от проекта и т.д.).

В соответствии с требованиями [1], потери давления в системах водяного отопления должны составлять:

- в стояках однетрубных систем и приборных узлах вертикальных двухтрубных систем - не менее 70% общих потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления в общих участках;

- в стояках однетрубных систем отопления с нижней разводкой подающей и верхней разводкой обратной магистрали - не менее 300 Па на каждый метр высоты стояка;

- в двухтрубных вертикальных и однетрубных горизонтальных системах отопления в циркуляционных кольцах через верхние приборы (ветви) - не менее естественного давления в них при расчетных параметрах теплоносителя.

Располагаемую разность давления воды в подающем и обратном трубопроводах для циркуляции воды в системе отопления следует определять с учетом давления, возникающего при охлаждении воды в трубах и отопительных приборах.

Неучтенные потери циркуляционного давления в системе отопления следует принимать равными 10% максимальных потерь давления.

Невязка потерь давления в циркуляционных кольцах (без учета потерь давления в общих участках), не должна превышать 5% при попутной и 15% при тупиковой разводках трубопроводов.

## **2 Гидравлический расчет систем водяного отопления**

### **2.1 Методы гидравлического расчета систем отопления**

При проведении гидравлических расчётов систем отопления используют два основных способа:

- **метод характеристик гидравлического сопротивления** в соответствии с которым потери давления определяем по формуле:

$$\Delta P = S \cdot G^2, \text{ Па} \quad (2.1)$$

где G – расход теплоносителя на участке, кг/ч;

$S$ —характеристика сопротивления,  $\text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2$  определяется по формуле:

$$S = A \cdot \left( \frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right) \quad (2.2)$$

где  $A$  — удельное динамическое давление,  $\text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2$ ;

$\lambda/d$ — приведенный коэффициент гидравлического трения,  $1/\text{м}$ ;

$l$ —длина элемента;

$\sum \xi$ —сумма коэффициентов местных сопротивлений элемента.

Динамические характеристики труб выбираются по таблице 10.7 [2] в зависимости от диаметра и материала труб.

**Характеристика сопротивления** элемента представляет собой потери давления в нем при прохождении единичного расхода.

Если конструктивный элемент системы отопления состоит из последовательно соединенных участков с неизменным расходом через них теплоносителя ( $G_i = \text{const}$ ), то его характеристика сопротивления определится как:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n A_i \left( \frac{\lambda_i}{d_i} l_i + \sum \xi_i \right) \quad (2.3)$$

где  $S_i$ —характеристика сопротивления  $i$ -го участка,  $\text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2$ .

Характеристика сопротивления агрегата, состоящего из параллельных участков:

$$S_{1,\dots,n} = \frac{S_{1,\dots,n-1} S_n}{(\sqrt{S_{1,\dots,n-1}} + \sqrt{S_n})^2} \quad (2.4)$$

Величина обратная характеристике сопротивления называется **проводимостью** и представляет собой расход, проходящий через элемент при единичных потерях давления,  $(\text{кг}/\text{ч})^2/\text{Па}$ :

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{S}} \quad (2.5)$$

• **метод удельных линейных потерь давления** в соответствии с которым потери давления определяем по формуле:

$$\Delta P_{уч} = R^{\phi} \cdot L + \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \sum \xi \quad (2.6)$$

где  $R$  – фактические удельные линейные потери на трение, Па/м;

$l$  – длина теплопровода, м;

$\sum \xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

$\rho$  – средняя плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – скорость движения теплоносителя, м/с.

Выбор диаметров участков трубопроводов проводится исходя из требований предельно допустимых значений скоростей, обеспечения условий бесшумности, а также для обеспечения затекания воды в приборы и обеспечения уноса воздуха из труб при движении воды [2].

Для жилых и общественных зданий эта величина максимально допустимой скорости ориентировочно равна 1,5 м/с при отсутствии больших гидравлических сопротивлений и 0,65 м/с при их наличии.

Минимально допустимая скорость теплоносителя, обеспечивающая унос воздуха составляет 0,25 м/с.

Для систем отопления с попутным движением воды в магистралях потери давления на параллельно соединенных участках (без учета общих участков циркуляционных колец) не должны отличаться более чем на  $\pm 5\%$ , а в системах с тупиковым движением воды в магистралях более чем на  $\pm 15\%$  [1].

Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления производится для циркуляционных колец наиболее протяженного и (или) нагруженного циркуляционного кольца. При этом рекомендуется магистрали системы отопления рассчитывать

методом удельных потерь давления, а отопительные стояки по характеристикам гидравлического сопротивления.

## **2.2 Способы обеспечения гидравлической устойчивости**

Все системы отопления в той или иной мере подвержены, как горизонтальной, так и вертикальной гидравлической неустойчивости.

В однотрубных вертикальных системах отопления с тупиковым движением теплоносителя горизонтальная разрегулировка возникает вследствие разной длины циркуляционных контуров.

Для двухтрубных систем отопления горизонтальная разрегулировка характерна еще в большей степени в силу того, что сопротивление двухтрубного стояка величина незначительная. Кроме того, для двухтрубных систем отопления характерна и вертикальная разрегулировка вследствие разности гравитационных давлений для циркуляционных колец стояка, проходящих через нагревательные приборы, расположенных на различных этажах.

Для устранения горизонтальной разрегулировки систем отопления может использоваться один из методов, или комбинация этих методов:

- оптимизация распределения заданных перепадов давлений в системе отопления;
- конструктивная увязка;
- дросселирование;
- регулирование с помощью термостатических вентилях и балансировочных клапанов.

Для соблюдения условий гидравлической устойчивости системы отопления по горизонтали, согласно [1], необходимо не менее 70% располагаемого давления расходовать в стояках и не более 30% - в магистралях.

При невозможности конструктивной увязки циркуляционных колец устраняют избыточное давление с помощью балансировочных клапанов или дроссельных шайб.

В соответствии с требованиями [1], для обеспечения гидравлической устойчивости систем отопления, а также

стабильной работы термостатов, на стояках системы или на ее горизонтальных поэтажных ветвях, в том числе поквартирных, следует предусматривать установку автоматических балансировочных клапанов:

- регуляторов перепада давлений в двухтрубных системах отопления;

- регуляторов расхода в однетрубных системах отопления, независимо от методов их расчета.

В конструкции балансировочных клапанов должна быть предусмотрена возможность измерений расходов и (или) перепадов давления с помощью специальных приборов.

На распределительных поэтажных гребенках в системах поквартирного отопления жилых зданий не допускается применять устройства, позволяющие осуществлять перепуск теплоносителя из подающего в обратный трубопроводы систем отопления.

Для систем отопления с постоянным расходом теплоносителя (без термостатов и других регулирующих устройств) допускается установка ручных балансировочных клапанов с монтажной позицией предварительной установки, соответствующей данным гидравлического расчета.

Условно пропускная способность определяется по формуле:

$$K_{y_i} = \frac{V_{npi}}{\sqrt{10 \cdot \Delta P_{изб_i}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.7)$$

где  $V$ —объемный расход теплоносителя через элемент,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$K_y$  – условная пропускная способность клапана  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$\Delta P_{изб}$  – разница между располагаемым и фактическим давлением, Па.

Диаметр дроссельной шайбы определяется по следующей формуле:

$$d_{изб} = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_{ст}^2}{\Delta P_{изб}}}, \text{мм} \quad (2.8)$$

где  $G_{ст}^2$  – массовый расход теплоносителя через элемент, кг/ч.

Для обеспечения гидравлической устойчивости двухтрубных систем по вертикали избыток давления устраняется монтажной регулировкой термостатических клапанов. Для определения монтажной регулировки рассчитывают условно пропускную способность термостатического клапана по (2.7).

### 3 Примеры характерных расчетов по разделу

#### Задача 1

Рассчитать потери давления на приборном узле. Приборный узел состоит из отопительного прибора типа РС, подводок диаметром 15 мм, термостатического вентиля RA-N, запорного радиаторного клапана RLV. На углах поворота устанавливаются отводы 90° или тройники, если это проходной узел. Так же устанавливаются переходы «пластик-металл» в местах присоединения арматуры. Отопительный прибор присоединяется с помощью перехода с накидной гайкой.

#### Решение

Рассчитаем потери давления в приборном узле помещения №120, считая термостатический вентиль полностью открытым.

$$\Delta P_{пр.уз.1} = Rl + \sum \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} + \Delta P_{RA-N} + \Delta P_{RLV}$$

$R$  – удельные потери давления, Па/м;

$l$  – длина участка;

$$\Sigma \zeta = 2 \cdot \zeta_1 + 4 \cdot \zeta_2 + \zeta_{np},$$

где  $\zeta_1$  - коэффициент сопротивления отвода,  
 $\zeta_2$  - коэффициент сопротивления перехода «металл-пластик»,  
 $\zeta_{np}$  - коэффициент сопротивления отопительного прибора.

$$\Sigma \zeta = 4 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,4 + 2,7 = 9,5$$

$$\rho = 977,7 \text{ кг/м}^3 \text{ (при } 70^\circ\text{C);}$$

$v$  – скорость, м/с;

$$\Delta P_{RTDN} = \frac{V^2 \cdot 10^5}{k_{yRA-N}^2} - \text{потери давления в термостатическом вентиле,}$$

Па;

$$\Delta P_{RLV} = \frac{V^2 \cdot 10^5}{k_{yRLV}^2} - \text{потери давления в клапане, Па;}$$

$V = G/\rho$  - объемный расход, м<sup>3</sup>/ч;

$$V_1 = \frac{54,4}{977,7} = 0,0556 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$k_{yRTDN}$  - условная пропускная способность вентиля RA-N (для полностью открытого вентиля  $k_{yRA-N} = 0,73 \text{ м}^3/\text{ч}$ );

$k_{yRLV} = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$  - условная пропускная способность клапана RLV.

$$\Delta P_{np.yz.1} = 87 \cdot 1,23 + 9,5 \cdot \frac{977,7 \cdot 0,2^2}{2} + \frac{0,0556^2 \cdot 10^5}{0,73^2} + \frac{0,0556^2 \cdot 10^5}{2,5^2} = 922$$

Па

## Задача 2

Рассчитать потери давления на участке полипропиленового теплопровода, если  $l=8,04 \text{ м}$ ;  $d=16 \times 2,7 \text{ мм}$ , местные сопротивления - 8 отводов и 2 тройника на проход.

## Решение

Участок :  $R=87 \text{ Па/м}$ ;  $v=0,2 \text{ м/с}$ ;

$$\Sigma \zeta = 8 \cdot \zeta_1 + 2 \cdot \zeta_2,$$

где  $\zeta_1 = 1,5$  - коэффициент сопротивления отвода  $90^\circ$ ;

$\zeta_2 = 1,1$  - коэффициент сопротивления тройника на проход;

$$\Sigma \zeta = 8 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1,1 = 14,2$$

$$\Delta P_{\text{лин1}} = 8,04 \cdot 87 + 14,2 \cdot \frac{977,7 \cdot 0,2^2}{2} = 804 \text{ Па}$$

### Задача 3

Произвести увязку приборного узла термостатическим вентилем, если:

Потери давления на приборе основного циркуляционного кольца

$$\Delta P_{\text{пр.уз1.}} = 922 \text{ Па}$$

Потери давления на рассматриваемом приборе

$$\Delta P_{\text{пр.уз3.}} = 1021 \text{ Па}$$

Потери на линейной части теплопровода от первого приборного узла до рассматриваемого

$$\Delta P'_{\text{лин1}} = 4490 \text{ Па}$$

### Решение

Рассчитаем избыточное давление на входе в приборный узел и условную пропускную способность термостатического вентиля. При условии, что термостат на приборе 1 (основное циркуляционное кольцо) полностью открыт (настройка N).

$$\Delta P_{\text{пр.уз.i}}^{\text{изб}} = \Delta P_{\text{пр.уз.i}}^{\phi} - \Delta P_{\text{пр.уз.i}}$$

Располагаемое давление рассматриваемого узла

$$\Delta P_{пр.уз.3}^{\phi} = \Delta P_{пр.уз.1}^{\phi} + \Delta P_{лин}$$

$$\Delta P_{пр.уз.3}^{\phi} = 922 + 4490 = 5416 \text{ Па}$$

Избыточное давление

$$\Delta P_{пр.уз.3}^{изб} = \Delta P_{пр.уз.3}^{\phi} - \Delta P_{пр.уз.3} = 5416 - 1021 = 4395 \text{ Па};$$

Условная пропускная способность

$$K_y = \frac{V}{\sqrt{10 \cdot \Delta P^{изб}}} = \frac{0,0598}{\sqrt{10 \cdot 0,004395}} = 0,29$$

что соответствует 4 настройке.

#### 4 Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Какая зависимость между потерями напора и расходом теплоносителя?
2. Какая доля потерь в местных сопротивлениях принимается в насосных системах отопления при использовании метода удельных линейных потерь давления?
3. Какой метод гидравлического расчета систем отопления предполагает равномерность потерь давления по системе?
4. Линейные потери давления - это...
5. Какая система отопления подвержена разрегулировке по вертикали?
6. От чего зависит характеристика сопротивления элемента ?
7. Как изменится характеристика сопротивления системы отопления при увеличении числа параллельно соединенных элементов?

8. Чем вызвана разрегулировка системы отопления по вертикали?

9. Условная пропускная способность - это...

10. Проводимость - это...

11. Чему равны удельные линейные потери давления водогазопроводной трубы обыкновенной, диаметром условного прохода 32мм при расходе теплоносителя 150 кг/ч и температуре 95 °С?

12. Является ли допустимой, для условий общественного здания, скорость движения теплоносителя через водогазопроводную трубу обыкновенную, диаметром условного прохода 20 мм при расходе 663 кг/ч температуре 95 °С?

13. Можно ли прокладывать без уклона горизонтальную водогазопроводную трубу обыкновенную диаметром условного прохода 15 мм, при расходе 262 кг/ч?

14. Обеспечивается ли унос воздуха из ли допустимой скоростью движения теплоносителя по подъемной части стояка из водогазопроводной трубы обыкновенной диаметром условного прохода 20 мм, при расходе 579 кг/ч?

15. Чему равны удельные потери на трение в насосной системе отопления, если общая длина трубопроводов основного циркуляционного кольца равны 100 м, а располагаемое давление 16 кПа?

16. Чему равны удельные потери на трение в насосной системе отопления, если общая длина трубопроводов основного циркуляционного кольца равны 40 м, а располагаемое давление 2000 Па?

17. Чему равны потери на клапане смешения, если его условная пропускная способность - 32 куб.м/ч, расход через клапан - 5 куб.м/ч?

18. Какой расход будет проходить через клапан смешения, если его условная пропускная способность - 32 куб.м/ч, а потери давления на клапане - 100 кПа?

19. Какую условную пропускную способность должен иметь регулятор перепада давления, чтобы на нем дросселировалось 50 кПа при расходе теплоносителя 3,5 куб.м/ч?

20. Чему равны потери давления на фильтре тонкой очистки, если его условная пропускная способность 67 куб.м /ч, а расход теплоносителя - 2,5 куб.м/ч?

21. Обеспечивается ли унос воздуха в подъемной части П-образного стояка из водогазопроводной трубы обыкновенной диаметром условного прохода 20 мм, если тепловая нагрузка стояка 25 кВт кг/ч?

22. Является ли допустимой скорость движения теплоносителя по П-образному стояку из водогазопроводной трубы обыкновенной диаметром условного прохода 20 мм, если тепловая нагрузка стояка 25 кВт кг/ч?

## Библиографический список

1. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
2. Внутренние санитарно-технические устройства. Отопление [Текст]: справочник проектировщика / под редакцией И.Г. Старовойта. В 3 ч. Ч. I. 4-е изд. М.: Стройиздат, 1990. 344 с.

## Приложение 1

Динамические характеристики труб насосных систем водяного отопления при ( $k=1,0$ )

Таблица П1.1

ГОСТ	Диаметр трубы, мм		Удельное динамическое давление $A \cdot 10^{-4}, \frac{Па}{\left(\frac{кг}{ч}\right)^2}$	Приведённый коэффициент гидравлического трения (среднее значение) $\lambda/d_s, м^{-1}$	Расход воды при скорости $1 \frac{м}{с} \quad G/\omega$ $\frac{кг}{ч}$ $\frac{м}{с}$	Удельная характеристика сопротивления $S_{уд} \cdot 10^{-4},$ $\frac{Па}{м \cdot \left(\frac{кг}{ч}\right)^2}$
	условного прохода $D_y$	внутренний $d_s$				
3262–75* (обыкновенные)	10	12,6	26,50	3,60	425	95,40
	15	15,7	10,60	2,70	690	28,62
	20	21,2	3,19	1,80	1250	5,74
	25	27,1	1,23	1,40	2000	1,72
	32	35,9	0,39	1,0	3500	0,39
	40	41	0,23	0,80	4650	0,18
	50	53	0,082	0,55	7800	0,045
10704–76*	50	49	0,113	0,60	6600	0,068
	65	70	0,0269	0,40	13400	0,0108
	80	82	0,0142	0,30	18400	0,0043
	100	100	0,00642	0,23	27600	0,00148
	125	125	0,00265	0,18	43000	0,00048
	150	149	0,00135	0,15	61000	0,00020

## Приложение 2

Значения коэффициента местного сопротивления стальных радиаторов и конвекторов

Таблица П2.1

Прибор	Марка прибора	КМС при диаметре условного прохода подводки, мм							
		10		15		20		25	
Радиатор стальной	РСВ1		0,2		0,5		1,7		4,5
	РСГ2		0,6		1,35		4,5		12,0
Конвектор “Универсал”	КН20–к	$\frac{0,5}{1,0}$	0,75	$\frac{1,35}{2,4}$	1,9	$\frac{4,5}{8,1}$	6,3	$\frac{11,6}{20,9}$	16,2
	КН20–п	$\frac{0,15}{0,37}$	0,26	$\frac{0,35}{0,9}$	0,6	$\frac{1,18}{2,98}$	2,1	$\frac{3,15}{7,9}$	5,6
Конвектор “Универсал–С”	КН20–к	$\frac{1,42}{2,05}$	1,73	$\frac{3,4}{4,9}$	4,2	$\frac{11,4}{16,4}$	13,9	$\frac{30}{43,8}$	37
	КН20–п	$\frac{0,32}{0,35}$	0,34	$\frac{0,78}{0,84}$	0,81	$\frac{2,6}{2,8}$	2,7	$\frac{6,9}{7,5}$	7,2
Конвектор “Комфорт–20”	КН20–к	$\frac{0,4}{0,9}$	0,7	$\frac{1,1}{2,2}$	1,6	$\frac{3,4}{7,4}$	5,4	$\frac{9,1}{19,8}$	14,4
	КН20–п	$\frac{0,1}{0,6}$	0,4	$\frac{0,3}{1,5}$	0,9	$\frac{1,0}{5,0}$	3,0	$\frac{2,7}{13,4}$	8,0

Продолжение табл. П2.1

Прибор	Марка прибора	КМС при диаметре условного прохода подводки, мм							
		10		15		20		25	
Конвектор “Аккорд”	КА–к	$\frac{0,3}{0,9}$		$\frac{0,8}{2,1}$	1,5	$\frac{2,8}{6,9}$	4,9	$\frac{7,5}{18,4}$	13,0
	КА–п	$\frac{0,2}{0,7}$	0,6	$\frac{0,5}{1,8}$	1,2	$\frac{1,8}{5,9}$	3,9	$\frac{4,8}{15,8}$	10,3
	К2А–к	$\frac{0,8}{1,8}$	1,3	$\frac{2,0}{4,5}$	3,2	$\frac{6,7}{14,8}$	10,7	$\frac{17,9}{39,5}$	28,6
Конвектор “Ритм”	КО20–1,37–к		0,8		1,9		6,2		16,6
	КО20–1,37–п		0,5		1,1		3,8		10,1
	КО20–0,915–п		0,3		0,8		2,6		6,9
	КО20–2,14–к		1,0		2,4		7,9		21,1
	КО20–2,14–п		0,7		1,7		5,7		15,2
Конвектор высокий	КВ–20		5,6		13,5		45,0		120,0

**Примечание.** Для конвекторов “Универсал”, “Универсал–С”, “Комфорт–20” и “Аккорд” даны значения КМС при минимальной (в числителе), максимальной (в знаменателе), а также средней длине нагревательных элементов.

Коэффициенты местных сопротивлений (по опытным данным внииис) (усреднённые значения)

Таблица П2.2

Местное сопротивление	Коэффициент $\zeta$ при условном диаметре, <i>мм</i>						
	10	15	20	25	32	40	50
Чугунный радиатор (ГОСТ 8690–75)	1,2*	1,3	1,4	1,5	–	–	–
Стальные радиаторы: РСВ	$\frac{0,28^{**}}{0,25}$	$\frac{0,75}{0,6}$	$\frac{2,4}{2,0}$	$\frac{6,0}{5,3}$	–	–	–
РСГ2 (двухходовой)	$\frac{0,58}{0,52}$	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{4,8}{4,1}$	$\frac{12,3}{11,0}$	–	–	–
РСГ4 (четырёхходовой)	$\frac{0,76}{0,67}$	$\frac{2,0}{1,6}$	$\frac{6,4}{5,4}$	$\frac{16,2}{14,4}$	–	–	–
Конвекторы (ГОСТ 20849–75) высокий КВ–20	$\frac{6,4}{5,6}$	$\frac{16,9}{13,5}$	$\frac{53}{45}$	$\frac{135}{120}$	–	–	–
островной “Ритм” К020	$\frac{46}{0,41}$	$\frac{1,2}{0,94}$	$\frac{3,8}{3,2}$	$\frac{9,6}{8,5}$	–	–	–
“Север” КС (проходной)	$\frac{0,51}{0,45}$	$\frac{1,3}{1,1}$	$\frac{4,2}{3,6}$	$\frac{10,8}{9,6}$	–	–	–
“Север” КС (концевой)	$\frac{0,97}{0,86}$	$\frac{2,6}{2,1}$	$\frac{8,1}{6,9}$	$\frac{20,6}{18,3}$	–	–	–
“Комфорт–20” (концевой)	$\frac{0,76}{0,68}$	$\frac{2,0}{1,6}$	$\frac{6,4}{5,4}$	$\frac{16,2}{14,4}$	–	–	–
“Комфорт–20” (проходной)	$\frac{0,42}{0,38}$	$\frac{1,1}{0,9}$	$\frac{3,5}{3,0}$	$\frac{9,0}{8,0}$	–	–	–
Конвекторы “Аккорд” (ТУ 21–26–036–70) проходной	$\frac{0,57}{0,50}$	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{4,7}{4,0}$	$\frac{12,1}{10,7}$	–	–	–
концевой	$\frac{0,96}{0,85}$	$\frac{2,6}{2,0}$	$\frac{8,0}{6,8}$	$\frac{20,4}{18,1}$	–	–	–
двухрядный, концевой	$\frac{2,3}{2,1}$	$\frac{6,2}{5,0}$	$\frac{19,6}{16,6}$	$\frac{49,8}{44,3}$	–	–	–
Кран регулирующий трёхходовой КРТ: при проходе	$\frac{4,5}{4}$	$\frac{4,4}{3,5}$	$\frac{3,5}{3}$	–	–	–	–
при повороте	4,5	4,5	3	–	–	–	–
Кран регулирующий проходной	$\frac{4,5}{4}$	$\frac{4,4}{3,5}$	$\frac{3,5}{3}$	–	–	–	–

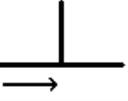
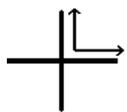
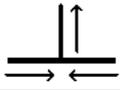
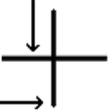
Местное сопротивление	Коэффициент $\zeta$ при условном диаметре, мм						
	10	15	20	25	32	40	50
Кран регулирующий двойной регулировки	$\frac{20,4}{18}$	$\frac{17,5}{14,0}$	$\frac{15,4}{13}$	–	–	–	–
Вентиль запорный муфтовый	–	$\frac{19,9}{15,9}$	$\frac{12,4}{10,5}$	$\frac{10,4}{9,3}$	$\frac{9,4}{8,6}$	$\frac{8,4}{7,6}$	$\frac{7,4}{6,9}$
Кран конусный проходной муфтовый латунный сальниковый, натяжной		$\frac{4,4}{3,5}$	$\frac{1,8}{1,5}$	$\frac{1,7}{1,5}$	–	–	–
Отвод гнутый под углом $90^\circ$ , $R/d = 3 \div 4$	0,9	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3
Утка гнутая под углом $45^\circ$ , $R/d = 3 \div 4$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Скоба гнутая под углом $180^\circ$ , $R/d = 3 \div 4$	2,5	2,0	1,2	0,6	0,4	0,4	0,4
Компенсатор гнутый П-образный $R/d = 3 \div 4$	5,2	4,5	3,0	2,5	2,0	1,8	1,8
Проточный воздухоборник и расширительный сосуд	1,5	} Величину принимать постоянной для всех диаметров					
Внезапное расширение	1						
Внезапное сужение	0,5						
Задвижка параллельная (ГОСТ 8437–75)	0,5						
Грязевик	10						

\* Значения  $\zeta$  отопительных приборов разных типоразмеров принимать по данным ВНИИГС.

\*\* В числителе приведены значения для лёгких труб, в знаменателе – для обыкновенных.

Коэффициенты  $\zeta$  местных сопротивлений (приближённые значения)

Таблица П2.3

Местное сопротивление	Значения $\zeta$ при условном проходе труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50 и более
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2	2
Котлы:							
чугунные	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
стальные	2	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение (относится к большей скорости)	1	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение (относится к большей скорости)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Тройники:							
проходные (схема I) 	1	1	1	1	1	1	1
поворотные на ответвление (схема II) 	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке (схема III) 	3	3	3	3	3	3	3
Крестовины:							
проходные (схема IV) 	2	2	2	2	2	2	2
поворотные (схема V) 	3	3	3	3	3	3	3
Компенсаторы:							
П-образные и лирообразные	2	2	2	2	2	2	2
сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вентили:							
обыкновенные	20	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	3	2,5	2,5	2
Краны:	5	4	2	2	2	–	–

Местное сопротивление	Значения $\zeta$ при условном проходе труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50 и более
проходные							
двойной регулировки с цилиндрической пробкой	5	4	2	2	2	–	–
Задвижки параллельные	–	–	–	0,5	0,5	0,5	–
Отводы:							
90° и утка	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узкие	2	2	2	2	2	2	2
широкие	1	1	1	1	1	1	1
Скобы	4	3	2	2	2	2	2

## Приложение 3

Таблицы для гидравлического расчёта систем отопления трубопроводов водяного отопления при перепадах температуры воды в системе 95–70°C, 105–70°C и  $K_{и} = 0,2\text{мм}$

Таблица ПЗ.1

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
0,5	2,3 0,005	5,8 0,008	19 0,0014	51,9 0,024	121 0,033	161 0,033	288 0,036	2,0 0,005	5,0 0,007	17 0,014	46,1 0,023	117 0,033	154 0,033	274 0,035
0,55	2,5 0,005	6,4 0,009	20,9 0,016	57,1 0,026	125 0,034	162 0,034	303 0,037	2,2 0,005	5,5 0,008	18,7 0,015	50,7 0,025	121 0,034	159 0,034	288 0,037
0,6	2,8 0,006	7,0 0,009	22,8 0,017	62,2 0,029	127 0,035	171 0,035	319 0,039	2,4 0,006	6,0 0,009	20,4 0,016	55,3 0,027	124 0,035	168 0,036	303 0,039
0,65	3,0 0,006	7,6 0,01	24,7 0,019	67,4 0,031	129 0,035	174 0,036	333 0,041	2,6 0,006	6,5 0,009	22,1 0,018	59,9 0,029	127 0,036	172 0,037	317 0,041
0,7	3,2 0,007	8,1 0,011	26,6 0,02	72,6 0,034	135 0,036	175 0,036	347 0,043	2,8 0,006	7,0 0,01	23,8 0,019	64,5 0,032	131 0,037	173 0,037	329 0,042
0,75	3,5 0,007	8,7 0,012	28,6 0,022	78,5 0,036	139 0,037	181 0,037	360 0,044	3,0 0,007	7,5 0,011	25,5 0,02	69,1 0,034	133 0,037	176 0,38	342 0,044
0,8	3,7 0,008	9,3 0,013	30,5 0,023	80,6 0,037	140 0,037	187 0,038	374 0,046	3,2 0,007	8,0 0,012	27,2 0,022	75,9 0,037	135 0,038	177 0,038	355 0,046

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
0,85	3,9 0,008	9,9 0,013	32,4 0,025	82,8 0,038	141 0,038	194 0,04	387 0,048	3,4 0,008	8,5 0,012	28,9 0,023	75,9 0,037	136 0,038	182 0,039	368 0,047
0,9	4,2 0,009	10,5 0,014	34,3 0,026	82,8 0,038	142 0,038	200 0,041	400 0,049	3,7 0,008	9,0 0,013	30,6 0,024	77,9 0,038	140 0,039	188 0,040	380 0,049
0,95	4,4 0,009	11,1 0,015	36,2 0,027	85,8 0,039	147 0,039	207 0,042	412 0,051	3,9 0,009	9,5 0,014	32,3 0,026	80,0 0,039	143 0,040	194 0,041	392 0,05
1,00	4,6 0,01	11,6 0,016	38,1 0,029	87,1 0,040	153 0,041	213 0,043	424 0,052	4,1 0,009	10,0 0,015	34,0 0,027	82,0 0,04	147 0,041	199 0,043	403 0,052
1,10	5,1 0,011	12,8 0,017	41,9 0,032	89,3 0,041	155 0,042	225 0,046	488 0,055	4,5 0,010	11,0 0,016	37,4 0,03	84,0 0,041	150 0,042	211 0,045	426 0,055
1,2	5,5 0,012	14,0 0,019	45,7 0,035	91,5 0,042	163 0,044	237 0,048	469 0,058	4,9 0,011	12,0 0,017	40,8 0,033	86,1 0,042	154 0,043	222 0,047	445 0,057
1,3	6,0 0,013	15,1 0,020	49,5 0,037	93,6 0,043	171 0,046	246 0,050	490 0,061	5,3 0,012	13,0 0,019	44,2 0,035	88,1 0,043	161 0,045	231 0,049	466 0,060
1,4	6,5 0,014	16,3 0,022	53,3 0,040	95,8 0,044	177 0,047	257 0,052	511 0,063	5,7 0,013	14,0 0,020	47,6 0,038	90,2 0,044	167 0,047	241 0,052	486 0,062
1,5	6,9 0,015	17,5 0,024	57,7 0,044	97,9 0,045	184 0,049	267 0,055	531 0,066	6,1 0,014	15,0 0,022	51,0 0,041	92,2 0,045	174 0,049	250 0,054	505 0,065
1,6	7,4 0,016	18,6 0,025	59,0 0,045	100 0,046	191 0,051	277 0,057	551 0,068	6,5 0,015	16,0 0,023	54,4 0,044	94,2 0,046	180 0,050	260 0,056	523 0,067
1,7	7,8 0,017	19,8 0,027	60,3 0,046	102 0,047	198 0,053	287 0,059	570 0,070	6,9 0,016	17,0 0,025	57,2 0,046	96,3 0,047	186 0,052	268 0,057	541 0,069

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
1,8	8,3 0,018	20,9 0,028	61,7 0,047	103 0,048	205 0,055	296 0,060	588 0,073	7,3 0,017	18,0 0,026	58,4 0,047	98,3 0,048	193 0,054	277 0,059	559 0,072
1,9	8,8 0,019	22,1 0,030	63,0 0,048	105 0,049	211 0,056	305 0,062	606 0,075	7,7 0,017	19,0 0,028	59,7 0,048	100 0,049	199 0,055	286 0,061	576 0,074
2,0	9,2 0,020	23,3 0,032	64,3 0,049	107 0,049	217 0,058	314 0,064	623 0,077	8,1 0,018	20,0 0,029	60,9 0,049	102 0,050	204 0,057	294 0,063	592 0,076
2,2	10,1 0,022	25,6 0,035	67,0 0,051	108 0,051	230 0,061	332 0,068	655 0,081	8,9 0,020	22,0 0,032	62,2 0,050	103 0,050	216 0,060	311 0,067	623 0,080
2,4	11,1 0,024	27,9 0,038	68,3 0,052	114 0,053	240 0,064	347 0,071	688 0,085	9,7 0,022	24,0 0,035	64,7 0,052	105 0,051	226 0,063	325 0,070	654 0,084
2,6	12,0 0,026	30,3 0,041	69,6 0,053	118 0,055	251 0,067	363 0,074	718 0,089	10,5 0,024	26,0 0,038	65,9 0,053	110 0,054	236 0,066	340 0,073	683 0,088
2,8	12,9 0,027	32,6 0,044	72,2 0,055	123 0,057	262 0,070	378 0,077	749 0,092	11,4 0,026	28,0 0,041	67,2 0,054	114 0,056	246 0,069	354 0,076	712 0,091
3,0	13,8 0,029	34,9 0,047	73,6 0,056	128 0,059	272 0,073	293 0,080	778 0,096	12,2 0,028	30,0 0,044	69,7 0,056	118 0,058	256 0,071	368 0,079	739 0,095
3,2	14,8 0,031	37,2 0,050	74,9 0,057	133 0,061	282 0,075	407 0,083	805 0,099	13,0 0,029	31,9 0,047	70,9 0,057	123 0,060	265 0,074	381 0,082	766 0,098
3,4	15,7 0,033	39,6 0,054	76,2 0,058	138 0,064	292 0,078	421 0,086	833 0,103	13,8 0,031	33,9 0,050	72,1 0,058	127 0,062	274 0,077	394 0,084	792 0,101
3,6	16,6 0,035	40,8 0,055	78,8 0,060	142 0,066	301 0,080	435 0,089	856 0,106	14,6 0,033	35,9 0,052	73,4 0,059	131 0,064	283 0,079	407 0,087	817 0,105

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
3,8	17,5 0,037	42,3 0,057	80,2 0,061	146 0,068	310 0,083	448 0,091	855 0,109	15,4 0,035	37,9 0,056	74,6 0,060	135 0,066	292 0,082	419 0,090	842 0,108
4,0	18,4 0,039	43,0 0,058	81,5 0,062	151 0,070	319 0,085	460 0,094	910 0,112	16,2 0,037	39,2 0,057	75,9 0,061	139 0,068	300 0,084	431 0,092	865 0,111
4,5	20,8 0,044	45,3 0,061	82,1 0,062	161 0,074	341 0,091	492 0,100	968 0,119	18,3 0,041	41,2 0,060	77,1 0,062	149 0,073	321 0,090	461 0,099	920 0,118
5,0	23,1 0,049	46,7 0,063	86,7 0,066	171 0,079	360 0,096	519 0,106	1025 0,126	20,3 0,046	43,3 0,063	80,3 0,064	158 0,077	339 0,095	486 0,104	974 0,125
5,5	25,4 0,054	48,2 0,064	91,6 0,069	179 0,083	379 0,101	546 0,112	1079 0,133	22,3 0,051	44,6 0,065	84,8 0,068	166 0,081	357 0,100	512 0,110	1026 0,131
6,0	27,7 0,059	49,7 0,067	95,7 0,072	188 0,087	398 0,106	573 0,117	1131 0,140	24,3 0,056	46,0 0,067	88,6 0,071	174 0,085	374 0,105	537 0,115	1076 0,138
6,5	30,0 0,064	51,2 0,069	100 0,076	197 0,091	416 0,111	599 0,122	1181 0,146	26,4 0,060	47,4 0,069	92,7 0,074	182 0,089	391 0,109	561 0,120	1123 0,144
7,0	31,8 0,068	52,6 0,071	104 0,079	205 0,095	433 0,116	624 0,127	1230 0,152	28,4 0,064	48,8 0,071	96,6 0,077	189 0,093	408 0,114	584 0,125	1169 0,150
7,5	32,7 0,070	54,1 0,073	108 0,082	213 0,099	449 0,120	648 0,132	1276 0,158	30,4 0,069	49,4 0,072	100 0,080	197 0,097	423 0,118	607 0,13	1214 0,155
8,0	33,6 0,072	54,9 0,074	112 0,084	221 0,102	465 0,124	671 0,137	1321 0,163	31,1 0,071	50,8 0,074	104 0,083	204 0,100	438 0,122	628 0,135	1256 0,161
8,5	34,1 0,073	56,3 0,076	116 0,088	228 0,106	481 0,129	693 0,141	1365 0,168	32,0 0,073	52,2 0,076	108 0,086	211 0,103	453 0,127	694 0,139	1298 0,166

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
9,0	35,1 0,075	57,8 0,078	120 0,091	236 0,109	496 0,133	715 0,146	1407 0,174	32,4 0,074	52,9 0,077	111 0,089	218 0,107	467 0,130	670 0,143	1338 0,171
9,5	36,0 0,077	59,3 0,080	124 0,094	243 0,112	511 0,136	736 0,150	1448 0,179	33,3 0,076	54,2 0,079	114 0,092	224 0,110	481 0,134	689 0,148	1378 0,176
10,0	36,5 0,078	60,0 0,081	127 0,096	250 0,115	525 0,140	756 0,154	1489 0,184	34,2 0,078	54,9 0,080	118 0,094	230 0,113	495 0,138	709 0,152	1416 0,181
11,0	37,9 0,081	60,4 0,082	134 0,101	262 0,121	552 0,147	795 0,162	1564 0,193	35,1 0,080	55,5 0,080	124 0,099	242 0,119	520 0,145	745 0,159	1487 0,191
12,0	38,3 0,083	63,1 0,086	140 0,106	275 0,127	578 0,155	833 0,170	1638 0,202	36,4 0,083	56,9 0,083	130 0,104	254 0,125	545 0,152	780 0,167	1558 0,200
13,0	40,2 0,086	66,0 0,089	147 0,111	287 0,133	604 0,161	869 0,177	1710 0,211	37,3 0,085	59,5 0,087	136 0,109	256 0,130	569 0,159	815 0,174	1626 0,208
14,0	41,2 0,088	68,8 0,093	153 0,116	299 0,138	629 0,168	905 0,185	1778 0,219	38,6 0,088	62,1 0,091	142 0,113	276 0,135	592 0,165	848 0,182	1691 0,217
15,0	42,1 0,090	71,5 0,097	159 0,120	310 0,144	652 0,174	939 0,192	1845 0,228	39,5 0,090	64,5 0,094	147 0,118	287 0,141	615 0,172	880 0,188	1754 0,225
16,0	43,0 0,092	74,1 0,100	164 0,124	322 0,149	675 0,180	972 0,198	1909 0,236	40,4 0,092	66,8 0,098	152 0,122	297 0,146	636 0,178	910 0,195	1815 0,233
17,0	44,0 0,094	76,6 0,104	170 0,129	332 0,154	698 0,186	1003 0,205	1971 0,243	41,3 0,094	69,1 0,101	157 0,126	307 0,150	657 0,184	940 0,201	1875 0,240
18,0	44,9 0,096	79,1 0,107	175 0,133	343 0,158	719 0,192	1034 0,211	2031 0,25	42,2 0,096	71,3 0,104	162 0,130	317 0,155	678 0,189	969 0,208	1932 0,248

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
19,0	46,3 0,099	81,5 0,110	180 0,137	353 0,163	740 0,198	1064 0,217	2090 0,258	43,0 0,098	73,5 0,107	167 0,134	326 0,160	698 0,195	998 0,214	1988 0,255
20,0	46,8 0,100	83,8 0,114	186 0,140	363 0,168	761 0,203	1094 0,223	2147 0,265	43,9 0,100	75,6 0,110	172 0,138	335 0,164	717 0,200	1025 0,219	2042 0,262
22,0	47,3 0,101	88,1 0,119	195 0,148	381 0,176	799 0,214	1149 0,234	225 0,278	44,5 0,101	79,5 0,116	181 0,145	352 0,173	753 0,210	1077 0,231	21,45 0,275
24,0	49,6 0,106	92,4 0,125	204 0,155	399 0,185	837 0,224	1203 0,245	2361 0,291	45,5 0,103	83,4 0,122	189 0,152	369 0,181	789 0,220	1128 0,241	2246 0,288
26,0	51,9 0,110	96,5 0,131	213 0,162	417 0,193	873 0,233	1255 0,256	2462 0,304	47,6 0,108	87,1 0,127	198 0,158	385 0,189	823 0,230	1176 0,252	2342 0,300
28,0	54,0 0,115	100 0,136	222 0,168	434 0,200	908 0,243	1305 0,266	2560 0,316	49,6 0,112	90,7 0,132	206 0,165	401 0,196	856 0,239	1224 0,262	2435 0,312
30,0	56,2 0,120	104 0,141	230 0,175	450 0,208	942 0,252	1354 0,276	2654 0,328	51,5 0,117	94,2 0,138	214 0,171	416 0,204	888 0,248	1269 0,272	2525 0,323
32,0	58,1 0,124	108 0,146	239 0,181	466 0,215	975 0,260	1400 0,286	2745 0,339	53,4 0,121	97,6 0,142	221 0,177	430 0,211	919 0,257	1313 0,281	2611 0,335
34,0	60,1 0,128	112 0,151	246 0,187	481 0,222	1006 0,269	1446 0,295	2833 0,350	55,2 0,125	101 0,147	228 0,183	444 0,218	948 0,265	1355 0,290	2695 0,345
36,0	62,0 0,132	115 0,156	254 0,192	496 0,229	1037 0,277	1490 0,304	2919 0,360	56,9 0,129	104 0,152	236 0,189	458 0,2225	978 0,273	1396 0,299	2777 0,356
38,0	63,9 0,136	119 0,161	262 0,198	510 0,236	1067 0,285	1532 0,313	3003 0,371	58,6 0,133	107 0,156	243 0,194	472 0,231	1006 0,281	1437 0,308	2856 0,366

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
40,0	65,7 0,140	122 0,165	269 0,204	524 0,242	1096 0,293	1574 0,321	30,84 0,381	60,3 0,137	110 0,161	249 0,200	484 0,237	1033 0,289	1476 0,316	2934 0,376
45,0	69,8 0,149	130 0,176	286 0,216	557 0,257	1146 0,311	1672 0,341	3274 0,404	64,1 0,145	117 0,171	265 0,212	515 0,252	1097 0,306	1567 0,336	3115 0,399
50,0	73,9 0,159	137 0,186	302 0,229	589 0,272	1230 0,329	1767 0,360	3459 0,427	67,9 0,154	124 0,181	280 0,224	544 0,267	1160 0,324	1656 0,355	3290 0,422
55,0	77,9 0,166	144 0,196	317 0,241	619 0,286	1293 0,346	1856 0,376	3634 0,449	71 0,162	130 0,190	294 0,236	572 0,280	1219 0,340	1740 0,373	3457 0,443
60,0	81,6 0,174	151 0,205	333 0,252	648 0,300	1353 0,362	1942 0,396	3802 0,469	74,9 0,170	136 0,199	308 0,247	599 0,294	1276 0,356	1821 0,390	3617 0,463
65,0	85,2 0,181	157 0,214	347 0,263	675 0,312	1411 0,377	2025 0,413	3963 0,489	78,2 0,177	142 0,208	322 0,258	624 0,306	1330 0,372	1899 0,407	3770 0,483
70,0	88,7 0,189	164 0,223	361 0,274	702 0,325	1467 0,392	2105 0,430	4118 0,508	81,4 0,185	148 0,217	335 0,268	649 0,318	1383 0,386	1973 0,423	3917 0,502
75,0	92,0 0,196	170 0,231	374 0,284	728 0,337	1520 0,406	2181 0,445	4267 0,527	84,5 0,192	153 0,225	347 0,278	673 0,330	1433 0,400	2045 0,438	4060 0,520
80,0	95,3 0,203	176 0,239	387 0,294	753 0,348	1572 0,420	2256 0,460	4411 0,545	87,5 0,198	159 0,233	359 0,288	696 0,341	1482 0,414	2115 0,453	4197 0,538
85,0	98,4 0,210	182 0,247	400 0,303	777 0,360	1622 0,434	2328 0,475	4551 0,562	90,3 0,205	164 0,240	371 0,297	719 0,352	1529 0,427	2182 0,467	4330 0,555
90,0	101 0,216	188 0,254	412 0,312	801 0,371	1672 0,447	2397 0,489	4688 0,579	93,1 0,211	169 0,248	382 0,306	741 0,363	1576 0,440	2248 0,481	4460 0,571

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
95,0	104 0,222	193 0,262	424 0,321	824 0,381	1719 0,459	2465 0,503	4820 0,595	96,0 0,217	174 0,255	393 0,315	762 0,374	1620 0,453	2312 0,495	4586 0,588
100	107 0,228	198 0,269	435 0,330	846 0,391	1765 0,472	2532 0,517	4949 0,611	98,0 0,223	179 0,262	404 0,324	783 0,384	1664 0,465	2374 0,508	4708 0,603
110	113 0,240	208 0,282	457 0,346	889 0,411	1853 0,495	2658 0,542	5194 0,641	103 0,235	188 0,275	421 0,346	822 0,403	1747 0,488	2492 0,534	4942 0,633
120	118 0,251	218 0,296	478 0,363	930 0,430	1938 0,518	2779 0,567	5431 0,670	108 0,246	197 0,288	444 0,356	860 0,421	1827 0,510	2606 0,558	5168 0,662
130	123 0,262	227 0,308	499 0,378	969 0,448	2020 0,540	2897 0,591	5659 0,669	113 0,256	206 0,300	463 0,371	869 0,439	1904 0,532	2716 0,582	5384 0,690
140	128 0,273	236 0,321	519 0,393	1007 0,466	2099 0,561	3009 0,611	5878 0,726	117 0,267	213 0,312	481 0,385	931 0,457	1979 0,553	2822 0,604	5593 0,717
150	132 0,283	245 0,332	538 0,407	1044 0,483	2175 0,581	3118 0,636	6090 0,752	122 0,277	221 0,324	499 0,400	965 0,473	2051 0,573	2924 0,626	5795 0,742
160	137 0,293	254 0,344	556 0,421	1079 0,499	2248 0,601	3223 0,658	6295 0,777	126 0,286	229 0,335	516 0,413	998 0,489	2120 0,592	3022 0,647	5989 0,767
170	142 0,302	262 0,355	574 0,435	1113 0,515	2320 0,620	3325 0,678	6492 0,801	130 0,295	236 0,346	532 0,426	1030 0,505	2187 0,611	3118 0,668	6178 0,792
180	146 0,311	269 0,366	591 0,448	1147 0,530	2389 0,638	3424 0,699	6685 0,825	134 0,304	244 0,356	548 0,439	1061 0,520	2252 0,629	3211 0,688	6361 0,815
190	150 0,320	277 0,376	608 0,461	1179 0,545	2456 0,656	3520 0,718	6872 0,348	138 0,313	250 0,366	564 0,452	1091 0,535	2316 0,647	3301 0,707	6539 0,838

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
200	154 0,329	285 0,386	624 0,473	1211 0,560	2521 0,674	3614 0,737	7055 0,871	142 0,322	257 0,376	579 0,464	1120 0,549	2377 0,664	3389 0,726	6713 0,860
220	162 0,346	299 0,408	655 0,497	1271 0,588	2646 0,707	3792 0,774	7403 0,914	149 0,338	270 0,395	608 0,487	1176 0,576	2495 0,697	3556 0,762	7044 0,903
240	169 0,362	313 0,424	685 0,519	1329 0,615	2767 0,740	3965 0,809	7739 0,955	156 0,354	283 0,413	636 0,510	1230 0,603	2609 0,729	3718 0,796	7364 0,903
260	177 0,377	326 0,442	714 0,541	1385 0,641	2883 0,770	4131 0,843	8061 0,995	162 0,369	295 0,431	663 0,531	1281 0,628	2718 0,759	3874 0,830	7671 0,983
280	184 0,392	339 0,460	742 0,562	1439 0,666	2994 0,800	4290 0,875	8371 1,033	169 0,383	306 0,448	689 0,552	1331 0,653	2823 0,789	4023 0,862	7966 1,021
300	190 0,406	351 0,477	769 0,583	1491 0,690	3102 0,829	4444 0,907	8671 1,070	175 0,397	317 0,464	714 0,572	1379 0,676	2925 0,817	4168 0,892	8251 1,057
320	197 0,420	363 0,491	795 0,603	1541 0,713	3206 0,857	4593 0,937	8960 1,106	181 0,411	328 0,480	738 0,591	1426 0,699	3023 0,844	4307 0,922	8526 1,092
340	203 0,434	375 0,508	820 0,622	1590 0,735	3307 0,884	4737 0,967	9240 1,141	187 0,424	339 0,495	761 0,610	1471 0,721	3118 0,871	4443 0,951	8793 1,127
360	209 0,447	386 0,524	845 0,640	1637 0,757	3405 0,910	4877 0,995	9513 1,174	192 0,437	349 0,510	784 0,628	1514 0,742	3210 0,897	4574 0,979	9052 1,160
380	215 0,460	397 0,539	869 0,658	1683 0,778	3500 0,935	5013 1,023	9936 1,226	198 0,449	359 0,525	806 0,646	1557 0,763	3300 0,922	4702 1,007	9304 1,192
400	221 0,472	408 0,553	892 0,676	1728 0,799	3593 0,960	5146 1,050	10194 1,258	203 0,462	369 0,539	827 0,663	1598 0,783	3388 0,946	4826 1,033	9702 1,243

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
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	0,780	0,921	1,112	1,234	1,458
600	273	502	1097	2124	4414	6419	12485	250	454	1018	1965	4162	6021	11883
	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
650	284	523	1143	2212	4672	6681	12995	261	473	1061	2047	4406	6267	12368
	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
700	295	543	1187	2297	4848	6933	13486	271	491	1101	2126	4573	6504	12835
	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
750	306	563	1230	2380	5018	7176	13959	281	509	1141	2202	4733	6732	13286
	0,652	0,763	0,932	1,100	1,341	1,464	1,723	0,638	0,744	0,914	1,079	1,322	1,441	1,702
800	316	582	1271	2459	5183	7412	14417	290	526	1179	2275	4888	6953	13721
	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
850	326	600	1311	2536	5342	7640	14861	300	543	1216	2346	5039	7167	14144
	0,695	0,814	0,993	1,173	1,428	1,559	1,834	0,680	0,793	0,974	1,150	1,407	1,535	1,812
900	336	618	1349	2653	5497	7861	15291	309	559	1252	2415	5185	7375	14554
	0,716	0,838	1,022	1,227	1,469	1,604	1,887	0,701	0,817	1,003	1,184	1,448	1,579	1,865
950	345	635	1387	2726	5648	8077	15710	317	574	1287	2523	5327	7577	14953
	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

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
1000	354	652	1424	2797	5794	8286	16119	326	590	1321	2589	5465	7774	15341
	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
1100	372	685	1494	2933	6077	8691	16905	342	619	1386	2715	5732	8153	16090
	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	1,062
1200	389	716	1562	3064	6348	9077	17657	358	647	1449	2836	5987	8516	16805
	0,829	0,970	1,183	1,417	1,696	1,852	2,179	0,811	0,945	1,161	1,390	1,67	1,823	2,153
1300	405	745	1653	3189	6607	9448	18378	372	674	1534	2951	6231	8863	17492
	0,864	1,010	1,252	1,475	1,766	1,928	2,268	0,845	0,985	1,229	1,447	1,740	1,898	2,241
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
2000	505	943	2051	3956	8195	11719	22796	465	853	1904	3661	7730	10994	21696
	1,076	1,278	1,553	1,829	2,190	2,391	2,814	1,053	1,246	1,524	1,794	2,159	2,354	2,780

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262–75*) условным проходом, мм													
	лёгким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
2100	518	967	2101	4054	8398	12009	23358	476	874	1951	3752	7921	11266	22232
	1,103	1,309	1,591	1,874	2,244	2,450	2,883	1,080	1,277	1,562	1,839	2,212	2,412	2,848
2200	531	989	2151	4149	8595	12291	23908	488	894	1997	3840	8107	11531	22755
	1,130	1,340	1,629	1,918	2,297	2,508	2,951	1,106	1,307	1,599	1,882	2,264	2,469	2,916
2300	543	1012	2199	4242	8788	12568	24446	499	915	2041	3927	8289	11790	23266
	1,156	1,370	1,665	1,962	2,348	2,564	3,017	1,131	1,336	1,635	1,924	2,315	2,524	2,981
2400	555	1033	2246	4334	8977	12858	24971	510	935	2085	4011	8468	12044	23767
	1,181	1,400	1,701	2,004	2,399	2,619	3,082	1,156	1,365	1,670	1,966	2,365	2,759	3,045

Таблицы для гидравлического расчёта систем отопления трубопроводов водяного отопления при перепадах температуры воды в системе 95–70°C, 105–70°C и  $K_{и} = 0,2 \text{ мм}$

Таблица П.3.2

Потери давления на трение на 1 м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704–76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
0,5	1,1 0,00 3	3,1 0,00 6	16,3 0,01 3	52,6 0,02 4	96,4 0,03 0	154 0,033	259 0,035	595 0,043	945 0,049	1655 0,057	2935 0,066	4792 0,075	11557 0,093	21308 0,109	34392 0,123	50688 0,135	70674 0,147
0,55	1,2 0,00 4	3,4 0,00 6	18 0,01 5	57,9 0,02 7	97,5 0,03 0	159 0,034	274 0,036	628 0,046	996 0,052	1739 0,06	3072 0,069	5029 0,078	12127 0,098	22298 0,114	35947 0,129	53069 0,142	74023 0,154
0,6	1,3 0,00 4	3,7 0,00 7	19,6 0,01 6	63,1 0,02 9	103 0,03 2	168 0,035	288 0,038	659 0,048	1041 0,054	1817 0,062	3224 0,072	5275 0,082	12715 0,103	23372 0,120	37670 0,135	55603 0,149	77545 0,161
0,65	1,4 0,00 4	4,1 0,00 7	21,3 0,01 7	68,4 0,03 1	106 0,03 3	102 0,036	301 0,04	686 0,05	1089 0,056	1899 0,065	3369 0,076	5512 0,086	13281 0,107	24404 0,125	39324 0,141	58035 0,155	80925 0,168
0,7	1,5 0,00 5	4,4 0,00 8	22,9 0,01 9	73,7 0,03 4	112 0,03 5	1 0,036	312 0,042	716 0,052	1135 0,059	1979 0,068	3510 0,079	5740 0,089	13824 0,112	25397 0,130	40917 0,147	60376 0,161	84180 0,175
0,75	1,6 0,00 5	4,7 0,00 9	24,5 0,02	78,8 0,03 6	119 0,03 7	176 0,037	325 0,043	744 0,054	1179 0,061	2056 0,071	3646 0,082	5961 0,093	14350 0,166	26357 0,135	42455 0,152	62637 0,167	87323 0,182
0,8	1,7 0,00 5	5,0 0,00 9	26,2 0,02 1	81 0,03 7	123 0,03 8	177 0,038	337 0,045	771 0,056	1223 0,063	2131 0,073	3777 0,085	6174 0,096	14869 0,12	27285 0,14	43944 0,157	64825 0,173	90364 0,188
0,85	1,8 0,00 6	5,3 0,01	27,8 0,02 3	83,2 0,03 8	126 0,03 9	182 0,039	349 0,046	798 0,058	1265 0,065	2204 0,076	3905 0,088	6382 0,099	15353 0,124	28186 0,144	45388 0,163	66948 0,179	93313 0,194
0,9	1,9 0,00 6	5,6 0,01 0	29,4 0,02 4	83,2 0,03 8	129 0,04 0	188 0,040	360 0,048	824 0,060	1305 0,068	2274 0,078	4029 0,090	6584 0,103	15833 0,128	29061 0,149	46791 0,168	69009 0,184	96178 0,200

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
0,95	2,0 0,00 6	5,9 0,01 1	31,1 0,02 5	85,3 0,03 9	130 0,04 1	194 0,041	372 0,049	849 0,062	1345 0,070	2343 0,080	4149 0,093	6780 0,106	16300 0,132	29913 0,153	48156 0,172	71015 0,190	98966 0,206
1,00	2,2 0,00 7	6,2 0,11 1	32,7 0,02 7	87,5 0,04 0	132 0,04 1	199 0,043	383 0,051	874 0,063	1384 0,072	2410 0,083	4267 0,096	6971 0,109	16755 0,135	30743 0,158	49486 0,177	72970 0,195	101682 0,211
1,10	2,4 0,00 7	6,9 0,01 3	36,0 0,02 9	89,7 0,04 1	135 0,04 2	211 0,045	404 0,054	919 0,067	1455 0,075	2534 0,087	4485 0,101	7326 0,114	17604 0,142	32296 0,166	51979 0,186	76640 0,205	106788 0,222
1,2	2,6 0,00 8	7,5 0,01 4	39,2 0,03 2	91,9 0,04 2	138 0,04 3	222 0,047	425 0,057	965 0,070	1527 0,079	2658 0,091	4703 0,106	7680 0,120	18446 0,149	33831 0,173	54440 0,195	80253 0,214	111818 0,233
1,3	2,8 0,00 9	8,1 0,01 5	42,5 0,03 5	94,1 0,04 3	138 0,04 3	231 0,049	442 0,059	1009 0,073	1596 0,083	2777 0,095	4912 0,110	8020 0,125	19255 0,156	35305 0,181	56799 0,203	83720 0,224	116624 0,243
1,4	3,0 0,00 9	8,7 0,01 6	45,8 0,03 7	96,2 0,04 4	144 0,04 5	241 0,052	461 0,061	1051 0,076	1662 0,086	2892 0,099	5114 0,115	8347 0,130	20033 0,162	36724 0,188	59072 0,212	87058 0,233	121260 0,252
1,5	3,2 0,01 0	9,4 0,01 7	49,0 0,04 0	98,4 0,04 5	150 0,04 7	250 0,054	479 0,064	1092 0,079	1727 0,089	3003 0,103	5309 0,119	8663 0,135	20785 0,168	38093 0,195	61265 0,219	90280 0,241	125735 0,261
1,6	3,4 0,01 1	10,0 0,01 8	52,3 0,04 3	101 0,04 6	155 0,04 8	260 0,056	497 0,066	1131 0,082	1789 0,093	3110 0,107	5498 0,123	8969 0,140	21512 0,174	39419 0,202	63387 0,227	93397 0,250	130064 0,270
1,7	3,7 0,01 1	10,6 0,02 8	55,3 0,04 5	101 0,04 6	161 0,05 0	268 0,057	514 0,068	1170 0,085	1849 0,096	3214 0,110	5681 0,128	9266 0,144	22218 0,180	40704 0,209	65445 0,234	96419 0,258	134262 0,279
1,8	3,9 0,01 2	11,2 0,02 1	56,5 0,04 6	103 0,04 7	166 0,05 2	277 0,059	530 0,071	1207 0,088	1908 0,099	3316 0,114	5858 0,132	9555 0,149	22903 0,185	41952 0,215	67444 0,242	99354 0,265	138339 0,288
1,9	4,1	11,9	57,8	105	171	286 0,061	547 0,073	1244 0,090	1965 0,102	3414 0,117	6032 0,135	9835 0,153	23570 0,191	43167 0,221	69389 0,249	102210 0,273	142305 0,296

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
	0,01 3	0,02 2	0,04 7	0,04 8	0,05 3												
2,0	4,3 0,01 3	12,5 0,02 5	59,0 0,04 8	106 0,04 9	176 0,05 5	294 0,063	562 0,075	1279 0,093	2021 0,105	3510 0,120	6200 0,139	10109 0,157	24220 0,196	44351 0,227	71283 0,255	104992 0,281	146169 0,304
2,2	4,7 0,01 5	13,7 0,02 5	61,4 0,05 0	109 0,05 0	186 0,05 8	311 0,067	591 0,079	1344 0,098	2124 0,110	3689 0,127	6515 0,146	10620 0,165	25439 0,206	46576 0,239	74853 0,268	110421 0,295	153467 0,319
2,4	5,2 0,01 6	15,0 0,02 8	62,7 0,05 1	115 0,05 3	196 0,06 1	325 0,070	621 0,083	1410 0,102	2227 0,115	3867 0,133	6827 0,153	11126 0,173	26640 0,215	48763 0,250	78353 0,281	115379 0,308	160601 0,334
2,6	5,6 0,01 7	16,2 0,03 0	65,1 0,05 3	119 0,05 5	204 0,06 3	340 0,073	649 0,086	1473 0,107	2326 0,120	4038 0,139	7126 0,160	11612 0,181	27793 0,225	50861 0,261	81711 0,293	120308 0,321	167444 0,348
2,8	6,0 0,01 9	17,5 0,03 2	66,3 0,05 4	125 0,05 7	212 0,06 6	354 0,076	676 0,090	1534 0,111	2422 0,125	4202 0,144	7415 0,166	12079 0,188	28902 0,234	52880 0,271	84942 0,304	125052 0,334	174031 0,362
3,0	6,5 0,02 0	18,7 0,03 4	67,6 0,05 5	130 0,05 9	221 0,06 9	368 0,079	702 0,093	1593 0,116	2514 0,130	4361 0,150	7693 0,173	12530 0,195	29973 0,242	54829 0,281	88061 0,315	129630 0,346	180386 0,375
3,2	6,9 0,02 1	20,0 0,03 7	68,8 0,05 6	134 0,06 2	229 0,07 1	381 0,082	727 0,097	1650 0,120	2603 0,135	4515 0,155	7963 0,179	12967 0,202	31009 0,251	56715 0,291	91078 0,326	134059 0,358	186535 0,388
3,4	7,3 0,02 3	21,2 0,03 9	71,2 0,05 8	139 0,06 4	237 0,07 4	394 0,084	752 0,100	1705 0,124	2690 0,139	4664 0,160	8224 0,185	13391 0,209	32014 0,259	58543 0,300	94003 0,377	138352 0,370	192494 0,400
3,6	7,8 0,02 4	22,5 0,04 1	72,5 0,05 9	144 0,06 6	244 0,07 6	407 0,087	776 0,103	1758 0,128	2774 0,144	4809 0,165	8478 0,190	13802 0,215	32989 0,267	60318 0,309	96844 0,347	142521 0,381	198282 0,412
3,8	8,2 0,02 5	23,7 0,04 4	73,7 0,06 0	148 0,06 8	252 0,07 8	419 0,090	799 0,106	1811 0,131	2855 0,148	4950 0,170	8725 0,196	14202 0,221	33939 0,274	62046 0,318	99607 0,357	146576 0,392	203912 0,424

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
4,0	8,6 0,02 7	25,0 0,04 6	74,9 0,06 1	152 0,07 0	259 0,08 1	431 0,092	822 0,109	1862 0,135	2935 0,152	5087 0,175	8965 0,201	14592 0,227	34863 0,282	63728 0,327	10229 9 0,366	150527 0,402	209396 0,435
4,5	9,7 0,03 0	28,1 0,05 2	74,0 0,06 0	163 0,07 5	277 0,08 6	461 0,099	874 0,116	1978 0,144	3119 0,161	5404 0,185	9523 0,214	15498 0,241	37021 0,299	67664 0,347	10860 7 0,389	159799 0,427	222283 0,462
5,0	10,8 0,03 3	31,2 0,05 7	78,2 0,06 4	173 0,07 9	294 0,09 1	486 0,104	925 0,123	2094 0,152	3300 0,171	5717 0,196	10071 0,226	16386 0,255	39124 0,316	71488 0,366	11472 4 0,411	168774 0,451	234740 0,488
5,5	11,8 0,03 7	34,4 0,06 3	82,6 0,06 7	181 0,08 3	308 0,09 6	512 0,110	975 0,130	2204 0,160	3474 0,180	6015 0,206	10593 0,238	17230 0,268	41124 0,332	75126 0,385	12054 2 0,432	177310 0,474	246587 0,513
6,0	12,9 0,14 0	35,6 0,06 5	86,8 0,07 1	190 0,08 7	323 0,10 1	537 0,115	1022 0,136	2310 0,168	3639 0,188	6300 0,216	11091 0,249	18037 0,281	43036 0,348	78602 0,403	12610 0 0,452	185467 0,496	257907 0,536
6,5	14,0 0,04 3	36,7 0,06 7	90,3 0,07 4	198 0,09 1	338 0,10 5	561 0,120	1067 0,142	2411 0,175	3798 0,196	6573 0,226	11569 0,260	18811 0,293	44869 0,363	81936 0,420	13143 2 0,471	193290 0,516	268764 0,559
7,0	15,1 0,04 7	37,8 0,06 9	94,1 0,07 7	207 0,09 5	352 0,10 9	584 0,125	1111 0,148	2509 0,182	3950 0,204	6855 0,235	12029 0,270	19556 0,305	46634 0,377	85145 0,436	13656 3 0,489	200817 0,537	279211 0,581
7,5	16,2 0,05 0	38,8 0,07 1	97,8 0,08 0	215 0,09 9	365 0,11 4	607 0,130	1153 0,153	2603 0,189	4098 0,212	7089 0,243	12473 0,280	20275 0,316	48337 0,391	88241 0,452	14151 4 0,507	208080 0,556	289291 0,602
8,0	17,2 0,05 3	39,0 0,07 3	101 0,08 3	223 0,10 2	378 0,11 8	628 0,135	1194 0,159	2694 0,196	4240 0,219	7335 0,252	12903 0,290	20970 0,327	49984 0,404	91236 0,468	14630 2 0,524	215106 0,575	299041 0,622
8,5	18,3 0,05 6	40,5 0,07 4	105 0,08 6	230 0,10 6	391 0,12 2	649 0,139	1233 0,164	2782 0,202	4379 0,227	7573 0,260	13320 0,299	21645 0,337	51581 0,417	94138 0,482	15094 4 0,541	221915 0,593	308491 0,642
9,0	19,4	41,6	108	238	403	670 0,143	1271 0,169	2868 0,208	4513 0,234	7804 0,268	13724 0,308	22299 0,347	53131 0,430	96957 0,497	15545 1	228527 0,611	317667 0,661

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
	0,06 0	0,07 6	0,08 8	0,10 9	0,12 6										0,557		
9,5	20,5 0,06 3	42,1 0,07 7	112 0,09 1	245 0,11 2	415 0,12 9	689 0,148	1309 0,174	2951 0,214	4644 0,240	8029 0,276	14118 0,317	22936 0,357	54639 0,442	99699 0,511	15983 4 0,572	234958 0,628	326591 0,679
10,0	21,5 0,06 6	42,7 0,07 8	115 0,09 4	252 0,11 6	427 0,13 3	709 0,152	1345 0,179	3033 0,220	4771 0,247	8248 0,283	14501 0,326	23557 0,367	56108 0,454	10236 9 0,525	16410 4 0,588	241222 0,645	335284 0,697
11,0	23,7 0,07 3	44,3 0,08 1	121 0,09 9	265 0,12 2	449 0,14 0	745 0,159	1413 0,188	3185 0,231	5011 0,259	8661 0,297	15225 0,342	24731 0,385	58896 0,476	10744 5 0,551	17222 9 0,617	253152 0,676	351852 0,732
12,0	25,8 0,08 0	45,9 0,08 4	127 0,10 3	278 0,12 7	470 0,14 6	780 0,167	1480 0,197	3335 0,242	5246 0,271	9065 0,311	15933 0,358	25876 0,403	61606 0,498	11237 0 0,576	18010 4 0,645	264704 0,707	367881 0,765
13,0	26,5 0,08 2	47,0 0,08 6	132 0,10 8	290 0,13 3	491 0,15 3	815 0,174	1545 0,206	3480 0,253	5472 0,283	9453 0,324	16612 0,373	26974 0,420	64205 0,519	11709 5 0,600	18765 6 0,672	275782 0,737	383253 0,797
14,0	27,2 0,08 7	48,1 0,08 8	138 0,11 3	302 0,13 9	511 0,15 9	848 0,182	1607 0,214	3618 0,263	5689 0,294	9827 0,337	17265 0,388	28031 0,437	66707 0,539	12164 1 0,623	19492 3 0,698	286442 0,765	398044 0,828
15,0	28,1 0,08 7	49,7 0,09 1	143 0,11 7	314 0,14 4	531 0,16 5	880 0,188	1668 0,222	3752 0,272	5898 0,305	1018 7 0,350	17895 0,402	29051 0,453	69120 0,559	12602 7 0,646	20193 5 0,723	296727 0,793	412316 0,857
16,0	28,8 0,08 9	48,8 0,09 0	148 0,12 1	325 0,14 9	549 0,17 1	910 0,195	1725 0,230	3882 0,282	6101 0,316	1053 6 0,362	18505 0,416	30038 0,468	71455 0,578	13026 9 0,668	20871 6 0,748	306674 0,819	426118 0,886
17,0	29,4 0,09 1	50,4 0,09 3	153 0,12 5	336 0,15 4	568 0,17 7	940 0,201	1781 0,237	4008 0,091	6298 0,326	1087 4 0,373	19096 0,429	30994 0,483	73717 0,596	13438 1 0,689	21528 9 0,771	316315 0,845	439496 0,914
18,0	30,1 0,09 3	52,0 0,09 6	158 0,12 9	346 0,15 9	585 0,18 2	969 0,208	1836 0,244	4129 0,300	6489 0,336	1120 2 0,384	19670 0,442	31922 0,497	75914 0,614	13837 4 0,709	22167 1 0,794	325676 0,870	452485 0,941

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
19,0	30,7 0,09 5	53,6 0,09 8	163 0,13 3	356 0,16 4	602 0,18 8	998 0,214	1889 0,251	4248 0,308	6674 0,345	1152 1 0,395	20228 0,454	32825 0,511	78051 0,631	14225 7 0,729	22787 8 0,815	334780 0,895	465118 0,967
20,0	31,0 0,09 6	55,2 0,10 1	168 0,13 7	366 0,16 8	619 0,19 3	1025 0,219	1941 0,258	4346 0,317	6855 0,355	1183 2 0,406	20772 0,466	33705 0,525	80133 0,648	14603 9 0,748	23392 4 0,838	343648 0,918	477422 0,993
22,0	32,3 0,10 0	58,0 0,10 6	176 0,14 4	385 0,17 7	650 0,20 2	1077 0,231	2038 0,271	4582 0,333	7197 0,372	1242 1 0,426	21804 0,490	35376 0,551	84096 0,680	15325 1 0,785	24546 4 0,879	360588 0,964	500940 1,042
24,0	33,3 0,10 3	60,9 0,11 2	185 0,15 1	403 0,18 5	681 0,21 2	1128 0,241	2134 0,284	4795 0,348	7531 0,390	1299 5 0,446	22808 0,512	36999 0,576	87934 0,711	16022 5 0,821	25661 0 0,919	376934 1,007	523621 1,089
26,0	34,3 0,10 6	63,6 0,17 7	193 0,15 7	421 0,19 3	711 0,22 1	1176 0,252	2226 0,296	5000 0,363	7851 0,406	1354 5 0,465	23769 0,534	38555 0,601	91615 0,741	16691 3 0,855	26729 9 0,957	39612 1,049	545373 1,134
28,0	34,9 0,10 8	66,2 0,12 2	201 0,16 4	438 0,20 1	739 0,23 0	1224 0,262	2314 0,308	5197 0,377	8160 0,422	1407 5 0,483	24695 0,555	40052 0,624	95157 0,769	17334 7 0,888	27758 4 0,994	407696 1,089	566301 1,178
30,0	35,9 0,11 1	68,8 0,12 6	208 0,17 0	454 0,20 9	767 0,23 9	1269 0,272	2399 0,319	5387 0,391	8457 0,438	1458 6 0,501	25588 0,575	41497 0,646	98574 0,797	17955 6 0,920	28750 7 1,030	422250 1,128	595751 1,239
32,0	36,9 0,11 4	71,3 0,13 1	216 0,17 6	470 0,21 6	794 0,24 7	1313 0,281	2482 0,330	5571 0,405	8744 0,452	1508 0 0,518	26452 0,594	42895 0,668	10187 9 0,824	18556 1 0,951	29710 4 1,064	436325 1,166	615289 1,280
34,0	37,8 0,11 7	73,7 0,13 5	223 0,18 2	486 0,22 3	819 0,25 5	1355 0,290	2562 0,341	5749 0,417	9023 0,467	1555 9 0,534	27290 0,613	44249 0,689	10508 2 0,849	19138 0 0,981	30640 6 1,097	457144 1,222	634226 1,319
36,0	37,9 0,11 7	76,0 0,14 0	230 0,18 7	500 0,23 0	844 0,26 3	1396 0,299	2639 0,351	5922 0,430	9294 0,481	1602 4 0,550	28103 0,631	45564 0,710	10819 3 0,875	19703 1 1,010	31543 7 1,130	470397 1,257	652613 1,357
38,0	38,3	78,3	236	515	869	1437 0,308	2715 0,361	6090 0,442	9557 0,495	1647 6	28894 0,649	46843 0,730	11121 8	20252 7	32422 0	483288 1,291	670496 1,394

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
	0,11 8	0,14 4	0,19 3	0,23 6	0,27 1					0,566			0,899	1,038	1,261		
40,0	39,4 0,12 2	80,5 0,14 8	243 0,19 8	529 0,24 3	893 0,27 8	1476 0,316	2788 0,371	6254 0,454	9814 0,508	1691 7 0,581	29664 0,666	48089 0,749	11416 4 0,923	20787 9 1,065	33277 6 1,192	495842 1,325	687914 1,431
45,0	42,1 0,13 0	85,5 0,15 7	258 0,21 1	562 0,25 8	948 0,29 5	1567 0,336	2960 0,394	6639 0,482	10417 0,539	1796 5 0,616	31483 0,707	51034 0,795	12114 5 0,979	22058 0 1,130	35862 2 1,284	525920 1,405	729643 1,517
50,0	44,4 0,13 7	90,6 0,16 6	273 0,22 3	594 0,27 3	1002 0,31 2	1656 0,355	3127 0,416	7011 0,509	11000 0,569	1895 6 0,615	33231 0,746	53851 0,839	12783 0 1,033	23272 1 1,193	37802 1 1,354	554369 1,481	769112 1,600
55,0	46,8 0,14 4	95,4 0,17 5	287 0,23 4	625 0,28 7	1053 0,32 8	1740 0,373	3286 0,437	7365 0,535	11553 0,598	1990 7 0,683	34893 0,784	56549 0,881	13418 6 1,085	24809 6 1,271	39647 1 1,420	581426 1,554	806651 1,678
60,0	49,1 0,15 1	99,9 0,18 4	300 0,24 6	654 0,30 0	1102 0,34 3	1821 0,390	3438 0,458	7703 0,559	12082 0,625	2081 6 0,714	36482 0,819	59117 0,921	14025 9 1,134	25912 8 1,328	41410 0 1,183	607280 1,623	842519 1,752
65,0	51,3 0,15 8	104 0,19 2	314 0,25 6	682 0,31 3	1149 0,35 8	1899 0,407	3583 0,477	8028 0,583	12590 0,651	2168 7 0,744	38005 0,853	61580 0,959	14608 3 1,181	26970 9 1,382	43100 9 1,544	632077 1,689	876921 1,824
70,0	53,4 0,16 5	108 0,19 9	326 0,26 6	709 0,32 6	1195 0,37 2	1973 0,423	3723 0,496	8340 0,606	13078, 2 0,677	2252 6 0,773	39471 0,886	63950 0,996	15409 2 1,246	27989 0 1,434	44728 0 1,602	655937 1,753	910025 1,893
75,0	55,4 0,17 1	112 0,20 7	338 0,27 6	735 0,33 8	1239 0,38 6	2045 0,438	3859 0,514	8641 0,628	13549 0,701	2333 5 0,801	40885 0,918	66237 1,032	15950 0 1,289	28971 4 1,485	46297 8 1,658	678960 1,814	941965 1,959
80,0	57,4 0,17 7	116 0,21 4	350 0,28 6	760 0,34 9	1281 0,39 9	2115 0,453	3989 0,531	8933 0,649	14005 0,725	2411 8 0,828	42252 0,949	68448 1,066	16473 1 1,332	29921 5 1,533	47816 2 1,713	701227 1,874	972857 2,023
85,0	59,3 0,18 3	120 0,22 1	361 0,29 5	785 0,36 1	1322 0,41 2	2182 0,467	4116 0,548	9215 0,669	14446 0,748	2478 6 0,854	43578 0,979	70592 1,100	16980 1 1,373	30842 4 1,581	49287 8 1,765	722808 1,931	100279 8 2,086

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
90,0	61,1 0,18 9	124 0,22 8	373 0,30 4	809 0,37 1	1362 0,42 4	2248 0,481	4239 0,564	9490 0,689	14875 0,770	2561 3 0,879	44365 1,007	72673 1,132	17472 4 1,412	31736 6 1,627	50716 8 1,816	743764 1,987	103187 1 2,146
95,0	62,9 0,19 4	127 0,23 5	383 0,31 3	832 0,38 2	1401 0,43 6	2313 0,495	4359 0,580	9756 0,708	15292 0,791	2632 9 0,904	46117 1,036	74697 1,164	17951 2 1,451	32606 2 1,671	52106 5 1,866	764144 2,042	106014 6 2,205
100	64,7 0,20 0	131 0,24 1	394 0,32 1	855 0,39 2	4439 0,44 8	2374 0,508	4476 0,596	10015 0,727	15698 0,813	2702 6 0,928	47336 1,063	76668 1,194	18417 5 1,489	33455 3 1,714	53460 2 1,915	783996 2,095	108768 7 2,262
110	67,9 0,20 0	137 0,25 3	413 0,33 8	897 0,41 2	1510 0,47 0	2492 0,534	4697 0,625	10511 0,763	16473 0,852	2835 9 0,973	49667 1,115	81707 1,273	19316 5 1,562	35086 1 1,798	56069 5 2,008	822261 2,197	114077 6 2,372
120	71,2 0,22 0	144 0,26 5	433 0,35 3	939 0,43 1	1580 0,49 2	2606 0,558	4912 0,654	10989 0,798	17222 0,891	2964 5 1,018	51914 1,166	85341 1,329	20175 4 1,631	36646 3 1,878	58562 7 2,097	858824 2,295	119150 2 2,478
130	74,3 0,22 9	150 0,27 7	451 0,36 8	979 0,44 9	1647 0,51 3	2716 0,582	5118 0,681	11449 0,832	17940 0,928	3087 8 1,060	54942 1,234	88826 1,384	20999 2 1,698	38142 6 1,955	60954 0 2,183	893892 2,389	124015 5 2,579
140	77,0 0,23 8	156 0,28 8	469 0,38 3	1017 0,46 7	1711 0,53 3	2822 0,604	5317 0,708	11890 0,863	18631 0,964	3206 5 1,101	57015 1,280	92179 1,436	21791 9 1,762	39582 5 2,029	63254 9 2,265	927636 2,479	128696 9 2,677
150	80,2 0,24 7	162 0,29 8	486 0,39 7	1054 0,48 4	1773 0,55 2	2924 0,626	5508 0,733	12317 0,894	19298 0,999	3320 9 1,140	59017 1,325	95414 1,486	22556 7 1,823	40971 8 2,100	65475 1 2,345	960195 2,566	133214 0 2,770
160	82,9 0,25 6	168 0,30 9	503 0,41 1	1090 0,50 0	1833 0,57 1	3022 0,647	5693 0,758	12729 0,924	19942 1,032	2431 7 1,178	60952 1,369	98543 1,535	23296 5 1,883	42315 5 2,169	67622 4 2,422	991685 2,650	137582 8 2,861
170	85,6 0,26 4	173 0,31 9	519 0,42 4	1125 0,51 6	1891 0,58 9	3118 0,668	5873 0,782	13129 0,953	20567 1,064	3595 7 1,234	62828 1,411	10157 6 1,582	24013 5 1,941	43617 8 2,235	69703 5 2,496	102220 5 2,731	141817 1 2,949
180	88,3	178	534	1158	1948	3211 0,688	6047 0,805	13511 7	21174 1,096	3699 9	64650 1,452	10452 1	24709 7	44882 3	71724 4	105184 0	145928 6

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
	0,27 2	0,32 8	0,43 6	0,53 2	0,60 6			0,982		1,270		1,628	1,998	2,300	2,569	2,811	3,035
190	90,8 0,28 0	183 0,33 8	550 0,49 9	1191 0,54 7	2002 0,62 4	3301 0,707	6216 0,827	13894 1,009	21764 1,126	3801 3 1,305	66421 1,492	10738 5 1,673	35386 8 2,052	46112 2 2,363	73689 8 2,639	108066 4 2,888	
200	93 0,28 8	188 0,34 7	564 0,46 1	1223 0,56 1	2056 0,64 0	3389 0,726	6381 0,849	14261 1,036	22339 1,156	3900 1 1,339	68147 1,530	11017 4 1,716	26046 3 2,106	47310 1 2,425	75604 1 2,708	110873 7 2,963	
220	98,0 0,30 2	198 0,36 4	592 0,48 4	1283 0,58 9	2158 0,67 2	3556 0,762	6696 0,891	14964 1,087	23821 1,233	4090 4 1,404	71473 1,605	11555 2 1,800	27317 6 2,208	49619 3 2,543	79294 3 2,840	116285 3 3,107	
240	102 0,31 7	207 0,38 1	620 0,50 6	1342 0,61 6	2256 0,70 3	3718 0,796	7000 0,932	15641 1,136	24880 1,287	4272 3 1,466	74651 1,676	12069 0 1,880	28532 3 2,307	51825 7 2,656	82820 2 2,966		
260	107 0,33 0	216 0,39 8	646 0,52 8	1399 0,64 2	2351 0,73 2	3874 0,830	7292 0,971	16291 1,183	25896 1,340	4446 8 1,526	77699 1,745	12561 8 1,957	29697 3 2,401	53941 9 2,765	86201 9 3,087		
280	111 0,34 3	225 0,41 3	676 0,54 8	1453 0,66 7	2442 0,76 0	4023 0,862	7573 1,008	17187 1,248	26874 1,391	4614 7 1,584	80632 1,811	13036 0 2,031	30818 4 2,491	55978 1 2,869			
300	115 0,35 6	233 0,42 8	696 0,56 8	1505 0,691	2530 0,78 7	4168 0,892	7843 1,044	17791 1,292	27817 1,439	4776 6 1,640	83462 1,874	13493 6 2,102	31900 1 2,579	57942 9 2,970			
320	119 0,36 8	241 0,44 3	719 0,58 7	1556 0,71 4	2615 0,81 4	4307 0,922	8105 1,079	18374 1,334	28730 1,487	4933 3 1,693	86200 1,936	13936 1 2,171	32946 2 2,663	59843 1 3,067			
340	123 0,38 0	249 0,45 7	742 0,60 6	1605 0,73 7	2697 0,84 0	4443 0,951	8359 1,113	18940 1,375	29614 1,532	5085 1 1,745	88852 1,995	14365 0 2,238	33960 2 2,745				
360	126 0,39 2	256 0,47 1	764 0,62 4	1653 0,75 9	2777 0,86 5	4574 0,979	8606 1,145	19489 1,415	30472 1,577	5232 5 1,796	91428 2,053	14781 5 2,303	34944 8 2,825				

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, $\frac{кг}{ч}$ (верхняя строка), и скорость движения воды, $\frac{м}{с}$ (нижняя строка), по трубам стальным электросварным прямошовным (ГОСТ 10704-76*) условным проходом, мм																
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400
380	130 0,40 3	263 0,48 4	786 0,64 2	1699 0,78 0	2855 0,88 9	4702 1,007	8845 1,177	20023 1,454	31307 1,620	5375 9 1,845	93934 2,109	15186 5 2,366	35902 3 2,902				
400	134 0,41 4	270 0,49 7	807 0,65 9	1744 0,80 1	2930 0,91 2	4826 1,033	9226 1,228	20543 1,492	32121 1,662	5515 6 1,893	96374 1,164	15581 0 2,427	36835 0 2,978				
450	142 0,43 9	287 0,52 8	856 0,69 9	1851 0,85 0	3109 0,96 8	5121 1,097	9785 1,302	21789 1,582	34069 1,763	5850 2 2,008	10222 0 2,295	16526 2 2,574	39069 4 3,158				
500	150 0,46 4	303 0,55 7	904 0,73 8	1954 0,89 7	3281 1,02 2	5403 1,157	1031 5 1,373	22968 1,668	35912 1,858	6166 6 2,117	10775 0 2,420	17420 1 2,714					
550	158 0,48 7	318 0,58 5	949 0,77 5	2051 0,94 2	3445 1,07 3	5765 1,234	1081 8 1,440	24089 1,749	37665 1,949	6467 6 2,220	11300 9 2,538	18270 4 2,846					
600	165 0,51 0	333 0,61 2	992 0,81 0	2144 0,98 5	3601 1,12 1	6021 1,289	1129 9 1,504	25160 1,827	39340 2,036	6755 2 2,319	11803 4 2,650	19082 8 2,973					
650	172 0,53 1	347 0,63 8	1034 0,84 4	2234 1,02 6	3750 1,16 8	6267 1,342	1176 1 1,565	26187 1,902	40946 2,119	7031 0 2,413	12285 3 2,759	19862 0 3,094					
700	179 0,55 2	361 0,66 3	1074 0,87 7	2319 1,06 5	3958 1,23 2	6504 1,393	1220 4 1,624	27176 1,973	42492 2,199	7296 4 2,504	12749 1 2,863						
750	185 0,57 2	374 0,68 7	1112 0,90 8	2402 1,10 3	4097 1,27 6	6732 1,441	1263 3 1,681	28130 2,043	43983 2,276	7552 5 2,592	13196 6 2,963						
800	191 0,59 2	386 0,71 0	1150 0,93 9	2483 1,14 0	4231 1,31 7	6953 1,489	1304 7 1,737	29052 2,110	45426 2,351	7800 2 2,677	13629 4 3,061						
850	197	398	1186	2560	4361	7167 1,535	1344 9	29946 2,175	46824 2,423	8040 3							





Таблица П 3.3

Таблица гидравлического расчета труб из полипропилена

PN20	температура воды = 80 °С																			
	16x2,7 мм		20 x 3,4 мм		25 x 4,2 мм		32 x 5,4 мм		40 x 6,7 мм		50 x 8,3 мм		63 x 10,5 мм		75 x 12,5 мм		90 x 15,0 мм		110 x 18,3 мм	
Q	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
l/c	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с
0,01	0,026	0,1	0,009	1,1																
0.02	0.087	0.2	0.030	1.1	0.010	0.1	0.003	0.1												
0.03	0.179	0.3	0.062	0.2	0.021	0.1	0.006	0.1	0.002	0.1										
0.04	0.299	0.5	0.104	0.3	0.035	0.2	0.011	0.1	0.004	0.1										
0.05	0.446	0.6	0.155	0.4	0.051	0.2	0.016	0.1	0.005	0.1	0.002	0.1								
0.06	0.619	0.7	0.214	0.4	0.071	0.3	0.022	0.2	0.007	0.1	0.003	0.1								
0.07	0.818	0.8	0.282	0.5	0.094	0.3	0.029	0.2	0.010	0.1	0.003	0.1	0.001	0.1						
0.08	1.042	0.9	0.359	0.6	0.119	0.4	0.037	0.2	0.012	0.1	0.004	0.1	0.001	0.1						
0.09	1.291	1.0	0.443	0.7	0.146	0.4	0.045	0.3	0.015	0.2	0.005	0.1	0.002	0.1						
0.10	1.565	1.1	0.536	0.7	0.177	0.5	0.054	0.3	0.018	0.2	0.006	0.1	0.002	0.1	0.001	0.1				
0.12	2.186	1.4	0.746	0.9	0.245	0.6	0.075	0.3	0.025	0.2	0.009	0.1	0.003	0.1	0.001	0.1				
0.14	2.905	1.6	0.988	1.0	0.323	0.6	0.099	0.4	0.033	0.3	0.012	0.2	0.004	0.1	0.002	0.1	0.001	0.0		
0.16	3.719	1.8	1.261	1.2	0.412	0.7	0.126	0.5	0.042	0.3	0.015	0.2	0.005	0.1	0.002	0.1	0.001	0.1		
0.18	4.630	2.0	1.565	1.3	0.510	0.8	0.155	0.5	0.052	0.3	0.018	0.2	0.006	0.1	0.003	0.1	0.001	0.1		
0.20	5.636	2.3	1.900	1.5	0.617	0.9	0.188	0.6	0.063	0.4	0.022	0.2	0.007	0.1	0.003	0.1	0.001	0.1		
0.30	12.09	3.4	4.031	2.2	1.296	1.4	0.391	0.8	0.130	0.5	0.045	0.3	0.014	0.2	0.006	0.2	0.003	0.1	0.001	0.1
0.40			6,918	2,9	2,206	1,8	0,661	1,1	0,218	0,7	0,075	0,5	0,024	0,3	0,010	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1
0.50					3,346	2,3	0,995	1,4	0,327	0,9	0,111	0,6	0,036	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	0,002	0,1
0.60					4,712	2,8	1,395	1,7	0,456	1,1	0,155	0,7	0,050	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1
0.70					6.304	3.2	1.858	2.0	0.605	1.3	0.205	0.8	0.065	0.5	0.028	0.4	0.012	0.2	0.005	0.2
0.80							2,384	2,3	0,774	1,4	0,261	0,9	0,083	0,6	0,036	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2
0.90							2,974	2,5	0,963	1,6	0,324	1,0	0,103	0,6	0,044	0,5	0,018	0,3	0,007	0,2
1.00							3,626	2,8	1,171	1,8	0,392	1,2	0,124	0,7	0,053	0,5	0,022	0,4	0,009	0,2
1.20							5,121	3,4	1,645	2,2	0,549	1,4	0,173	0,9	0,074	0,6	0,031	0,4	0,012	0,3
1.40									2,197	2,5	0,730	1,6	0,230	1,0	0,098	0,7	0,040	0,5	0,016	0,3
1.60									2,826	2,9	0,936	1,8	0,293	1,2	0,125	0,8	0,051	0,6	0,020	0,4
1.80									3,532	3,2	1,166	2,1	0,364	1,3	0,155	0,9	0,064	0,6	0,024	0,4
2.00											1,421	2,3	0,443	1,4	0,188	1,0	0,077	0,7	0,029	0,5
2.20											1,700	2,5	0,528	1,6	0,224	1,1	0,092	0,8	0,035	0,5
2.40											2,003	2,8	0,621	1,7	0,263	1,2	0,107	0,8	0,041	0,6
2.60											2,331	3,0	0,721	1,9	0,304	1,3	0,124	0,9	0,047	0,6
2.80											2,682	3,2	0,828	2,0	0,349	1,4	0,142	1,0	0,054	0,7
3.00											3,058	3,5	0,942	2,2	0,397	1,5	0,162	1,1	0,061	0,7

PN20	температура воды = 80 °C																				
	κ=0,01		16x2,7 мм		20 x 3,4 мм		25 x 4,2 мм		32 x 5,4 мм		40 x 6,7 мм		50 x 8,3 мм		63 x 10,5 мм		75 x 12,5 мм		90 x 15,0 мм		110 x 18,3 мм
Q	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	
l/c	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	
3.20													1,064	2,3	0,447	1,6	0,182	1,1	0,069	0,8	
3.40													1,192	2,5	0,501	1,7	0,204	1,2	0,077	0,8	
3.60													1,328	2,6	0,557	1,8	0,226	1,3	0,085	0,9	
3.80													1,471	2,7	0,616	1,9	0,250	1,3	0,094	0,9	
4.00													1,621	2,9	0,679	2,0	0,275	1,4	0,103	1,0	
4.20													1,778	3,0	0,744	2,1	0,301	1,5	0,113	1,0	
4.40													1,942	3,2	0,812	2,2	0,328	1,6	0,123	1,0	
4.60													2,113	3,3	0,882	2,3	0,356	1,6	0,134	1,1	
4.80													2,292	3,5	0,956	2,4	0,386	1,7	0,145	1,1	
5.00															1,033	2,5	0,416	1,8	0,156	1,2	