



Проектирование и монтаж  
трубопроводов из ПВХ и ХПВХ,  
соединяемых методом холодной сварки,  
для холодного/горячего  
водоснабжения и отопления

Указания по проектированию и монтажу

Компания «Витория»  
Эксклюзивный представитель  
ТМ «Genova Products» в Украине  
61003, г.Харьков, ул.Кузнечная, 9  
(057) 731-12-85; (057) 731-22-76  
[genova@vitoria.com.ua](mailto:genova@vitoria.com.ua)  
[www.vitoria.com.ua](http://www.vitoria.com.ua)

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
1.1. Краткая история фирмы Genova Products (США) .....	4
1.2. Физико-механические свойства ПВХ и ХПВХ.....	4
1.3. Химические свойства ПВХ и ХПВХ .....	6
1.4. Огнестойкие свойства ПВХ и ХПВХ .....	7
1.5. Преимущества изделий Genova Products .....	7
1.6. Применение изделий Genova Products .....	8
1.7. Сертификация Genova Products.....	9
1.8. Основные элементы и детали Genova Products .....	9
<b>2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ИЗ ТРУБ ПВХ И ХПВХ</b> .....	<b>10</b>
2.1. Характеристики труб из ПВХ и ХПВХ .....	10
2.2. Гидравлический удар .....	13
2.3. Потери давления в трубопроводах из ПВХ и ХПВХ .....	15
2.4. Потери давления в местных сопротивлениях.....	32
2.5. Потери давления в вентилях.....	33
2.6. Компенсация температурных удлинений .....	33
<b>3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ</b> .....	<b>40</b>
3.1. Двухтрубная система (горизонтальная) .....	40
3.2. Двухтрубная система с горизонтальными компенсирующими петлями .....	40
3.3. Двухтрубная горизонтальная система (комбинированная).....	41
3.4. Однотрубная система с горизонтальной петлей.....	41
3.5. Рекомендации по монтажу различных вариантов систем отопления.....	42
3.6. Тепловая изоляция трубопроводов .....	46
3.7. Резьбовые соединения в трубопроводах .....	46
<b>4. ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ</b> .....	<b>46</b>
4.1. Технология подготовки, соединения и монтажа элементов из ПВХ и ХПВХ .....	46
4.2. Соединение элементов из ПВХ и ХПВХ с элементами из других материалов .....	49
4.3. Крепление труб.....	50
4.4. Подключение арматуры и оборудования .....	55
4.5. Проведение гидравлических испытаний .....	56
4.6. Прокладка трубопроводов в каналах и стенах .....	56
4.7. Прокладка труб в траншеях .....	58
4.8. Общие рекомендации и замечания .....	58
4.9. Ремонт систем .....	60
<b>5. ТРАНСПОРТИРОВКА И СКЛАДИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ GENOVA PRODUCTS</b> .....	<b>61</b>
<b>6. ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>62</b>

# 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

## 1.1. Краткая история фирмы *Genova Products* (США)

В конце 50-ых годов Robert F.Williams воплотил в жизнь свою идею, основанную на создании пластиковых труб из ПВХ (для холодной воды до 60°C) и ХПВХ (для горячей воды до 95°C), предназначенных для легко монтируемых систем водоснабжения и водяного отопления. Эта идея была реализована на базе вновь созданной фирмы Genova Products (США). В течение многих лет, благодаря основателю Robert F.Williams и его сыну R.M.Williams, который сейчас является президентом фирмы, Genova Products расширялась, постоянно совершенствуя производство, создавая новые продукты, увеличивая объем производства. В настоящее время Genova Products владеет 5-ю заводами в Северной Америке и является мировым лидером в производстве труб и всех необходимых соединительных, а также вспомогательных элементов из ПВХ и ХПВХ для систем холодного/горячего водоснабжения и отопления. Сырье для их изготовления поставляет всемирно известный американский химический концерн BF GOODRICH.

Сборка элементов и труб из ПВХ и ХПВХ в систему осуществляется клеевым методом, который практически является “холодной сваркой”, и механическим способом (для элементов имеющих резьбу). Более подробно технология сборки описана в разделе 4 (стр. 46).

Сегодня продукты фирмы Genova Products хорошо известны и применяются повсеместно во всей, как Северной, так и Южной Америке, в большинстве стран Западной, Центральной и Восточной Европы, в том числе и в России, на Украине, в Белоруссии.

## 1.2. Физико-механические свойства ПВХ и ХПВХ

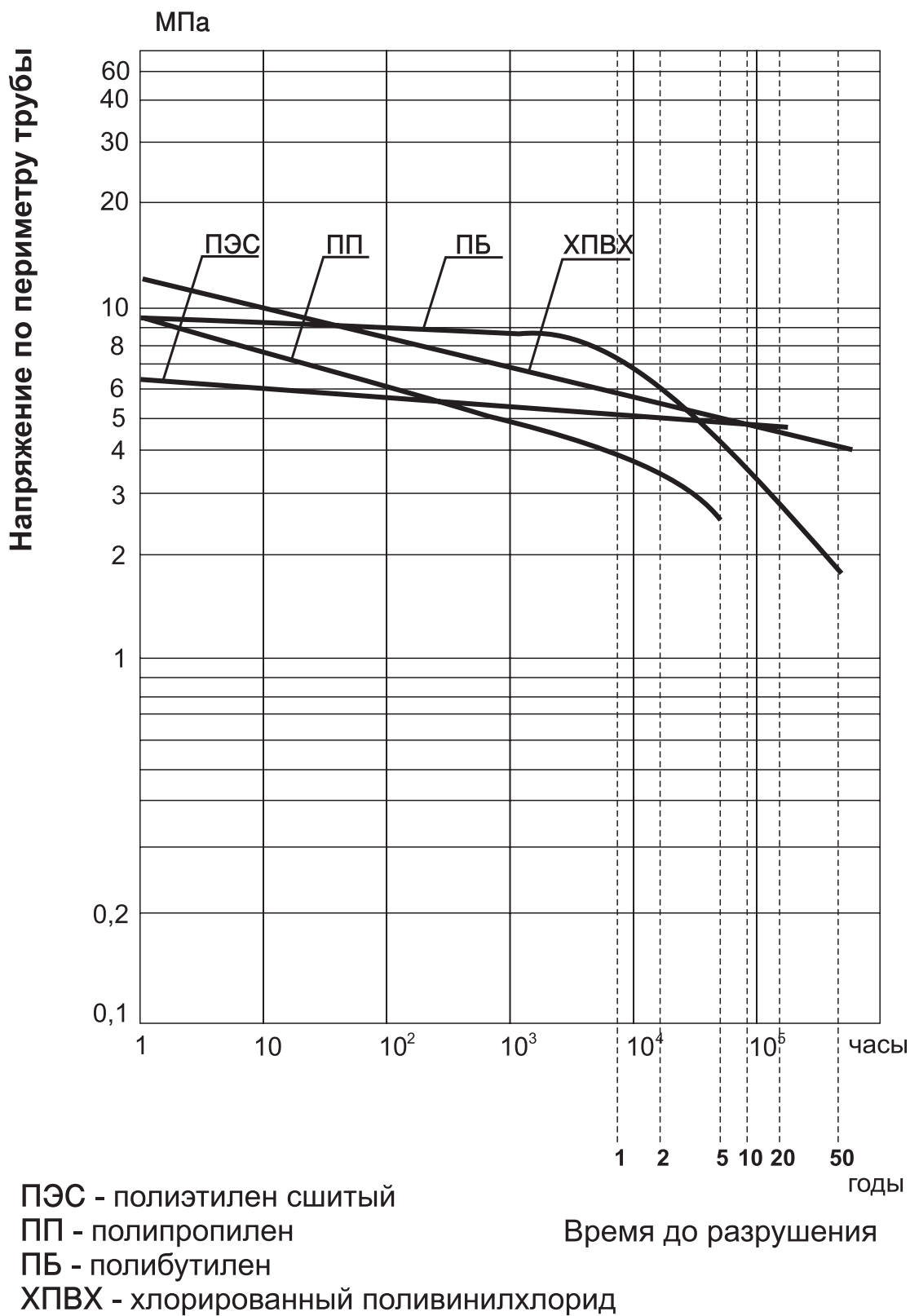
Таблица 1

Свойства	ПВХ	ХПВХ	Единицы измерения
<b>При t 23°C (для 1 - 6)</b>			
1. Удельный вес	1,41	1,57	г/см <sup>2</sup>
2. Прочность на растяжение	48,3	57,9	МПа
3. Прочность на изгиб	100,0	107,7	МПа
4. Прочность на сжатие	62,0	62,0	МПа
5. Модуль упругости Юнга	2758	2898	МПа
6. Твердость по Роквеллу R	110-120	120	
7. Коэффициент линейного расширения	5,2	6,2	х10 <sup>-5</sup> 1/°C
8. Коэффициент теплопроводности	0,22	0,16	Вт/м°C

Срок эксплуатации трубопроводов из ПВХ и ХПВХ – до 50 лет. Он определен путем ускоренного испытания на старение в лабораторных условиях и практической эксплуатацией трубопроводов, которые широко применяются в США с 1959 г. При правильной эксплуатации действуют безотказно. Основные свойства ПВХ и ХПВХ представлены в таблице 1.

На рис.1 представлена зависимость прочности ХПВХ и других полимерных труб в течение времени.

Рис. 1. Зависимость прочности различных полимерных труб в течение времени



На рис. 2 представлены температурные удлинения полимерных труб длиной 50 метров при изменении температуры ( $\Delta T$ ) воды (теплоносителя) на  $50^{\circ}\text{C}$ .

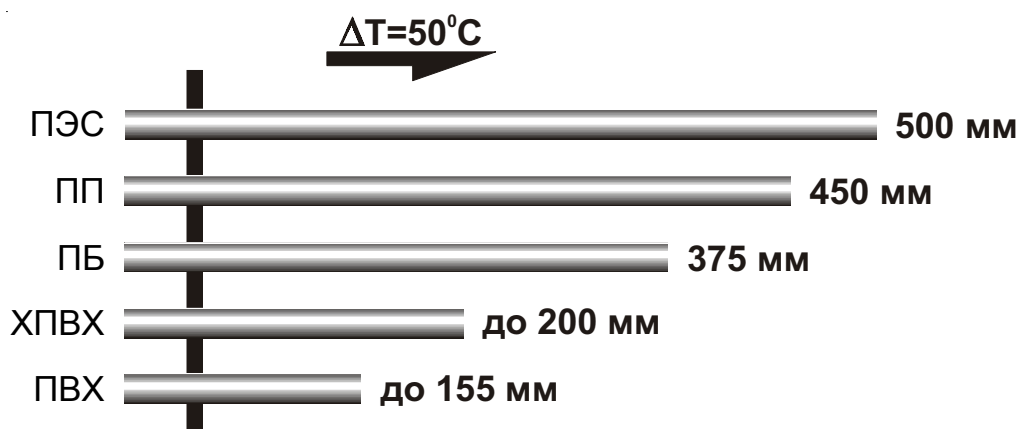


Рис. 2. Удлинение труб длиной 50 м из различных полимеров при,  $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$ ,

где: ПЭС - полиэтилен сшитый  
ПП - полипропилен  
ПБ - полибутилен

ПВХ - поливинилхлорид  
ХПВХ - хлорированный поливинилхлорид

### 1.3. Химические свойства ПВХ и ХПВХ

Изделия из ПВХ и ХПВХ фирмы Genova Products выделяются хорошей химической стойкостью. Они устойчивы к выше чем 500 разным химическим веществам, что обеспечивает их широкое применение в химической промышленности. Важным свойством ПВХ и ХПВХ является нейтральность не только к воде, но и к разным пищевым продуктам, к таким как молоко, пищевые масла, спирт, фруктовые соки и др., что позволяет данные материалы применять и в промышленных системах по переработке этих продуктов.

В лабораторных условиях были проведены специальные тесты химической устойчивости ПВХ и ХПВХ, выдерживая образцы из этих полимеров в различных химических жидкостях в течение 90 дней. На основе полученных результатов этих исследований, был определен целый ряд различных химических веществ, не воздействующих на ПВХ и ХПВХ и тем самым не меняющих их свойства. Список данных химических веществ представлен в приложении 1.

**Примечание:** Следует отметить, что данные, представленные в приложении 1, служат в качестве базовых рекомендаций химической стойкости ПВХ и ХПВХ. Данные рекомендации могут быть приняты учитывая и другие условия эксплуатации труб и фитингов из ПВХ и ХПВХ: давление, скорость течения, температуру жидкостей, а также и другие параметры. В случае необходимости получения более подробной информации о возможностях применения систем из ПВХ и ХПВХ для конкретных химических веществ, следует обращаться к представителям Genova Products.

Материал, из которого сделаны трубы ПВХ и ХПВХ, отличается хорошими гигиеническими свойствами. Это доказывает одно из применений ПВХ - изготовление сосудов для хранения донорской крови и кровяной плазмы. При использовании сосудов из иных материалов, сроки хранения крови значительно уменьшаются, и требуется большее количество доноров.

На рис. 3 представлены данные по размножению бактерий в системах труб из разных материалов.

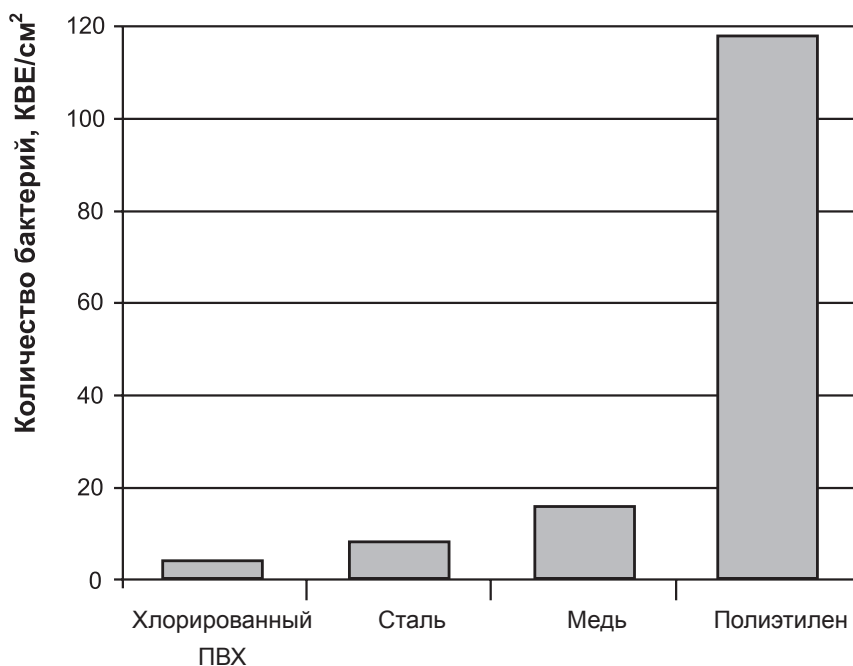


Рис. 3. Размножение бактерий в системах труб из различных материалов

#### 1.4. Огнестойкие свойства ПВХ и ХПВХ

Трубы и фитинги, изготавливаемые Genova Products, являются трудновоспламеняемыми: температура воспламенения ПВХ превышает 380°C, а ХПВХ - 433°C. Нижний уровень воспламеняемости для материала ПВХ равен 45%, а для ХПВХ - 60%. Это означает, что процесс горения таких материалов требует соответственно 45% кислорода для ПВХ и 60% для ХПВХ. Кислород в земной атмосфере составляет примерно 21%, что естественно препятствует процессу горения этих материалов. С удалением источника огня, они затухают. Для других материалов нижний уровень воспламеняемости имеет следующие значения: для полипропилена – 17%, для полибутилена – 18%, для хлопка – 15%, для нейлона – 20%. Такие свойства способствовали широкому применению изделий из ПВХ и ХПВХ в строительстве.

#### 1.5. Преимущества изделий Genova Products

Системы из труб и элементов Genova Products, учитывая цену материалов, стоимость монтажа, затраты по уходу, прочность и долговечность, являются не дорогими по сравнению с системами из других материалов.

Они отличаются целым рядом хороших свойств:

- в течение длительной эксплуатации стенки труб сохраняют свою толщину, не зарастают отложениями;
- при соединении труб и элементов получается единая целая герметичная система (системы из ПВХ и ХПВХ являются самыми герметичными системами по сравнению с трубопроводами из других материалов);
- под воздействием рабочих температур, давления и времени, трубы практически сохраняют свои первоначальные физико-механические свойства, что обеспечивает долговечность систем в целом;
- при правильной эксплуатации, хорошие прочностные свойства сохраняются до 50 лет;
- прочность и хорошие свойства доказаны не только лабораторными исследованиями, но и практической эксплуатацией систем, начиная с 1959 года;

- ограничивают потери тепла (они передают в 300 раз меньше тепла, чем сталь и в 2500 раз меньше тепла чем медь);
- не подвергаются коррозии;
- смягчают вибрацию и гидравлические удары;
- для их монтажа не требуются сложное оборудование и электрические инструменты;
- не требуют окраски;
- не имеют запаха, а также не проницаемы для запахов;
- возможна наружная прокладка труб.

## 1.6. Применение изделий *Genova Products*

В соответствии с перечисленными преимуществами, особенно очень легкого и несложного монтажа, низкой стоимости, большой прочности и надежности, а также химической и биологической устойчивости – эти изделия находят всеобщее применение в разных областях повседневной жизни:

1. Строительство:
  - одноэтажные и многоэтажные дома;
  - летние домики, дачи;
  - гостиницы, мотели, рестораны, пансионаты, туристические базы;
  - школы, больницы и другие общественные здания;
  - торговые и обслуживающие объекты;
  - административные здания и офисы;
  - исторические и архитектурные объекты.
2. Промышленность и энергетика:
  - нефтехимические и нефтеперерабатывающие заводы, заводы минеральных удобрений, фабрики косметики и фармацевтических материалов, фабрики фотоматериалов, лаков и краски, химические лаборатории и др.;
  - пищеперерабатывающие заводы, в т.ч. разных напитков, молочных продуктов, добывания и распределения минеральной воды, рыболовство, лаборатории по исследованию пищевых продуктов;
  - системы водоотливов в шахтах, заводы по переработке и обогащения угля;
  - системы распределения и циркуляции воды на электростанциях, системы фильтрации и подготовки воды;
  - системы распределения воды, канализационные системы на судах и яхтах, системы обессоливания и подготовки соленой воды.
3. Сельское хозяйство:
  - хозяйственные объекты: дома, конюшни, коровники, свинарники, курятники и др.;
  - системы накопления и хранения молока;
  - дренажные и ирригационные системы;
  - системы для оранжерей и парников;
  - системы, смонтированные на открытых фермах для обеспечения водой скота;
  - системы плавательных бассейнов, бань.
4. Медицина:
  - госпитали: распределение терапевтических жидкостей и реактивов, биомедицинские лаборатории;
  - санатории: ингаляционные системы, соляные системы, системы физиотерапии и водных процедур, лаборатории;
  - курорты: эксплуатация и распределение минеральной водой, а также вод из горячих источников.
5. Подготовка воды:
  - системы очистки сточных вод и подготовки воды;
  - системы обессоливания морской воды;
  - системы очистки промышленных сточных вод.



#### 6. Другие области применения:

- для отвода конденсата в системах кондиционирования воздуха;
- для защиты электрических и телефонных кабелей.

### 1.7. Сертификация *Genova Products*

Все изделия из ПВХ и ХПВХ, изготовленные Genova Products, имеют американские аттестаты строительных материалов. Они соответствуют стандартам ASTM, что позволяет их применять для систем холодной питьевой воды (ASTM D1785, ASTM D2241) и горячей воды (ASTM D2846). Также изделия Genova Products имеют допуск NSF (National Sanitation Foundation), выданный Американским Национальным институтом гигиены на их применение в системах питьевой воды.

Применение в Европе изделий Genova Products для систем питьевой воды разрешено следующими документами:

- в Англии (с 1979 г.) сертификатами WRC, WFD и BBD;
- в Германии (с 1979 г.) DIN 8079 и DIN 8080, с 1997 г. DVGW DW-8331AS2135;
- во Франции (с 1983 г.) NFT-54-602, NFT-54-028, а также ATC 14-15/87-222.

Все изделия из ПВХ и ХПВХ, изготовленные Genova Products, имеют санитарно-эпидемиологические заключения, выданные Государственной санитарно-эпидемиологической службой Российской Федерации:

- для труб и фитингов, хомутов и водозапорной арматуры из хлорированного ПВХ №78.02.02.490.П.001909.08.01 от 27.08.2001 г.;
- для труб и фитингов, хомутов и водозапорной арматуры из ПВХ №78.02.02.490.П.000395.02.02 от 12.02.2002 г.;
- для клея и очистителя для пластиковых труб и фитингов № 78.02.04.240.П.000455.02.02 от 19.02.2002г.;

Указанная продукция соответствует государственным нормам и правилам:

- СанПин 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»;
- СанПин 2.1.2.729-99 «Полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, изделия и конструкции. Гигиенические требования безопасности»;
- Инструкция № 6035 А-91 от 12.08.91 г. «Инструкция по санитарно-гигиенической оценке полимерных материалов, предназначенных для применения в строительстве и производстве мебели».

Это позволяет изделия из ПВХ и ХПВХ применять для хозяйственного-питьевого водоснабжения и отопления.

### 1.8. Основные элементы и детали *Genova Products*

Genova Products производит очень широкий ассортимент разных труб, фасонных элементов, клапанов и соединительных деталей (свыше 3,5 тысяч наименований), позволяющих смонтировать практически любые системы холодного и горячего водоснабжения, а также водяного отопления.

Основные изделия из ПВХ:

- трубы из ПВХ SDR 13,5 диаметром 1/2”;
- трубы из ПВХ SDR 21 диаметров 1/2”-2”;
- трубы из ПВХ SCH 40 диаметров 1/2”-6”;
- трубы из ПВХ SCH 80\* диаметров 1/2” -12”;
- различные типы фасонных деталей для этих труб;
- гидравлические клапана SCH 40 диаметром до 3/4”;
- шаровые краны SCH 40 диаметров 1/2” -2”;
- фланцы, краны фланцевые, краны шаровые SCH 80\* диаметров 1/2” -12”;
- другие элементы.

Основные изделия из ХПВХ:

- трубы из ХПВХ SDR 11 (CTS) диаметров 1/2" -2";
- трубы из ХПВХ SCH 40\* диаметров 1/2" -6";
- трубы из ХПВХ SCH 80\* диаметров 1/2" -12";
- различные типы фасонных частей для соединения этих труб;
- шаровые краны из ХПВХ CTS диаметров 1/2" -2";
- фланцы, краны фланцевые, краны шаровые ХПВХ SCH 80\* диаметров 1/2" -12";
- втулки переходные ПВХ-ХПВХ диаметров 1/2" -2";
- другие элементы.

**Примечание:** звездочкой помечены позиции, которые поставляются только по специальному заказу.

Клей и средства для очистки:

- клей для ПВХ;
- клей для ХПВХ;
- клей универсальный;
- универсальное средство для очистки и активации поверхностей склеиваемых труб и соединительных элементов.

Основные инструменты:

- ножницы для резки труб;
- скребки.

Другие элементы:

- подвижные и стационарные держатели разных конструкций;
- одиночные и спаренные крепежные пластины;
- монтажные угольники;
- гасители гидравлических ударов и др. элементы.

## 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ИЗ ТРУБ ПВХ И ХПВХ

### 2.1. Характеристики труб из ПВХ и ХПВХ

Трубы и соединительные элементы из ПВХ, предназначены для передачи холодной питьевой воды, а также других жидкостей (приемлемых для ПВХ) с температурой до 60°C. Трубы производятся длиной 3,048 м, диаметром от 1/2" до 6" и выдерживают максимальное давление до 41,4 атмосфер (при 23°C). Трубы из ПВХ изготавливаются двух типов: толстостенные - тип SCH 40, SCH 80, а также тонкостенные - SDR 13.5, SDR 21, SDR 26. Символ SDR - это сокращение стандарта Standart Dimentional Ratio и обозначает типичное или стандартное соотношение размеров и параметров труб.

SDR выражает зависимость между наружным диаметром и толщиной стенки трубы по формуле:

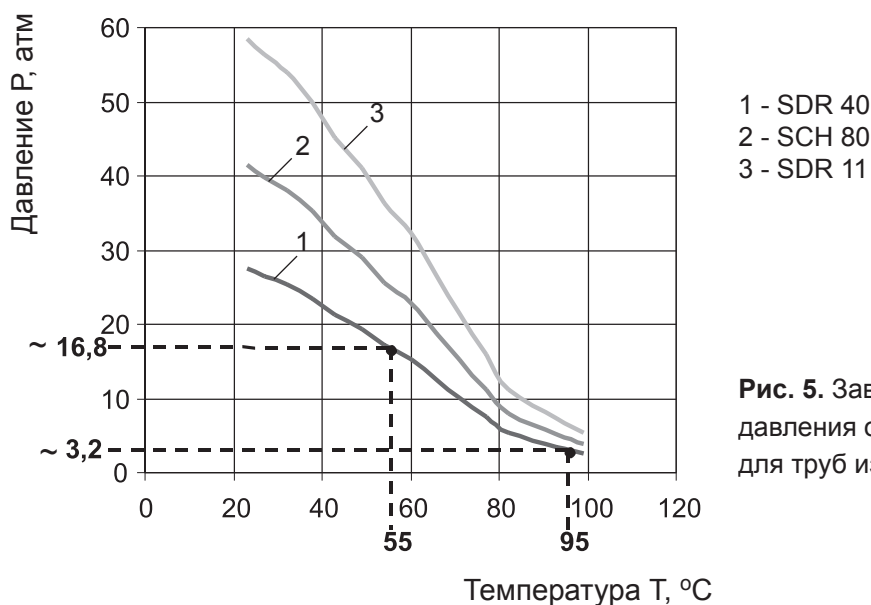
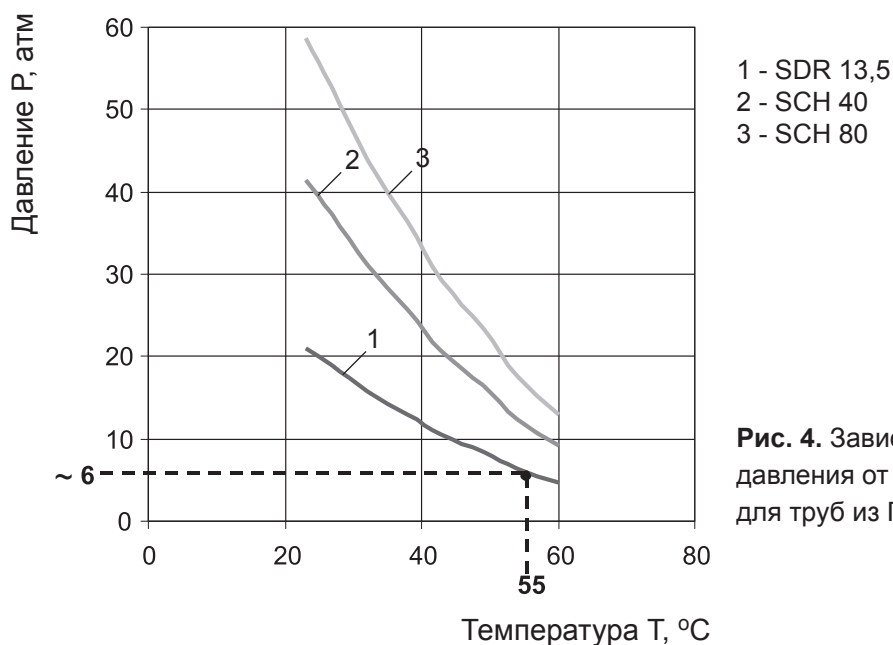
$$\text{SDR} = \text{DH} / e, \quad [1]$$

где: **DH** – наружный диаметр;

**e** – минимальная толщина стенки и это являющаяся постоянной величиной для всех труб стандартных размеров.

Трубы и соединительные элементы изготовленные из ХПВХ предназначены для передачи горячей питьевой воды, а также других жидкостей (приемлемых для ХПВХ), имеющих высокую температуру – до 95°C. Трубы из ХПВХ, как и из ПВХ производятся длиной 3.048 м, диаметром от 1/2” до 6”. Изменение рабочего давления в трубах ПВХ и ХПВХ, в зависимости от температуры воды (другой жидкости), определяется коэффициентом  $K_T$  (таблица 3). Зависимость рабочего давления (P) от температуры воды (T) для 1/2” труб из ПВХ представлена на рис. 4, а из ХПВХ - на рис. 5. Основной сортament труб из ПВХ и ХПВХ представлен в таблице 2.

- Примечания:**
1. Не рекомендуется применять труб из ПВХ и ХПВХ в системах сжатого воздуха и газа.
  2. В случае применения механической нарезки на трубах (только для SCH 80) рабочее давление в них не должно превышать 0,5 рабочего давления в трубах без резьбы (соединяемых методом склеивания).



**Таблица 2**  
Основные размеры и массы труб из ХПВХ и ПВХ

Тип трубы	Условный диаметр в дюймах	Условный диаметр в мм	Максим. давление в кПа (23 <sup>0</sup> С)	Внутренний диаметр в мм	Наружный диаметр в мм	Мин. толщина стенки в мм	Удельный вес ХПВХ кг/п.м.	Удельный вес ПВХ кг/п.м.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SCH 40	1/2"	15	4140	15.26	21.3	2.76	0.268	0.253
SCH 80*			5860	13.34		3.72		0.313
SDR 21			1380	16.74		2.02		0.193
SDR 13.5			2100	17.68		1.57		0.155
CTS (SDR 11)			2760	12.2	15.86	1.73	0.131	
SCH 40	3/4"	20	3300	20.46	26.7	2.86	0.357	0.327
SCH 80*			4760	26.7		3.90		0.417
SDR 21			1380	22.14		2.02		0.194
CTS (SDR 11)			2760	17.9		22.22		2.03
SCH 40	1"	25	3100	26.14	33.4	3.38	0.520	0.491
SCH 80*			4340	23.78		4.54		0.610
SDR 21			1380	28.84		2.02		0.313
CTS (SDR 11)			2760	22.6		28.56		2.59
SCH 40	1 1/4"	32	2550	34.53	42.15	3.56	0.714	0.655
SCH 80*			3590	31.87		4.84		0.848
SDR 21			1380	37.59		2.02		0.402
CTS (SDR 11)			2760	27.9		34.91		3.18
SCH 40	1 1/2"	40	2280	40.37	48.25	3.86	0.848	0.774
SCH 80*			3240	37.49		5.08		1.026
SDR 21			1380	43.17		2.28		0.521
CTS (SDR 11)			2760	33.1		41.26		3.76
SCH 40	2"	50	1930	52.03	60.35	3.90	1.146	1.042
SCH 80*			2760	48.61		5.54		1.429
SDR 21			1380	54.11		2.86		0.804
CTS (SDR 11)			2760	43.2		53.96		4.70
SCH 40	3"	75	1790	77.92	88.9	5.48	2.351	2.158
SCH 80*			2550	72.74		7.62		2.917
SDR 21			1380	79.92		4.24		1.697
CTS (SDR 11)			2760	63.5		81.27		5.08
SCH 40	4"	100	1520	101.56	114.3	6.02	3.349	3.081
SCH 80*			2210	96.16		8.56		4.271
SDR 21			1380	102.76		5.44		2.798
CTS (SDR 11)			2760	82.5		105.08		6.35
SCH 40	5"	125	1310	127.42	141.3	6.54	4.554	4.182
SCH 80*			2000	121.12		9.52		5.982
SDR 21			1380	127.04		6.72		4.286
CTS (SDR 11)			2760	101.6		129.25		7.62
SCH 40	6"	150	1240	153.22	168.3	7.10	5.908	5.432
SCH 80*			1930	145.04		10.96		8.155
SDR 21			1380	151.28		8.02		6.087
CTS (SDR 11)			2760	127.0		160.63		8.54

\*Трубы SCH 80 поставляются только по специальному заказу.

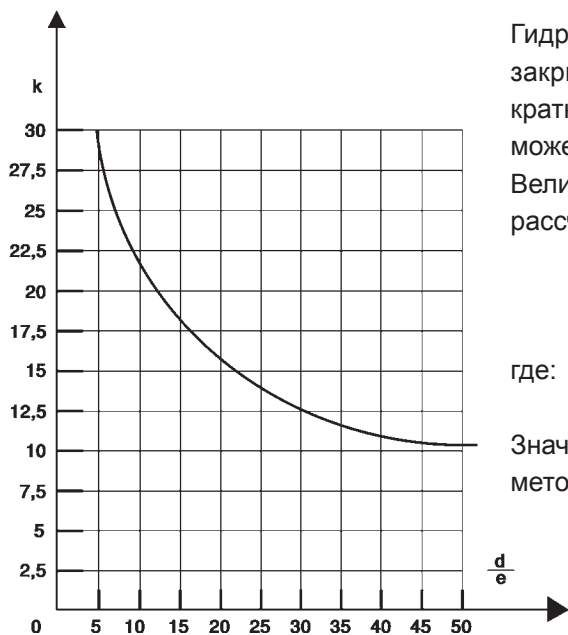
**Таблица 3**

Изменение коэффициента  $K_T$  (влияющего на давление в трубах) и давления в зависимости от температуры воды (теплоносителя)

Температура воды (теплоносителя) °С	$K_T$ для труб из ПВХ	Рабочее давление в кПа * для трубы из ПВХ SCH 40 - 1/2"	$K_T$ для труб из ХПВХ	Рабочее давление в кПа * для трубы из ХПВХ CTS (SDR 11) - 1/2"
23	1,00	4140	1,00	2760
27	0,90	3726	0,96	2649
32	0,75	3105	0,92	2539
38	0,62	2566	0,85	2346
43	0,50	2070	0,77	2125
49	0,40	1656	0,70	1932
54	0,30	1242	0,62	1711
60	0,22	910	0,55	1518
66	-	-	0,47	1297
71	-	-	0,40	1104
77	-	-	0,32	883
82	-	-	0,25	690
93	-	-	0,18	496
99	-	-	0,15	414

\* на основе коэффициента  $K_T$  можно определить рабочее давление для всех труб из ПВХ и ХПВХ представленных в табл. 2.

## 2.2. Гидравлический удар



Гидравлический удар возникает при резком открытии или закрытии вентиля. Возникающий удар характеризуется кратковременным значительным повышением давления и может привести к разрушению элементов трубопроводов. Величину давления ( $P_r$ ) при гидравлическом ударе можно рассчитать по формуле:

$$P_r = 0.023 \cdot k \cdot w \text{ (МПа)}, \quad [2]$$

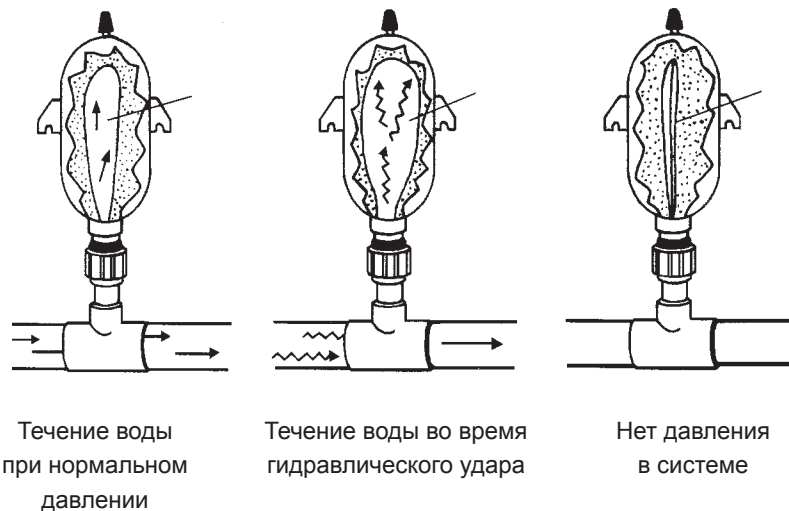
где:  $k$  – коэффициент удара давления,

$w$  – скорость воды (м/с).

Значение коэффициента ( $k$ ) определяется графическим методом (рис. 6).

**Рис. 6.** Зависимость коэффициента удара давления ( $k$ ) от соотношения внутреннего диаметра трубы ( $d$ ) и толщины ( $e$ ) ее стенки.

Чтобы противодействовать гидравлическому удару, *Genova Products* предлагает специальный жидкостный гаситель, в котором энергия удара рассеивается. Благодаря такому техническому решению, сила гидравлического удара уменьшается с 4 МПа (в момент удара в условиях без жидкостного гасителя) до 0.7 МПа. Процесс работы жидкостного гасителя представлен на рисунке 7.



**Рис. 7.** Действие гасителя гидравлических ударов

- А** – жидкостный гаситель гидравлических ударов во время нормального давления воды;
- В** – во время гидравлического удара, мембрана, изготовленная из эластомера, наполняется водой, и поглощает гидравлический удар;
- С** – когда течение воды полностью закрыто, напорная подушка, смонтированная вокруг мембраны, вызывает ее сокращение.

Величину коэффициента (**k**) можно определить по графику (рис. 6), где ось абсцисс представляет собой соотношение внутреннего диаметра трубы (**d**) к толщине ее стенки (**e**). Полное давление в системе (так называемое рабочее давление) вместе с давлением при гидравлическом ударе не должно превышать 150% установленного рабочего давления в системе.

**Пример:** По трубе из ПВХ типа SCH 40 диаметром 2" протекает вода под давлением 1035 КПа, со скоростью 1.5 м/с. Каким будет давление в случае резкого закрытия вентиля?

$$d / e = 52.03 / 3.9 = 13.3$$

При **d / e = 13.3** коэффициент **k = 20**.

На основе формулы [2]:

$$P_r = 0.023 \cdot 20 \cdot 1.5 = 0.69 \text{ МПа} = 690 \text{ КПа}$$

Полное давление в трубе будет равна: **1035 + 690 = 1725 КПа**.

Рабочее давление в трубах из ПВХ диаметром 2" типа SCH 40 составляет 1930 КПа (см. табл.2), значит, данная труба подходит для данных условий работы. С целью избежания возникновения гидравлических ударов следует:

- а) ограничить скорость потока воды в системах до 1.5 м/с;
- б) применять вентили с защитными устройствами, которые предотвращают резкое закрытие или открытие вентиля или другие технические средства, способствующие избегать гидравлических ударов в системах.

Конкретные технические решения по этому вопросу должны определять проектировщики. Особые меры предосторожности, с целью избежания гидравлических ударов в внутренних системах водопроводов, должны быть приняты потребителями, получающими воду непосредственно из городских централизованных водопроводных сетей.

## 2.3. Потери давления в трубопроводах из ПВХ и ХПВХ

Полная потеря расчетного давления ( $\Delta p$ ) на отрезке трубопровода определяются по формуле:

$$\Delta p = \sum^n (L_i \cdot R_i) + \sum(\xi_i \cdot P_{di}), \quad [3]$$

где:  $R_i$  – единичная линейная потеря давления в следствие трения (Па/м);  
 $L_i$  – длина расчетных отрезков трубопровода, на которых возникает сопротивление к трению (м);  
 $\xi_i$  – коэффициент потерь давления в местных сопротивлениях (см. в табл. 12);  
 $P_{di}$  - величина динамического давления потока воды, преодолевающего данное местное сопротивление (Па);  
 $n$  - порядковый номер участка;  
 $m$  - порядковый номер местного сопротивления.

Потери давления в трубопроводах из ПВХ и ХПВХ зависят от многих факторов, в частности от скорости потока, количества и качества соединительных элементов, а также и от качества работ при монтаже систем.

Единичные линейные потери давления можно определить из уравнения Вилиамса-Хазена:

$$R = 3468.85 (100 / c)^{1.852} \cdot Q^{1.852} \cdot (0.04d)^{-4.8655}, \quad [4]$$

где:  $R$  – потери давления в следствие трения (Па/м) ;  
 $d$  – внутренний диаметр трубы (мм) ;  
 $Q$  – расход воды (л/с);  
 $c$  – постоянная шероховатости внутренней поверхности трубы.

Для труб из ПВХ и ХПВХ принимается, что  $c = 150$  (для медных труб  $c = 140$ , для стальных оцинкованных труб американского производства и 5-летнего срока службы, при этом учитывая качество воды в США,  $c = 110$ ). Естественно, что в России, а также и в других странах бывшего Советского Союза, учитывая качество оцинкованных труб и воды, значение ( $c$ ) будет ниже 110.

Практически для определения потерь давления в следствие трения, можно пользоваться таблицами 4-9. Если известен расход воды ( $Q$ ), необходимо пользоваться таблицами 4-6, если трубопровод проектируется на основании рекомендуемой скорости потока воды на отдельных участках трубопровода - необходимо пользоваться таблицами 7-9. Рекомендуемое минимальное давление и расход воды для разных водоразборных устройств приведены в таблице 10 (по стандарту DIN 1988E). Нормативный расход воды и требуемое давление для различных водоразборных устройств и запорной арматуры приведены в таблице 11 (согласно PN-92/B-01706).

**Таблица 4**

Потери давления в трубах из ХПВХ СТС (SDR 11) при заданном расходе Q(л/с)

**R** – потери давления (Па/м); **w** – скорость воды (м/с)

Q (л/с)		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
		15.86 x1.73	22.22 x2.03	28.56 x2.59	34.91 x3.18	41.26 x3.76	53.96 x4.70
0.01	R	11.2	1.73				
	w	0.08	0.04				
0.02	R	40.4	6.2	2.0			
	w	0.17	0.08	0.05			
0.03	R	85.8	13.3	4.3			
	w	0.26	0.12	0.07			
0.04	R	146.1	26.6	7.3			
	w	0.34	0.16	0.10			
0.05	R	221.5	34.3	11.0	3.96		
	w	0.43	0.20	0.12	0.08		
0.06	R	310.5	48.0	15.5	5.5		
	w	0.51	0.24	0.15	0.10		
0.07	R	412.8	63.9	20.6	7.4	3.2	
	w	0.60	0.28	0.17	11	0.8	
0.08	R	528.8	81.9	26.4	9.5	4.1	
	w	0.68	0.32	0.20	0.13	0.09	
0.09	R	653.9	101.2	32.5	11.7	5.1	1.4
	w	0.77	0.36	0.22	0.15	0.10	0.06
0.10	R	796.0	123.8	39.6	14.3	6.2	1.7
	w	0.85	0.40	0.25	0.16	0.12	0.07
0.12	R	1120	173.5	55.8	20.0	8.7	2.4
	w	1.03	0.48	0.30	0.19	0.14	0.08
0.14	R	1489.7	230.7	74.2	26.6	11.6	3.2
	w	1.20	0.56	0.35	0.23	0.16	0.10
0.16	R	1910.5	295.8	95.0	34.1	14.9	4.1
	w	1.37	0.64	0.40	0.26	0.19	0.11
0.18	R	2371.0	367.2	118.0	42.4	18.5	5.0
	w	1.54	0.72	0.45	0.29	0.21	0.12
0.20	R	2882.0	446.4	143.6	51.5	22.4	6.1
	w	1.71	0.8	0.50	0.33	0.23	0.14
0.3	R	6112.0	946.5	304.5	109.2	47.6	13.0
	w	2.56	1.20	0.75	0.49	0.35	0.20
0.4	R	10416.0	1613.0	518.8	186.0	81.0	22.2
	w	3.42	1.59	1.00	0.65	0.46	0.27
0.5	R	15750.0	2438.9	784.5	281.4	122.5	33.5
	w	4.27	1.98	1.25	0.82	0.58	0.34
0.6	R		3416.0	1099.0	394.2	171.6	47.0
	w		2.38	1.50	0.98	0.70	0.41
0.7	R		4543.0	1461.0	524.3	228.2	62.5
	w		2.78	1.75	1.15	0.81	0.48
0.8	R		5820.0	1872.0	671.5	292.4	80.0
	w		3.18	2.0	1.31	0.93	0.55
0.9	R		7246.0	2331.0	836.0	364.0	99.6
	w		3.57	2.25	1.47	1.05	0.61
1.0	R		8805.0	2832.0	1016.0	442.0	121.0
	w		3.97	2.50	1.64	1.16	0.68



Продолжение табл. 4

Q (л/с)		1/2" 15.86 x1.73	3/4" 22.22 x2.03	1" 28.56 x2.59	1 1/4" 34.91 x3.18	1 1/2" 41.26 x3.76	2" 53.96 x4.70
1.2	R			3970.0	1424.0	620.0	169.7
	w			3.0	1.96	1.40	0.82
1.4	R			5282.0	1895.0	825.0	225.8
	w			3.50	2.29	1.63	0.96
1.6	R			6763.0	2426.0	1056.0	289.1
	w			4.0	2.62	1.86	1.09
1.8	R				3017.0	1314.0	359.6
	w				2.94	2.09	1.23
2.0	R				3668.0	1597.0	437.0
	w				3.27	2.33	1.36
2.2	R				4376.0	1905.0	521.0
	w				3.60	2.56	1.50
2.4	R				5141.0	2238.0	612.6
	w				3.92	2.79	1.64
2.6	R					2596.0	710.0
	w					3.02	1.77
2.8	R					2978.0	815.0
	w					3.25	1.91
3.0	R					3384.0	926.0
	w					3.50	2.05
3.2	R					3813.0	1044.0
	w					3.72	2.18
3.4	R					4266.0	1168.0
	w					3.95	2.32
3.6	R						1298.0
	w						2.46
3.8	R						1435.0
	w						2.59
4.0	R						1578.0
	w						2.73
4.2	R						1726.0
	w						2.87
4.4	R						1883.0
	w						3.0
4.6	R						2043.0
	w						3.13
4.8	R						2212.0
	w						3.27
5.0	R						2385.0
	w						3.41

**Таблица 5**

Потери давления в трубах из ХПВХ и ПВХ (SCH 40) при заданном расходе Q (л/с)

**R** – потери давления (Па/м); **w** – скорость воды (м/с)

Q (л/с)		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
		21.3 x2.76	26.70 x2.86	33.4 x3.38	42.15 x3.56	48.25 x3.68	60.35 x3.90	73.0 x5.16	88.9 x5.48	114.3 x6.04	168.3 x7.1
0.01	R	3.8									
	w	0.05									
0.02	R	13.6	3.3								
	w	0.11	0.06								
0.03	R	28.9	6.9	2.1							
	w	0.16	0.09	0.05							
0.04	R	49.2	11.8	3.6							
	w	0.22	0.12	0.07							
0.05	R	74.5	17.9	5.4	1.4						
	w	0.27	0.15	0.09	0.05						
0.06	R	104.5	25.0	7.6	2.0						
	w	0.33	0.18	0.11	0.06						
0.07	R	138.9	33.4	10.1	2.6	1.2					
	w	0.38	0.21	0.13	0.07	0.05					
0.08	R	178.0	42.7	13.0	3.3	1.6					
	w	0.44	0.24	0.15	0.08	0.06					
0.09	R	220.0	52.8	16.0	4.1	1.9					
	w	0.49	0.27	0.17	0.10	0.07					
0.10	R	269.0	64.6	19.6	5.0	2.4					
	w	0.55	0.30	0.19	0.11	0.08					
0.12	R	377.0	90.5	27.5	7.1	3.3	1.2				
	w	0.66	0.36	0.22	0.13	0.09	0.06				
0.14	R	501.0	120.4	36.5	9.4	4.4	1.6				
	w	0.77	0.42	0.26	0.15	0.11	0.07				
0.16	R	643.0	154.4	46.9	12.1	5.7	2.0				
	w	0.87	0.48	0.30	0.17	0.13	0.08				
0.18	R	798.0	192.0	58.2	15.0	7.0	2.5				
	w	0.98	0.55	0.34	0.19	0.14	0.09				
0.20	R	970.0	233.0	70.0	18.2	5.0	3.0	1.0			
	w	1.10	0.61	0.37	0.21	0.15	0.10	0.07			
0.3	R	2057.0	494.0	150.0	38.7	18.1	6.4	2.2	0.7		
	w	1.64	0.91	0.56	0.32	0.23	0.15	0.10	0.06		
0.4	R	3506.0	842.0	256.0	66.0	30.8	10.8	3.8	1.2		
	w	2.19	1.22	0.75	0.43	0.31	0.20	0.13	0.08		
0.5	R	5301.0	1273.0	386.0	99.7	46.6	16.4	5.7	1.9	0.50	
	w	2.74	1.52	0.93	0.53	0.39	0.25	0.16	0.10	0.06	
0.6	R	7426.0	1783.0	541.0	139.7	65.3	23.0	8.0	2.7	0.70	
	w	3.28	1.82	1.12	0.64	0.47	0.30	0.20	0.12	0.075	
0.7	R	9875.0	2370.0	720.0	186.0	86.8	30.6	10.7	3.5	0.92	
	w	3.83	2.13	1.30	0.75	0.55	0.36	0.23	0.14	0.085	
0.8	R	12650.0	3037.0	922.0	220.0	103.0	39.2	13.7	4.5	1.18	
	w	4.38	2.43	1.49	0.85	0.62	0.41	0.26	0.17	0.010	
0.9	R		3782.0	1148.0	296.0	139.0	48.8	17.0	5.6	1.47	
	w		2.74	1.68	0.96	0.70	0.46	0.30	0.19	0.11	
1.0	R		4595.0	1395.0	360.0	168.0	59.3	20.7	6.9	1.78	
	w		3.04	1.86	1.07	0.78	0.51	0.33	0.21	0.12	
1.2	R		6442.0	1956.0	505.0	236.0	83.1	29.0	9.6	2.50	0.34
	w		3.65	2.23	1.28	0.94	0.61	0.40	0.25	0.15	0.065
1.4	R		8569.0	2602.0	671.0	314.0	111.0	38.7	12.8	3.33	0.45
	w		4.26	2.61	1.49	1.09	0.71	0.46	0.29	0.17	0.07
1.6	R			3331.0	860.0	402.0	142.0	49.5	16.4	4.26	0.60
	w			2.98	1.71	1.25	0.81	0.53	0.34	0.20	0.09
1.8	R			4143.0	1069.0	500.0	176.0	61.6	20.4	5.30	0.72
	w			3.35	1.92	1.40	0.92	0.59	0.38	0.22	0.10

Продолжение табл. 5

Q		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
(л/с)		21.3 x2.76	26.70 x2.86	33.4 x3.38	42.15 x3.56	48.25 x3.68	60.35 x3.90	73.0 x5.16	88.9 x5.48	114.3 x6.04	168.3 x7.1
2.0	R			5036.0	1300.0	608.0	214.0	74.8	24.8	6.44	0.87
	w			3.73	2.14	1.56	1.02	0.66	0.42	0.25	0.11
2.2	R			6008.0	1550.0	725.0	255.0	89.3	29.5	7.69	1.04
	w			4.10	2.35	1.72	1.12	0.73	0.46	0.27	0.12
2.4	R			7059.0	1822.0	852.0	300.0	105.0	34.7	9.03	1.22
	w			4.47	2.56	1.87	1.22	0.79	0.50	0.30	0.13
2.6	R				2112.0	988.0	348.0	122.0	40.0	10.48	1.42
	w				2.78	2.03	1.32	0.86	0.55	0.32	0.14
2.8	R				2424.0	1072.0	399.0	140.0	46.2	12.00	1.63
	w				2.99	2.19	1.43	0.92	0.59	0.35	0.15
3.0	R				2754.0	1287.0	453.0	159.0	52.5	13.65	1.85
	w				3.20	2.34	1.53	0.99	0.63	0.37	0.16
3.2	R				3104.0	1451.0	511.0	179.0	59.1	15.39	2.08
	w				3.42	2.50	1.63	1.05	0.67	0.40	0.17
3.4	R				3472.0	1623.0	572.0	200.0	66.2	17.22	2.33
	w				3.63	2.66	1.73	1.12	0.71	0.42	0.18
3.6	R				3859.0	1804.0	653.0	222.0	73.5	19.14	2.59
	w				3.85	2.81	1.83	1.19	0.75	0.44	0.2
3.8	R				4266.0	1994.0	702.0	246.0	81.3	21.15	2.86
	w				4.06	2.97	1.94	1.25	0.80	0.47	0.21
4.0	R				4691.0	2193.0	772.0	270.0	89.4	23.26	3.15
	w				4.27	3.13	2.04	1.32	0.84	0.49	0.22
4.2	R				5134.0	2400.0	845.0	296.0	97.8	25.46	3.45
	w				4.48	3.28	2.14	1.39	0.88	0.52	0.23
4.4	R					2617.0	922.0	322.0	107.0	27.75	3.76
	w					3.44	2.24	1.45	0.92	0.55	0.24
4.6	R					2841.0	1000.0	350.0	116.0	30.13	4.08
	w					3.60	2.34	1.52	0.97	0.57	0.25
4.8	R					3075.0	1083.0	379.0	125.0	32.60	4.41
	w					3.75	2.44	1.58	1.00	0.59	0.26
5.0	R					3316.0	1168.0	408.0	135.0	35.16	4.76
	w					3.91	2.55	1.65	1.05	0.62	0.27
5.2	R					3565.0	1257.0	439.0	145.0	37.82	5.12
	w					4.06	2.65	1.72	1.10	0.64	0.28
5.4	R					3824.1	1347.0	471.0	156.0	40.55	5.50
	w					4.22	2.75	1.78	1.13	0.67	0.29
5.6	R					4090.0	1440.0	504.0	167.0	43.38	5.87
	w					4.38	2.85	1.85	1.17	0.69	0.30
5.8	R					4364.0	1537.0	538.0	178.0	46.29	6.27
	w					4.54	2.95	1.91	1.22	0.72	0.31
6.0	R						1630.0	572.0	189.0	49.30	6.67
	w						3.05	1.98	1.26	0.74	0.33
6.2	R						1739.0	608.0	201.0	52.38	7.10
	w						3.16	2.04	1.30	0.765	0.34
6.4	R						1844.0	645.0	213.0	55.55	7.52
	w						3.26	2.11	1.35	0.79	0.35
6.6	R									58.80	7.96
	w									0.81	0.36
6.8	R									62.15	8.41
	w									0.84	0.37
7.0	R									65.58	8.88
	w									0.86	0.38
7.2	R									69.10	9.35
	w									0.89	0.39
7.4	R									72.68	9.84
	w									0.91	0.40

Продолжение табл. 5

Q		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
(л/с)		21.3 x2.76	26.70 x2.86	33.4 x3.38	42.15 x3.56	48.25 x3.68	60.35 x3.90	73.0 x5.16	88.9 x5.48	114.3 x6.04	168.3 x7.1
7.6	R									76.37	10.34
	w									0.94	0.41
7.8	R									80.13	10.85
	w									0.96	0.42
8.0	R									84.00	11.37
	w									0.99	0.43
8.2	R									87.90	11.90
	w									1.01	0.44
8.4	R									91.92	12.44
	w									1.04	0.46
8.6	R									96.00	13.00
	w									1.06	0.47
8.8	R									101.88	13.56
	w									1.09	0.48
9.0	R									104.45	14.14
	w									1.11	0.49
9.2	R									108.79	14.72
	w									1.14	0.50
9.4	R									113.21	15.52
	w									1.16	0.51
9.6	R									117.71	15.93
	w									1.19	0.52
9.8	R									122.30	16.55
	w									1.21	0.53
10	R									127.00	17.18
	w									1.23	0.54
10.5	R									139.00	18.81
	w									1.30	0.57
11	R									151.50	20.50
	w									1.36	0.60
11.5	R									164.50	22.26
	w									1.42	0.53
12	R									178.00	24.10
	w									1.48	0.65
13	R									206.40	27.93
	w									1.60	0.71
14	R									237.00	32.00
	w									1.73	0.76
15	R									269.00	36.41
	w									1.85	0.81
16	R									303.20	41.00
	w									1.98	0.87
17	R										45.90
	w										0.92
18	R										51.03
	w										0.98
19	R										56.40
	w										1.03
20	R										62.00
	w										1.09
22	R										74.00
	w										1.19
24	R										87.00
	w										1.30
26	R										100.84
	w										1.41
28	R										115.67
	w										1.52

**Таблица 6**

Потери давления в трубах из ХПВХ и ПВХ (SCH) при заданном расходе Q (л/с)

**R** – потери давления (Па/м); **w** – скорость воды (м/с)

Q (л/с)		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
		21.3 x3.72	26.70 x3.90	33.4 x4.54	42.15 x4.84	48.25 x5.06	60.35 x5.54	73.0 x7.0	88.9 x7.62	114.3 x8.56
0.01	R	7.2								
	w	0.07								
0.02	R	26.1	5.5							
	w	0.14	0.08							
0.03	R	55.6	11.7	3.3						
	w	0.21	0.11	0.06						
0.04	R	94.6	19.9	5.7	1.4					
	w	0.29	0.15	0.08	0.05					
0.05	R	143.4	30.2	8.6	2.1					
	w	0.36	0.19	0.10	0.06					
0.06	R	201.0	42.3	12.1	2.9	1.3				
	w	0.43	0.23	0.12	0.08	0.05				
0.07	R	267.3	56.2	16.1	3.9	1.8				
	w	0.50	0.26	0.15	0.09	0.06				
0.08	R	342.4	72.0	20.6	4.9	2.2				
	w	0.57	0.30	0.17	0.10	0.07				
0.09	R	423.4	89.0	25.4	6.1	2.8				
	w	0.64	0.34	0.19	0.12	0.08				
0.10	R	517.6	108.8	31.1	7.5	3.4	0.9			
	w	0.71	0.38	0.21	0.13	0.09	0.05			
0.12	R	725.0	152.5	43.6	10.5	4.8	1.3			
	w	0.86	0.45	0.25	0.15	0.11	0.06			
0.14	R	965.0	202.8	57.9	13.9	6.3	1.8			
	w	1.0	0.53	0.29	0.18	0.13	0.07			
0.16	R	1237.0	260.0	74.3	17.9	8.1	2.3			
	w	1.15	0.60	0.33	0.20	0.15	0.09			
0.18	R	1535.0	322.8	92.2	22.2	10.1	2.8	1.2		
	w	1.29	0.68	0.37	0.23	0.16	0.10	0.07		
0.20	R	1867.0	392.5	112.1	27.0	12.2	3.5	1.4		
	w	1.43	0.75	0.42	0.25	0.18	0.11	0.08		
0.3	R	3958.0	832.0	237.7	57.2	25.9	7.3	3.1	1.0	
	w	2.15	1.13	0.62	0.38	0.27	0.16	0.11	0.07	
0.4	R	6745.0	1418.0	405.0	97.4	44.2	12.5	5.2	1.8	
	w	2.86	1.51	0.83	0.50	0.36	0.22	0.15	0.10	
0.5	R	10198.0	2144.0	612.0	147.3	66.8	18.9	7.9	2.7	0.64
	w	3.58	1.88	1.04	0.63	0.45	0.27	0.19	0.12	0.07
0.6	R	14285.0	3004.0	858.0	206.3	93.6	26.5	11.0	3.7	0.90
	w	4.30	2.26	1.25	0.75	0.54	0.32	0.22	0.14	0.08
0.7	R		3994.0	1141.0	274.4	124.5	35.2	14.7	4.9	1.20
	w		2.64	1.46	0.88	0.63	0.38	0.26	0.17	0.096
0.8	R		5117.0	1461.0	351.5	159.5	45.1	18.8	6.3	1.50
	w		3.02	1.66	1.00	0.72	0.43	0.30	0.19	0.11
0.9	R		6371.0	1820.0	437.7	198.5	56.1	23.5	7.9	1.91
	w		3.39	1.87	1.13	0.82	0.48	0.34	0.22	0.12
1.0	R		7741.0	2211.0	531.8	241.3	68.2	28.5	9.6	2.32
	w		3.77	2.08	1.25	0.91	0.54	0.38	0.24	0.14
1.2	R		10853.0	3100.0	746.0	338.3	95.6	40.0	13.4	3.25
	w		4.52	2.50	1.50	1.09	0.65	0.45	0.29	0.165
1.4	R			4124.0	992.0	450.0	127.2	53.2	17.9	4.33
	w			2.91	1.76	1.27	0.75	0.53	0.34	0.19

Продолжение табл. 6

Q		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
(л/с)		21.3 x3.72	26.70 x3.90	33.4 x4.54	42.15 x4.84	48.25 x5.06	60.35 x5.54	73.0 x7.0	88.9 x7.62	114.3 x8.56
1.6	R			5280.0	1270.0	576.0	162.8	68.1	22.9	5.54
	w			3.33	2.00	1.45	0.86	0.60	0.39	0.22
1.8	R			6567.0	1579.0	717.0	202.5	84.6	28.5	6.89
	w			3.74	2.26	1.63	0.97	0.68	0.43	0.25
2.0	R			7982.0	1920.0	871.0	246.2	102.9	34.6	8.38
	w			4.16	2.51	1.81	1.08	0.75	0.48	0.28
2.2	R				2290.0	1039.0	293.7	122.7	41.3	9.99
	w				2.76	1.99	1.19	0.83	0.53	0.30
2.4	R				2691.0	1221.0	345.0	144.2	48.5	11.74
	w				3.01	2.18	1.29	0.90	0.58	0.33
2.6	R				3121.0	1416.0	400.0	167.2	56.3	13.62
	w				3.26	2.36	1.40	0.98	0.63	0.36
3.2	R				4585.0	2080.0	588.0	245.7	82.7	20.00
	w				4.01	2.90	1.73	1.21	0.77	0.44
3.4	R				5129.0	2327.0	658.0	274.9	92.5	22.38
	w				4.26	3.08	1.83	1.28	0.82	0.47
3.6	R					2587.0	731.0	305.5	102.8	24.87
	w					3.26	1.94	1.36	0.87	0.50
3.8	R					2859.0	808.0	337.8	113.6	27.50
	w					3.44	2.05	1.43	0.91	0.52
4.0	R					3144.0	889.0	371.4	124.9	30.23
	w					3.63	2.16	1.51	0.96	0.55
4.2	R					3441.0	972.0	406.4	136.8	33.09
	w					3.81	2.26	1.58	1.01	0.58
4.4	R					3752.0	1060.0	443.0	149.1	36.07
	w					3.99	2.37	1.66	1.06	0.61
4.6	R					4073.0	1151.0	481.0	161.9	39.17
	w					4.17	2.48	1.73	1.11	0.63
4.8	R					4409.0	1246.0	521.0	175.2	42.38
	w					4.35	2.59	1.81	1.16	0.66
5.0	R						1343.0	561.0	188.9	45.71
	w						2.69	1.88	1.20	0.69
5.2	R						1444.0	604.0	203.1	49.15
	w						2.80	1.96	1.25	0.72
5.4	R						1549.0	648.0	217.9	52.71
	w						2.91	2.03	1.30	0.74
5.6	R						1657.0	692.0	233.0	56.38
	w						3.02	2.11	1.35	0.77
5.8	R						1768.0	739.0	248.7	60.17
	w						3.13	2.18	1.40	0.80
6.0	R						1883.0	787.0	264.8	64.06
	w						3.23	2.26	1.44	0.83
6.2	R						2001.0	836.0	281.4	68.08
	w						3.34	2.33	1.49	0.85
6.4	R						2122.0	887.0	298.0	72.20
	w						3.45	2.41	1.54	0.88

**Таблица 7**

Потери давления в трубах из ХПВХ СТС (SDR 11) для данной скорости воды  $w$  (м/с)

**R** - потери давления (Па/м); **Q** – расход воды (л/с)

<b>w</b> (м/с)		<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>
		15.86 x1.73	22.22 x2.03	28.56 x2.59	34.91 x3.18	41.26 x3.76	53.96 x4.70
0.1	R	13.4	9	7	6	5	4
	Q	0.011	0.025	0.040	0.061	0.086	0.147
0.2	R	52.6	34	26	21	17	12
	Q	0.023	0.050	0.080	0.122	0.172	0.293
0.3	R	114.4	73	56	44	36	26
	Q	0.035	0.075	0.120	0.183	0.258	0.439
0.4	R	189.8	124	95	75	61	45
	Q	0.046	0.100	0.160	0.244	0.344	0.586
0.5	R	291.5	190	144	113	93	68
	Q	0.058	0.126	0.200	0.306	0.430	0.732
0.6	R	413.0	226	203	159	130	95
	Q	0.070	0.151	0.241	0.367	0.516	0.879
0.7	R	541.0	353	270	211	173	127
	Q	0.081	0.176	0.281	0.428	0.602	1.026
0.8	R	699.0	447	345	270	221	162
	Q	0.093	0.200	0.321	0.489	0.688	1.172
0.9	R	875.1	560	429	336	275	202
	Q	0.105	0.226	0.361	0.550	0.774	1.319
1.0	R	1069	706	521	408	335	246
	Q	0.117	0.256	0.401	0.611	0.860	1.465
1.1	R	1263	812	622	487	399	293
	Q	0.128	0.276	0.441	0.672	0.946	1.611
1.2	R	1491	959	730	572	469	344
	Q	0.140	0.302	0.481	0.733	1.032	1.758
1.3	R	1736	1111	847	663	544	399
	Q	0.152	0.327	0.521	0.794	1.118	1.904
1.4	R	1999	1273	971	760	624	458
	Q	0.164	0.352	0.561	0.855	1.204	2.051
1.5	R	2254	1446	1103	864	709	520
	Q	0.175	0.377	0.601	0.916	1.290	2.197
1.6	R	2548	1628	1243	975	799	586
	Q	0.187	0.402	0.641	0.978	1.376	2.344
1.7	R	2860	1821	1394	1091	894	656
	Q	0.199	0.427	0.682	1.039	1.462	2.490
1.8	R	3159	2032	1549	1212	994	729
	Q	0.210	0.453	0.722	1.100	1.548	2.637
1.9	R	3502	2244	1712	1340	1098	806
	Q	0.222	0.478	0.762	1.161	1.634	2.783
2.0	R	3860	2466	1882	1473	1208	886
	Q	0.234	0.503	0.802	1.222	1.720	2.930
2.1	R	4203	2698	2059	1612	1322	970
	Q	0.245	0.528	0.843	1.283	1.806	3.076
2.2	R	4592	2939	2244	1757	1441	1058
	Q	0.257	0.553	0.882	1.344	1.892	3.223
2.3	R	4997	3190	2437	1910	1565	1149
	Q	0.269	0.578	0.922	1.406	1.978	3.370
2.4	R	5382	3461	2636	2066	1693	1243
	Q	0.280	0.604	0.962	1.467	2.064	3.516
2.5	R	5817	3731	2842	2228	1826	1340
	Q	0.292	0.629	1.002	1.528	2.150	3.663

Продолжение табл. 7

w (м/с)		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
		15.86 x1.73	22.22 x2.03	28.56 x2.59	34.91 x3.18	41.26 x3.76	53.96 x4.70
2.6	R	6268	4010	3056	2393	1963	1441
	Q	0.304	0.654	1.042	1.588	2.236	3.809
2.7	R	6694	4300	3277	2568	2105	1546
	Q	0.315	0.679	1.082	1.650	2.322	3.956
2.8	R	7174	4597	3505	2747	2252	1653
	Q	0.327	0.704	1.122	1.711	2.408	4.102
2.9	R	7669	4903	3746	2931	2403	1764
	Q	0.339	0.729	1.163	1.772	2.494	4.248
3.0	R	8136	5232	3988	3121	2559	1878
	Q	0.350	0.755	1.203	1.833	2.580	4.395
3.1	R	8660	5544	4237	3316	2719	1996
	Q	0.362	0.779	1.243	1.894	2.666	4.542
3.2	R	9200	5892	4493	3516	2884	2117
	Q	0.374	0.805	1.283	1.955	2.752	4.688
3.3	R	9707	6235	4757	3726	3053	2242
	Q	0.385	0.830	1.323	2.017	2.838	4.835
3.4	R	10275	6588	5026	3937	3227	2368
	Q	0.397	0.855	1.363	2.078	2.924	4.981
3.5	R	10857	6949	5302	4154	3405	2500
	Q	0.409	0.880	1.403	2.139	3.010	5.128
3.6	R	11404	7390	5585	4376	3587	2632
	Q	0.420	0.905	1.443	2.200	3.096	5.274
3.7	R	12015	7713	5876	4603	3774	2770
	Q	0.432	0.931	1.483	2.261	3.182	5.421
3.8	R	12640	8100	6172	4836	3965	2910
	Q	0.444	0.956	1.523	2.322	3.268	5.567
3.9	R	13280	8498	6476	5074	4160	3054
	Q	0.456	0.981	1.563	2.383	3.354	5.714
4.0	R	13880	8805	6794	5317	4369	3200
	Q	0.467	1.006	1.604	2.444	3.444	5.860
4.1	R	14547	9317	7111	5569	4564	3350
	Q	0.479	1.031	1.644	2.506	3.526	6.007
4.2	R	15172	9326	7435	5823	4772	3503
	Q	0.490	1.056	1.684	2.567	3.612	6.153
4.3	R	15868	10171	7765	6082	4985	3659
	Q	0.502	1.081	1.724	2.628	3.698	6.300
4.4	R	16577	10629	8102	6346	5202	3818
	Q	0.514	1.107	1.764	2.689	3.784	6.446
4.5	R	17362	11078	8446	6615	5423	3980
	Q	0.527	1.132	1.804	2.750	3.870	6.592
4.6	R	17977	11591	8796	6889	5648	4146
	Q	0.537	1.160	1.844	2.811	3.956	6.739
4.7	R	18728	12000	9153	7169	5877	4315
	Q	0.549	1.182	1.884	2.872	4.042	6.886
4.8	R	19493	12475	9516	7453	6112	4486
	Q	0.561	1.207	1.924	2.933	4.128	7.032
4.9	R	20207	12958	9885	7743	6349	4661
	Q	0.572	1.232	1.964	2.994	4.214	7.179
5.0	R	21000	13469	10261	8043	6591	4838
	Q	0.584	1.258	2.004	3.056	4.300	7.325



Таблица 8

Потери давления в трубах из ХПВХ и ПВХ (SCH 40) для данной скорости воды w (м/с)

R - потери давления (Па/м); Q – расход воды (л/с)

w		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
(м/с)		21,3 x2.76	26,70 x2.86	33,4 x3.38	42,15 x3.56	48,25 x3.68	60,35 x3.90	73,0 x5.16	88,9 x5.48	114,3 x6.02	168,3 x7.1
0.1	R	11	8	6	5	4	3	2	2	1.21	0.75
	Q	0.018	0.033	0.054	0.094	0.128	0.196	0.303	0.477	0.81	1.84
0.2	R	43	30	22	16	13	11	8	6	4.36	2.71
	Q	0.037	0.066	0.107	0.187	0.256	0.393	0.605	0.953	1.62	3.69
0.3	R	89	62	47	34	29	22	17	13	9.24	5.17
	Q	0.055	0.098	0.161	0.281	0.384	0.589	0.908	1.430	2.43	5.23
0.4	R	150	107	81	58	49	38	30	23	15.75	9.76
	Q	0.073	0.131	0.215	0.374	0.512	0.786	1.210	1.906	3.24	7.37
0.5	R	226	161	122	88	74	57	45	34	23.80	14.78
	Q	0.91	0.164	0.268	0.468	0.640	0.982	1.513	2.383	4.05	9.22
0.6	R	321	227	171	124	103	80	63	48	33.36	20.71
	Q	0.110	0.197	0.322	0.562	0.768	1.179	1.815	2.860	4.86	11.06
0.7	R	425	302	227	164	137	107	83	64	44.40	27.54
	Q	0.128	0.230	0.375	0.655	0.896	1.375	2.118	3.336	5.67	12.90
0.8	R	542	387	291	211	176	137	107	82	56.84	35.25
	Q	0.146	0.263	0.429	0.749	1.023	1.572	2.420	3.813	6.48	14.74
0.9	R	673	482	362	262	218	170	133	102	70.70	43.88
	Q	0.164	0.296	0.483	0.842	1.151	1.768	2.723	4.290	7.29	16.59
1.0	R	824	586	440	318	265	207	161	124	85.93	53.32
	Q	0.183	0.329	0.536	0.936	1.279	1.965	3.025	4.766	8.10	18.43
1.1	R	980	696	525	380	317	247	192	148	102.52	63.30
	Q	0.201	0.361	0.590	1.030	1.407	2.161	3.328	5.243	8.91	20.27
1.2	R	1149	819	617	446	373	290	226	173	121.14	74.75
	Q	0.219	0.394	0.644	1.123	1.536	2.358	3.630	5.719	9.72	22.12
1.3	R	1341	950	715	518	432	337	262	201	139.70	86.68
	Q	0.238	0.427	0.697	1.217	1.663	2.554	3.933	6.196	10.53	23.96
1.4	R	1535	1091	821	594	495	386	300	231	106.24	99.41
	Q	0.256	0.460	0.751	1.310	1.791	2.751	4.235	6.673	11.34	25.80
1.5	R	1740	1235	933	675	563	439	341	262	182.10	113
	Q	0.274	0.492	0.805	1.404	1.919	2.947	4.538	7.149	12.15	27.65
1.6	R	1958	1398	1050	761	634	495	385	295	205.20	127.33
	Q	0.292	0.526	0.858	1.498	2.047	3.144	4.840	7.626	12.96	29.49
1.7	R	2200	1555	1176	851	710	553	430	329	229.60	142.20
	Q	0.311	0.557	0.912	1.591	2.175	3.340	5.143	8.102	13.77	31.30
1.8	R	2442	1735	1306	946	789	615	478	367	255.20	158.30
	Q	0.329	0.591	0.965	1.685	2.303	3.537	5.446	8.579	14.58	33.17
1.9	R	2695	1918	1444	1045	872	680	529	406	282.10	175.05
	Q	0.347	0.624	1.019	1.778	2.431	3.733	5.748	9.056	15.39	35.02
2.0	R	2975	2111	1589	1150	959	748	581	446	310.20	192.47
	Q	0.366	0.657	1.073	1.872	2.559	3.930	6.051	9.532	16.20	36.86
2.1	R	3252	2311	1738	1259	1049	818	636	488		
	Q	0.384	0.690	1.126	1.966	2.686	4.126	6.356	10.000		
2.2	R	3539	2520	1895	1371	1143	892	694	533	370.10	229.66
	Q	0.402	0.723	1.180	2.059	2.814	4.323	6.656	10.485	17.82	40.55
2.3	R	3838	2737	2059	1490	1242	968	753	578		
	Q	0.420	0.756	1.234	2.153	2.942	4.519	6.958	10.962		
2.4	R	4166	2963	2226	1570	1344	1048	815	626	434.80	269.75
	Q	0.439	0.789	1.287	2.246	3.070	4.716	7.261	11.439	19.44	44.23

Продолжение табл. 8

w		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"
(M/C)		21,3 x2.76	26,70 x2.86	33,4 x3.38	42,15 x3.56	48,25 x3.68	60,35 x3.90	73,0 x5.16	88,9 x5.48	114,3 x6.02	168,3 x7.1
2.5	R	4488	3196	2402	1738	1449	1130	879	675		
	Q	0.457	0.822	1.341	2.340	3.198	4.912	7.563	11.915		
2.6	R	4821	3430	2584	1870	1558	1215	945	726	504.30	312.91
	Q	0.475	0.854	1.395	2.434	3.326	5.108	7.866	12.392	21.06	47.92
2.7	R	5184	3680	2769	2004	1671	1299	1014	778		
	Q	0.494	0.887	1.448	2.527	3.454	5.305	8.168	12.868		
2.8	R	5540	3937	2963	2144	1788	1394	1084	833	578.5	358.86
	Q	0.512	0.920	1.502	2.621	3.582	5.501	8.471	13.345	22.68	51.60
2.9	R	5906	4203	3164	2287	1908	1487	1157	888		
	Q	0.530	0.953	1.556	2.714	3.710	5.698	8.773	13.821		
3.0	R	6282	4476	3366	2436	2032	1584	1232	946	657.30	407.83
	Q	0.548	0.986	1.609	2.808	3.838	5.894	9.076	14.298	24.30	55.29
3.1	R	6692	4758	3578	2590	2159	1683	1309	1005		
	Q	0.567	1.019	1.663	2.902	3.966	6.091	9.378	14.775		
3.2	R	7091	5047	3792	2745	2290	1785	1388	1066		
	Q	0.585	1.052	1.716	2.995	4.094	6.287	9.681	15.252		
3.3	R	7500	5335	4016	2907	2424	1890	1470	1129		
	Q	0.603	1.084	1.770	3.089	4.222	6.484	9.983	15.728		
3.4	R	7943	5640	4246	3071	2562	1997	1553	1193		
	Q	0.622	1.117	1.824	3.182	4.350	6.680	10.286	16.205		
3.5	R	8374	5952	4477	3241	2703	2107	1639	1259		
	Q	0.640	1.150	1.877	3.276	4.478	6.877	10.588	16.681		
3.6	R	8816	6273	4719	3416	2847	2220	1727	1326		
	Q	0.658	1.183	1.931	3.370	4.605	7.073	10.891	17.159		
3.7	R	9268	6600	4966	3592	2995	2336	1817	1395		
	Q	0.676	1.216	1.985	3.463	4.733	7.270	11.194	17.635		
3.8	R	9756	6936	5215	3775	3147	2454	1909	1466		
	Q	0.695	1.249	2.038	3.557	4.861	7.466	11.496	18.111		
3.9	R	10229	7279	5473	3960	3302	2575	2003	1538		
	Q	0.713	1.282	2.092	3.650	4.989	7.663	11.799	18.588		
4.0	R	10712	7619	5738	4151	3461	2699	2099	1612		
	Q	0.731	1.314	2.146	3.744	5.117	7.860	12.101	19.064		
4.1	R	11206	7977	6003	4344	3623	2825	2197	1687		
	Q	0.749	1.347	2.199	3.837	5.245	8.056	12.404	19.541		
4.2	R	11738	8343	6279	4543	3788	2953	2707	1764		
	Q	0.768	1.380	2.253	3.931	5.373	8.252	13.883	20.017		
4.3	R	12253	8716	6560	4746	3956	3072	2400	1843		
	Q	0.786	1.413	2.307	4.025	5.500	8.449	13.010	20.494		
4.4	R	12777	9097	6842	5108	4129	3219	2504	1923		
	Q	0.804	1.446	2.360	4.118	5.629	8.645	13.311	20.971		
4.5	R	13342	9485	7135	5162	4305	3356	2611	2005		
	Q	0.823	1.479	2.414	4.212	5.757	8.842	13.614	21.447		
4.6	R	13888	9881	7428	5378	4484	3495	2719	2088		
	Q	0.841	1.512	2.467	4.306	5.885	9.038	13.916	21.924		
4.7	R	14443	10272	7732	5597	4666	3638	2830	2173		
	Q	0.859	1.544	2.521	4.400	6.013	9.235	14.220	22.400		
4.8	R	15009	10682	8041	5818	4852	3782	2942	2259		
	Q	0.877	1.577	2.575	4.493	6.141	9.431	14.521	22.877		
4.9	R	15584	11100	8351	6043	5041	3930	3057	2347		
	Q	0.895	1.610	2.628	4.586	6.269	9.628	14.824	23.354		
5.0	R	16202	11525	8671	6275	5233	4079	3173	2437		
	Q	0.914	1.643	2.682	4.680	6.397	9.824	15.127	23.831		

**Таблица 9**

Потери давления в трубах из ХПВХ и ПВХ (SCH 80) для данной скорости воды  $w$  (м/с)

**R** - потери давления (Па/м); **Q** – расход воды (л/с)

<b>w</b>		<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/4"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>2 1/2"</b>	<b>3"</b>	<b>4"</b>
		21.3 x3.72	26.70 x3.90	33.4 x4.54	42.15 x4.84	48.25 x5.06	60.35 x5.54	73.0 x7.0	88.9 x7.62	114.3 x8.56
0.1	R	14	10	7	5	4	3	2	2	1.28
	Q	0.014	0.027	0.044	0.079	0.110	0.185	0.266	0.415	0.726
0.2	R	49	34	25	18	15	11	9	7	4.63
	Q	0.028	0.053	0.088	0.159	0.221	0.371	0.531	0.831	1.45
0.3	R	104	70	53	38	31	23	19	14	9.81
	Q	0.042	0.079	0.133	0.239	0.331	0.556	0.797	1.246	2.18
0.4	R	177	121	90	64	53	39	32	25	16.71
	Q	0.056	0.106	0.178	0.320	0.441	0.742	1.062	1.661	2.90
0.5	R	260	185	136	97	80	59	48	37	25.26
	Q	0.069	0.133	0.222	0.398	0.552	0.927	1.328	2.077	3.63
0.6	R	375	257	190	136	112	83	68	52	35.41
	Q	0.084	0.159	0.266	0.478	0.662	1.113	1.593	2.492	4.36
0.7	R	499	344	254	181	149	111	90	69	47.10
	Q	0.098	0.186	0.311	0.558	0.772	1.298	1.859	2.907	5.08
0.8	R	639	438	325	232	192	142	115	89	60.32
	Q	0.112	0.212	0.355	0.639	0.883	1.484	2.124	3.323	5.81
0.9	R	794	546	405	288	238	176	143	110	75.00
	Q	0.126	0.239	0.400	0.718	0.993	1.669	2.390	3.738	6.53
1.0	R	965	662	492	349	289	214	174	134	91.20
	Q	0.140	0.265	0.444	0.797	1.103	1.855	2.655	4.154	7.26
1.1	R	1152	792	586	417	346	255	207	160	108.80
	Q	0.154	0.292	0.488	0.877	1.214	2.040	2.921	4.569	7.99
1.2	R	1338	927	689	491	406	300	244	188	127.80
	Q	0.167	0.318	0.533	0.958	1.324	2.226	3.186	4.984	8.70
1.3	R	1569	1079	799	568	470	348	283	218	148.25
	Q	0.182	0.345	0.577	1.036	1.434	2.411	3.452	5.400	9.43
1.4	R	1800	1234	915	652	540	399	324	250	170.05
	Q	0.196	0.371	0.621	1.116	1.545	2.597	3.717	5.815	10.16
1.5	R	2045	1405	1042	741	613	454	368	284	193.00
	Q	0.210	0.398	0.666	1.196	1.655	2.782	3.983	6.230	10.89
1.6	R	2305	1580	1173	835	691	511	415	320	217.80
	Q	0.224	0.424	0.710	1.276	1.765	2.968	4.248	6.646	11.62
1.7	R	2559	1771	1314	933	774	572	465	358	243.63
	Q	0.237	0.451	0.755	1.355	1.876	3.153	4.514	7.061	12.34
1.8	R	2846	1965	1459	1038	860	636	517	398	270.80
	Q	0.251	0.477	0.799	1.435	1.986	3.339	4.780	7.476	13.07
1.9	R	3147	2176	1611	1148	950	703	571	440	299.00
	Q	0.265	0.504	0.843	1.515	2.096	3.524	5.045	7.892	13.80
2.0	R	3462	2389	1774	1263	1045	773	628	484	329.19
	Q	0.279	0.530	0.888	1.595	2.207	3.710	5.311	8.307	14.52
2.1	R	3790	2619	1941	1381	1144	846	687	529	360.32
	Q	0.293	0.557	0.932	1.674	2.317	3.895	5.576	8.722	15.25
2.2	R	4133	2850	2118	1506	1247	922	749	577	392.74
	Q	0.307	0.583	0.977	1.754	2.427	4.081	5.842	9.138	15.97
2.3	R	4488	3099	2298	1635	1354	1001	813	627	426.00
	Q	0.321	0.610	1.021	1.834	2.538	4.266	6.107	9.553	16.70
2.4	R	4858	3329	2485	1770	1465	1084	880	678	461.00
	Q	0.335	0.634	1.065	1.914	2.648	4.452	6.373	9.968	17.40

Продолжение табл. 9

w		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
		21.3 x3.72	26.70 x3.90	33.4 x4.54	42.15 x4.84	48.25 x5.06	60.35 x5.54	73.0 x7.0	88.9 x7.62	114.3 x8.56
2.5	R	5240	3616	2678	1907	1580	1168	949	731	498.00
	Q	0.349	0.663	1.109	1.993	2.758	4.637	6.638	10.384	18.15
2.6	R	5636	3894	2883	2052	1699	1257	1021	786	535.00
	Q	0.363	0.690	1.154	2.073	2.869	4.823	6.904	10.799	18.87
2.7	R	6046	4170	3094	2201	1822	1347	1094	843	574.00
	Q	0.377	0.716	1.199	2.153	2.979	5.008	7.169	11.214	19.60
2.8	R	6468	4465	3308	2353	1948	1442	1171	902	614.00
	Q	0.391	0.743	1.243	2.232	3.089	5.194	7.435	11.630	20.30
2.9	R	6903	4759	3528	2511	2080	1538	1249	963	655.00
	Q	0.405	0.769	1.287	2.312	3.200	5.379	7.700	12.045	21.05
3.0	R	7352	5073	3760	2674	2215	1638	1330	1025	698.00
	Q	0.419	0.796	1.332	2.392	3.310	5.565	7.966	12.461	21.80
3.1	R	7813	5384	3993	2842	2353	1740	1413	1089	
	Q	0.433	0.822	1.376	2.472	3.420	5.750	8.231	12.876	
3.2	R	8287	5717	4233	3013	3496	1846	1499	1155	
	Q	0.447	0.849	1.420	2.551	3.531	5.936	8.497	13.291	
3.3	R	8775	6045	4485	3190	2642	1954	1587	1223	
	Q	0.461	0.875	1.465	2.631	3.641	6.121	8.763	13.707	
3.5	R	9824	6741	5002	3559	2945	2179	1770	1364	
	Q	0.490	0.928	1.554	2.791	3.861	6.492	9.294	14.537	
3.6	R	10312	7108	5268	3748	3104	2296	1865	1437	
	Q	0.503	0.955	1.598	2.870	3.972	6.678	9.559	14.953	
3.7	R	10850	7471	5539	3943	3265	2415	1962	1512	
	Q	0.517	0.981	1.642	2.950	4.082	6.863	9.825	15.368	
3.8	R	11400	7856	5824	4144	3431	2538	2061	1588	
	Q	0.531	1.008	1.687	3.030	4.193	7.049	10.090	15.783	
3.9	R	11963	8235	6108	4346	3600	2663	2163	1667	
	Q	0.545	1.034	1.731	3.109	4.303	7.234	10.356	16.200	
4.0	R	12539	8638	6405	4555	3772	2791	2266	1746	
	Q	0.559	1.061	1.776	3.189	4.413	7.420	10.621	16.614	
4.1	R	13127	9034	6703	4769	3950	2921	2372	1828	
	Q	0.573	1.087	1.820	3.269	4.524	7.605	10.887	17.029	
4.2	R	13727	9454	7006	4988	4130	3054	2481	1912	
	Q	0.587	1.114	1.864	3.349	4.634	7.790	11.152	17.445	
4.3	R	14339	9867	7322	5208	4313	3190	2591	1997	
	Q	0.601	1.140	1.909	3.428	4.744	7.976	11.418	17.860	
4.4	R	14964	10304	7638	5435	4502	3329	2704	2083	
	Q	0.615	1.167	1.953	3.508	4.855	8.162	11.683	18.275	
4.5	R	15601	10733	7967	5667	4692	3471	2819	2172	
	Q	0.629	1.193	1.998	3.588	4.965	8.347	11.950	18.691	
4.6	R	16250	11188	8295	5903	4887	3614	2936	2262	
	Q	0.643	1.220	2.042	3.668	5.075	8.532	12.214	19.106	
4.7	R	16911	11633	8629	6141	5085	3762	3055	2354	
	Q	0.657	1.246	2.086	3.747	5.185	8.718	12.480	19.521	
4.8	R	17585	12104	8977	6386	5288	3912	3176	2448	
	Q	0.671	1.273	2.131	3.827	5.296	8.904	12.745	19.937	
4.9	R	18221	12566	9323	6635	5493	4063	3300	2543	
	Q	0.684	1.299	2.175	3.907	5.406	9.089	13.011	20.353	
5.0	R	18968	13054	9684	6889	5704	4219	3426	2640	
	Q	0.699	1.326	2.220	3.987	5.517	9.275	13.276	20.768	

Таблица 10

Минимальное давление и расход воды в разных устройствах и в запорной арматуре\*

Вид устройства (в соответствии с DIN 1988 E)	Расход Q (л/с)			Минимальное давление P <sub>min</sub> (МПа)	
	Смешанной воды <sup>1)</sup>		Только для холодной или горячей воды		
	Холодной	Горячей			
Вентиль без аэрации	Ø15			0.30	0.05
	Ø20			0.50	0.05
	Ø25			1.00	0.05
с аэрацией	Ø10			0.15	0.1
	Ø15			0.15	0.1
Душ	Ø15	0.10	0.10	0.20	0.1
Устройство для смыва согласно DIN 3265 (1)	Ø15			0.70	0.12
	Ø20			1.00	0.12
	Ø25			1.00	0.04
Устройство для смыва в писсуаре	Ø15			0.30	0.1
Угловой вентиль для писсуара	Ø15			0.30	0.05
Машина для мытья посуды бытовая	Ø15			0.15	0.1
	Ø15			0.25	0.1
Стиральная машина бытовая	Ø15				
Смеситель для:					
душа	Ø15	0.15	0.15		0.1
ванны	Ø15	0.15	0.15		0.1
кухонной раковины	Ø15	0.07	0.07		0.1
умывальника	Ø15	0.07	0.07		0.1
биде	Ø15	0.07	0.07		0.1
Смеситель	Ø20	0.30	0.30		0.1
Мойка согласно DIN 19542	Ø15			0.13	0.05
Бойлер питьевой воды с электрическим подогревом (со смесителем)	Ø15			0.10*	0.1
Резервуар для теплой воды с электроподогревом и бойлеры					
производительностью 5-15л	Ø15			0.10	0.11
производительностью 30-150л	Ø15			0.20	0.12
Моментный подогреватель воды с гидравлическим регулятором, при мощности					
	12 KW			0.06	0.15
	18 KW			0.08	0.19
	21 KW			0.09	0.21
	24 KW			0.10	0.24
Моментный газовый подогреватель воды					
	12 KW			0.10	0.1

\* при полностью открытом вентиле

<sup>1)</sup> при температуре холодной воды ~15°C;













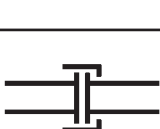
при температуре горячей воды ~55°C.

**Таблица 11**  
**Нормативный расход воды и требуемое при этом давление**  
**для различных устройств и запорной арматуры**

Вид устройства для потребления воды (в соответствии с PN-92/B-01706)	Требуемое давление (МПа)	Нормативный расход воды Q (л/с)		
		Смешанной <sup>1)</sup>		Только холодной или горячей
		Холодная	Горячая	
Вентиль				
без аэрации	Ø15	0.05		0.3
	Ø20	0.05		0.5
	Ø25	0.05		1.0
с аэрацией	Ø10	0.1		0.15
	Ø15	0.1		0.15
Головка душа	Ø15	0.1	0.1	0.2
Мойка с повышенным давлением	Ø15	0.12		0.7
	Ø20	0.12		1.0
	Ø25	0.04		1.0
Смывной вентиль для писсуаров	Ø15	0.1		0.3
Машина для мытья посуды бытовая	Ø15	0.1		0.15
Автоматическая стиральная машина бытовая	Ø15	0.1		0.25
Смеситель для:				
душа	Ø15	0.1	0.15	0.15
ванны	Ø15	0.1	0.15	0.15
кухонных раковин	Ø15	0.1	0.07	0.07
умывальников	Ø15	0.1	0.07	0.07
малогабаритной ванны	Ø15	0.1	0.07	0.07
Водоразборный кран со смесителем	Ø20	0.1	0.3	0.3
Мойка с резервуаром	Ø15	0.05		0.13
Котел с электроподогревом	Ø15	0.1		0.1

<sup>1)</sup> при температуре холодной воды ~ 15°C;  
при температуре горячей воды ~55°C.

**Таблица 12**  
 Величины коэффициентов местных сопротивлений

Элементы создающие местное сопротивление	Графический символ	$\xi_i$
Соединитель с равной пропускной способностью		0.25
Соединитель редуцирующий: - на два диаметра - на три диаметра		0.55 0.85
Отвод 90° с равной пропускной способностью		2.0
Отвод 45° с равной пропускной способностью		0.60
Тройник с равной пропускной способностью – с оттоком жидкости		1.80
Тройник с редуцирующим оттоком		3.60
Тройник с равной пропускной способностью – с притоком жидкости		1.30
Тройник с редуцирующим притоком		2.60
Тройник с равной пропускной способностью – двухсторонний приток		4.20
Тройник – редуцирующий двухсторонний приток		9.0
Тройник с равной пропускной способностью – расходящийся		2.20
Тройник расходящийся с двухсторонним редуцированием		5.00
Двойной соединитель с резьбой		0.40

**Таблица 13**

Потери давления **Z**, вызванные местными сопротивлениями при  $\xi_i = 1$ ,  
в зависимости от скорости потока воды

Скорость потока воды (м/с)	Падение давления (Па)	Скорость потока воды (м/с)	Падение давления (Па)
0,1	5	2,6	3380
0,2	20	2,7	3655
0,3	45	2,8	3920
0,4	80	2,9	4200
0,5	125	3,0	4500
0,6	180	3,1	4800
0,7	245	3,2	5120
0,8	320	3,3	5440
0,9	400	3,4	5780
1,0	500	3,5	6125
1,1	600	3,6	6480
1,2	720	3,7	6845
1,3	845	3,8	7220
1,4	980	3,9	7600
1,5	1125	4,0	8000
1,6	1280	4,1	8400
1,7	1445	4,2	8820
1,8	1620	4,3	9245
1,9	1800	4,4	9680
2,0	2000	4,5	10125
2,1	2200	4,6	10580
2,2	2420	4,7	11045
2,3	2645	4,8	11520
2,4	2880	4,9	12000
2,5	3125	5,0	12500

## 2.4. Потери давления в местных сопротивлениях

Местные потери давления можно рассчитать по формуле:

$$Z = \sum \xi_i P_{di} \text{ (Па)}, \quad [5]$$

где: **Z** – потери давления в местных сопротивлениях;  
 $\xi_i$  – коэффициент потерь давления в местных сопротивлениях;  
 $P_{di}$  – величина динамического давления потока воды преодолевающего местное сопротивление (Па).



Величины коэффициентов местных потерь для чаще всего применяемых соединений представлены в таблице 12.

Для упрощения расчетов местных потерь, в таблице 13 показана зависимость падения давления от скорости потока воды при коэффициенте местных потерь равном единице (при температуре воды  $t = 10^{\circ}\text{C}$ ).

## 2.5. Потери давления в вентилях

Потери давления в вентилях можно рассчитать по формуле:

$$P = 1733 \times Q^2 / k_B \text{ (КПа)}, \quad [6]$$

где:  $Q$  – расход воды (л/с);

$k_B$  – коэффициент, зависящий от диаметра и конструкции вентиля. Значения этого коэффициента для шаровых вентилях приведены в таблице 14.

**Таблица 14**  
Коэффициент ( $k_B$ ) для шаровых вентилях

Размер	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
$k_B$	64	225	841	5625	8100	19600

На практике к потерям давления в шаровых вентилях пренебрегают, учитывая их небольшую величину.

## 2.6. Компенсация температурных удлинений

Увеличение длины трубы ( $\delta$ ) в зависимости от увеличения температуры воды или теплоносителя, можно определить по формуле:

$$\delta = L \cdot \alpha \cdot \Delta t \text{ (мм)}, \quad [7]$$

где:  $L$  – длина трубы (мм);

$\alpha$  - коэффициент температурного расширения ( $1/^{\circ}\text{C}$ ):

для ПВХ  $\alpha = 5,2 \cdot 10^{-5}$  ( $1/^{\circ}\text{C}$ );

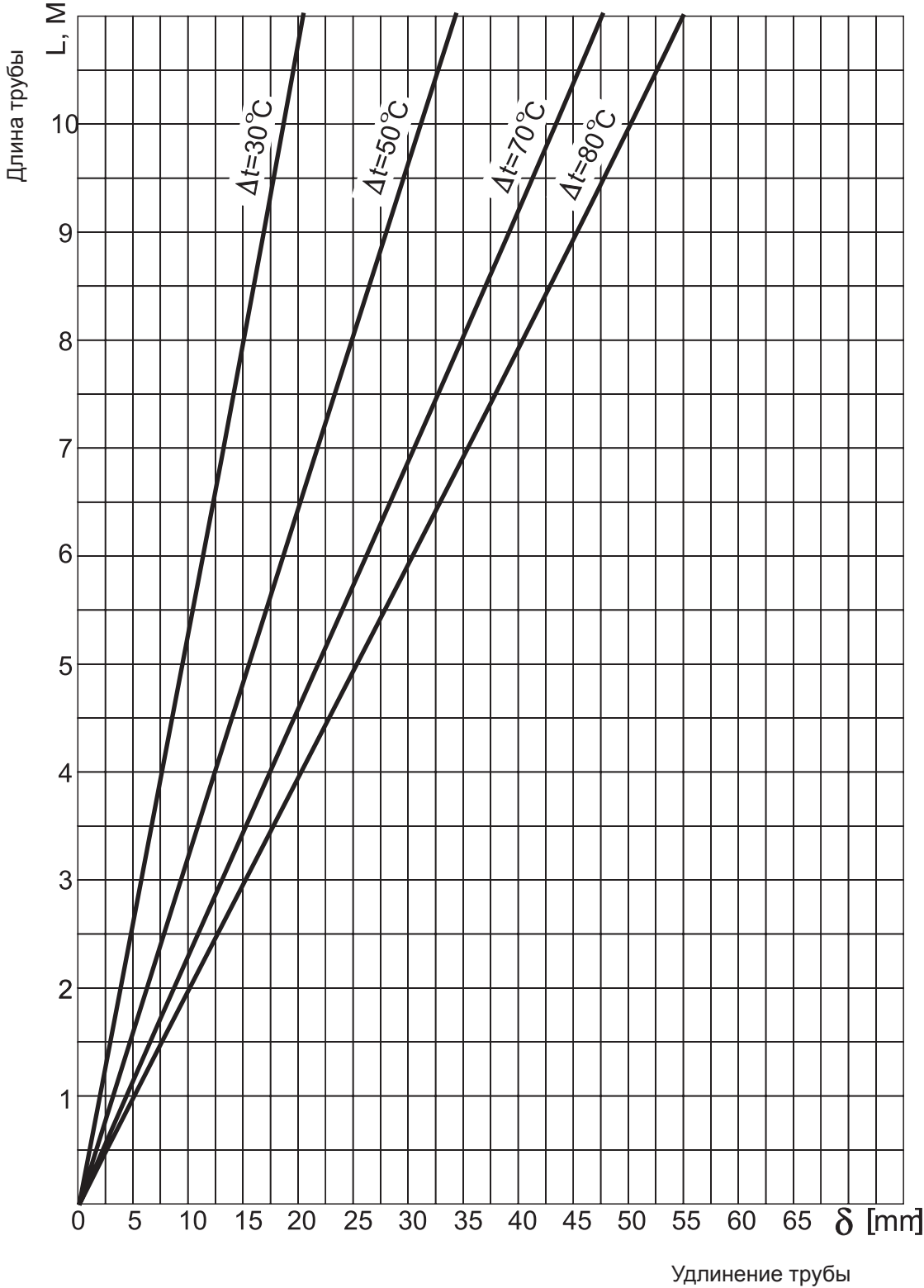
для ХПВХ  $\alpha = 6,2 \cdot 10^{-5}$  ( $1/^{\circ}\text{C}$ );

$\Delta t$  – прирост температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Для ХПВХ увеличение длины составляет  $0.062$  мм/м  $^{\circ}\text{C}$ .

Увеличение длины труб ( $\delta$ ) для ХПВХ в зависимости от прироста температуры ( $\Delta t$   $^{\circ}\text{C}$ ) представлено в таблице 16, а графически для определенного прироста ( $\Delta t$ ) представлено на рис. 8.

Рис. 8. Удлинение труб из ХПВХ в зависимости от увеличения температуры воды (теплоносителя)



На коротких участках трубопровода температурное удлинение компенсируется эластичностью труб, а на длинных необходимо применять компенсаторы. Длина компенсатора  $L_k$  определяется по формуле:

$$L_k = (3ED\delta / \sigma)^{1/2} \text{ (мм)}, \quad [8]$$

где: **E** – модуль упругости Юнга в (МПа);  
**D** – наружный диаметр трубы (мм);  
 $\delta$  - прирост длины (мм);  
 $\sigma$  - допустимое напряжение растяжения (МПа).

Модуль упругости Юнга, как и допустимое напряжение растяжения, изменяется в зависимости от температуры. Их значения приведены в таблице 15.

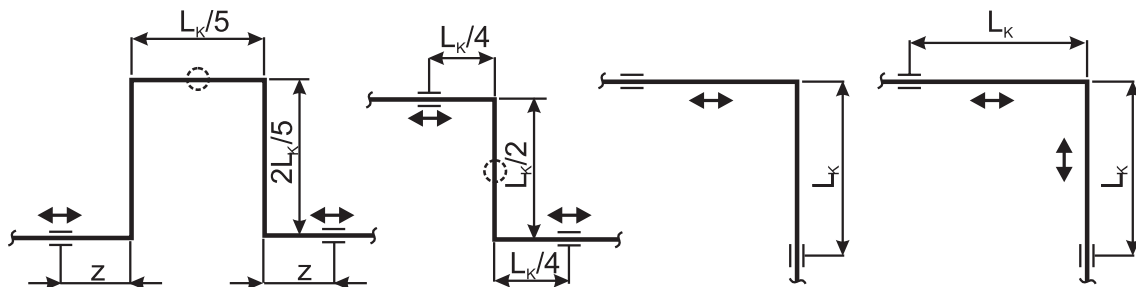
**Таблица 15**  
 Зависимость модуля упругости (**E**) и допустимых напряжений ( $\sigma$ ) от температуры

T °C	E МПа	$\sigma$ МПа
23	2920	13.8
32	2780	12.4
43	2560	10.4
49	2450	9.0
60	2227	6.9
71	2006	5.2
82	1855	3.5

Определенную длину  $L_k$  можно реализовать по одной из ниже представленных конструкций (см. рис. 9).

**Рис. 9.** Рекомендуемые конструкции компенсаторов

компенсатор “U”-образный      отступ “Z”-образный      “L”-образное компенсирующее плечо      двойное “L”-образное компенсирующее плечо



- — - места крепления труб держателями допускающими продольное перемещение труб;
- - места дополнительного крепления компенсатора (при необходимости, в зависимости от формы, габаритов компенсаторов и диаметра труб системы);
- Z** - расстояние от точки крепления трубы до компенсатора (принимается для труб диаметром менее 3/4" от 0.25 до 0.3 м, более 3/4" - от 0.3 до 0.45 м);
- ↔ - направление перемещения трубы при ее удлинении или сокращении.

Для практического определения длины компенсатора можно пользоваться и графиками. На рис. 10 представлены значения общей длины ( $L_K$ ) компенсаторов в зависимости от удлинения трубы ( $\delta$ ) в системах водяного отопления, а на рис. 11 – в системах горячей воды.

**Пример:** Рассчитать минимальную длину „U” образного компенсатора для труб ХПВХ 3/4” длиной в 10 м (10000 мм) нагревающейся в процессе эксплуатации от температуры 18°C до 71°C.

Прирост длины (по формуле 7, представленной на стр. 33):

$$\delta = 10000 \cdot 6.2 \cdot 10^{-5} \cdot (71 - 18) = 32,86 \text{ (мм)}$$

Минимальная длина компенсатора (по формуле 8, представленной на стр. 35):

$$L_K = (3 \cdot 2006 \cdot 22.2 \cdot 32,86 / 5.2)^{1/2} = 918,8 \text{ мм, принимаем } 920 \text{ мм}$$

Элементы компенсатора U - образной формы, на основе схем представленных на рис.9, будут иметь следующие значения:

$$L_K = 920 \text{ мм} \quad 2L_K / 5 = 368 \text{ мм} \quad L_K / 5 = 184 \text{ мм}$$

С целью избежания разрушения труб, при возможном сокращении ее длины, в следствие снижения температуры окружающей среды ниже 20°C (в случае отключения систем и прекращения подачи горячей воды), расчет длины компенсаторов рекомендуется проверить условно приняв температуру монтажа ( $t_m$ ) равной 10°C. При этом, рабочая температура ( $t_p$ ) теплоносителя в системах отопления, принимается равной 80°C, а в системах горячей воды - 55°C. Кроме того, для избежания возможных воздушных пробок в системах при монтаже компенсаторов необходимо следить, чтобы их горизонтальные элементы не имели отрицательных уклонов.

При определении длины компенсаторов также необходимо учесть натуральную компенсацию (самокомпенсацию за счет хорошей упругости ХПВХ) трубопроводов, которая проявляется при изменении направления трубопроводов.

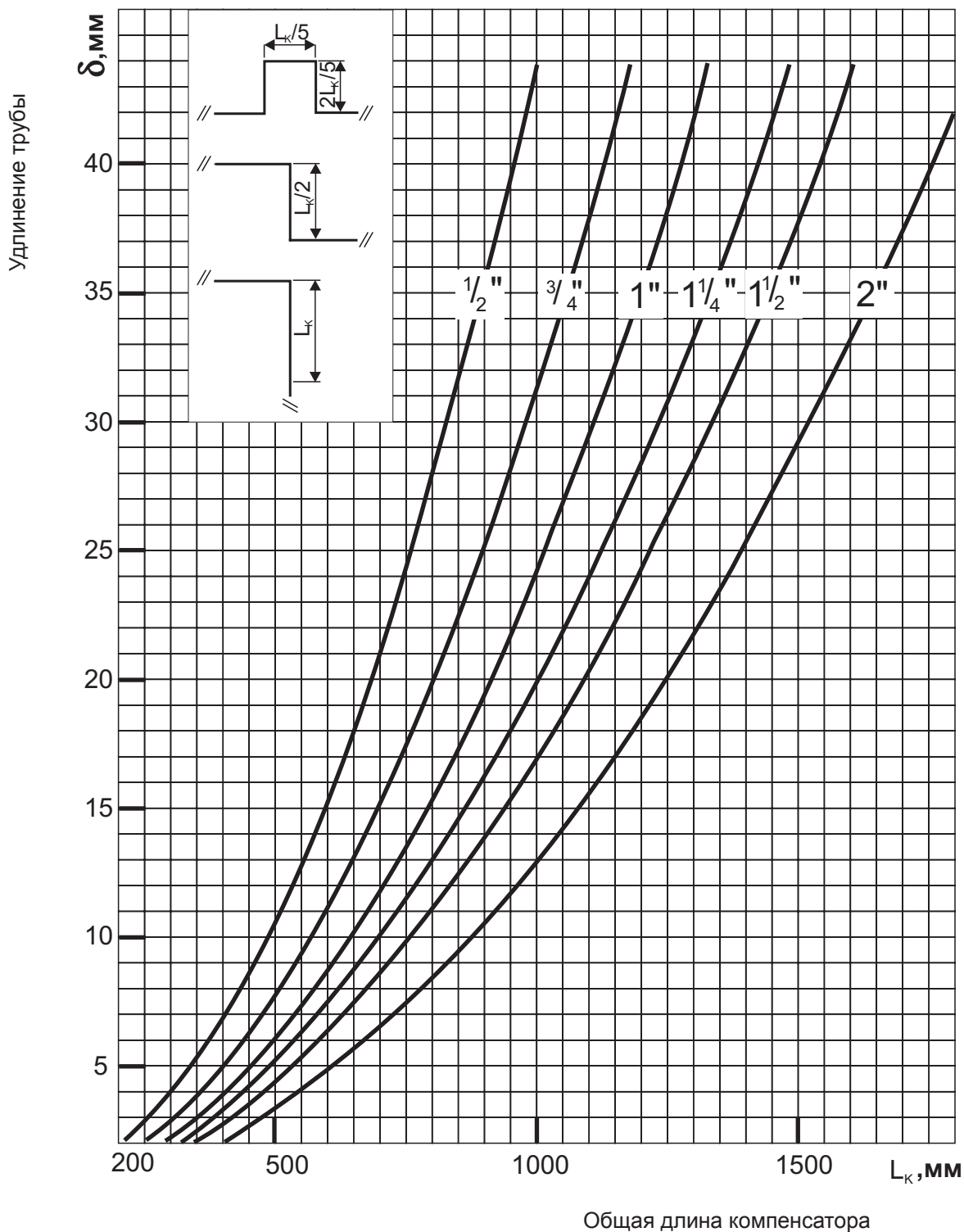
Удлинение труб из ХПВХ в зависимости от повышения температуры воды (теплоносителя) представлено в таблице 16.

Таблица 16

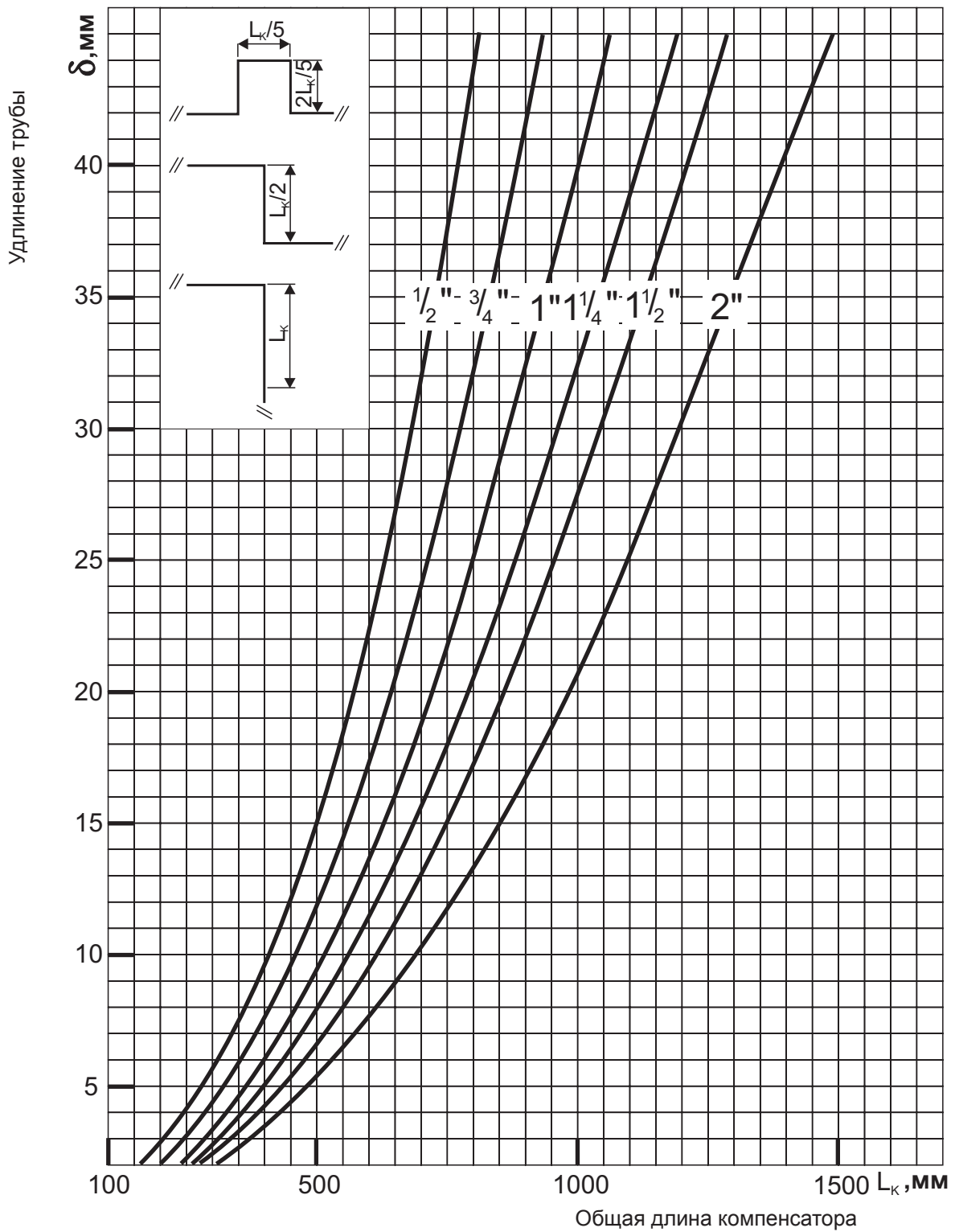
Удлинение труб из ХПВХ (в мм) в зависимости от повышения температуры ( $\Delta t$ ) воды или теплоносителя

Длина трубы, L (м)	Повышение температуры ( $\Delta t$ ) на								
	10°C	20°C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	85 °C
0.1	0.062	0.124	0.186	0.248	0.310	0.372	0.434	0.496	0.527
0.2	0.124	0.248	0.372	0.496	0.620	0.744	0.868	0.992	1.054
0.3	0.186	0.372	0.558	0.744	0.930	1.115	1.302	1.488	1.581
0.4	0.248	0.496	0.744	0.992	1.240	1.488	1.736	1.984	2.108
0.5	0.310	0.620	0.930	1.240	1.550	1.860	2.170	2.480	2.635
0.6	0.372	0.744	1.116	1.488	1.860	2.232	2.604	2.976	3.162
0.7	0.434	0.868	1.302	1.736	2.170	2.604	3.038	3.472	3.689
0.8	0.496	0.892	1.488	1.984	2.480	2.976	3.472	3.968	4.216
0.9	0.558	1.116	1.674	2.232	2.790	3.348	3.906	4.464	4.743
1.0	0.62	1.24	1.86	2.48	3.10	3.72	4.34	4.96	5.27
2.0	1.24	2.48	3.72	4.96	6.20	7.44	8.68	9.92	10.54
3.0	1.86	3.72	5.58	7.44	9.30	11.16	13.02	14.88	15.81
4.0	2.48	4.96	7.44	9.92	12.40	14.88	17.36	19.84	21.08
5.0	3.10	6.20	9.30	12.40	15.50	18.60	21.70	24.80	26.35
6.0	3.72	7.44	11.16	14.88	18.60	22.32	26.04	29.76	31.62
7.0	4.34	8.68	13.02	17.36	21.70	26.04	30.38	34.72	36.89
8.0	4.96	8.92	14.88	19.84	24.80	29.76	34.72	39.68	42.16
9.0	5.58	11.16	16.74	22.32	27.90	33.48	39.06	44.64	47.43
10.0	6.20	12.40	18.60	24.80	31.00	37.20	43.40	49.60	52.70
11.0	6.82	13.64	20.46	27.28	34.10	40.92	47.74	54.56	57.97
12.0	7.44	14.88	22.32	29.76	37.20	44.64	52.08	59.52	63.24

**Рис. 10.** Размеры компенсаторов для систем водяного отопления ( $t_p = 80^{\circ}\text{C}$ ;  $t_m = 10^{\circ}\text{C}$ ),  
 где:  $t_p$  - рабочая температура теплоносителя;  
 $t_m$  - температура окружающей среды во время монтажа системы.



**Рис. 11.** Размеры компенсаторов для труб в системах горячей воды ( $t_p = 55^\circ\text{C}$ ;  $t_m = 10^\circ\text{C}$ ),  
 где:  $t_p$  - рабочая температура воды;  
 $t_m$  - температура окружающей среды во время монтажа системы.

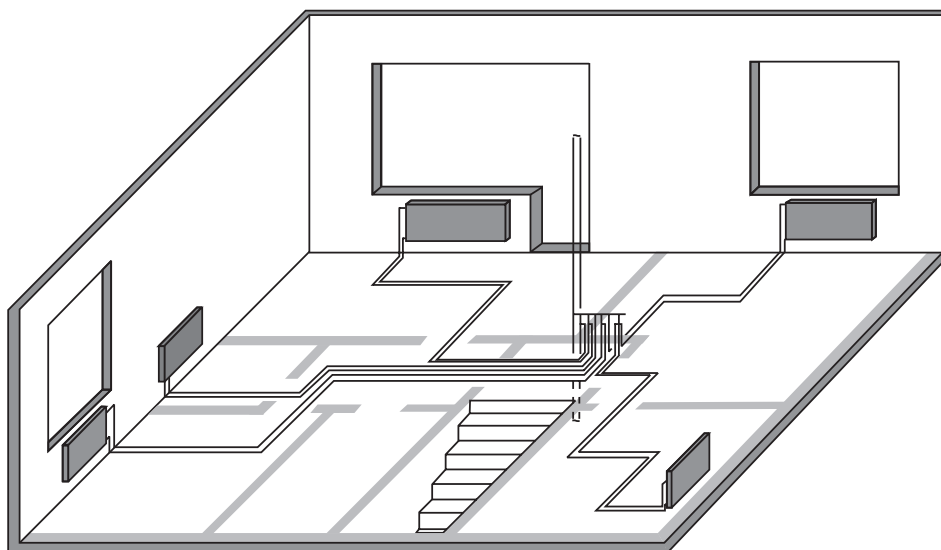


## 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

### 3.1. Двухтрубная система (горизонтальная)

Данная система характеризуется центральным размещением стояка подачи воды. К стояку подсоединяется коллектор, от которого отдельными ответвлениями отходят трубы, на которые в свою очередь монтируются обогревательные элементы (рис. 12). Разводящие трубы размещаются в гофрированной трубе или в теплоизолирующем кожухе (напр., из пенополиуретана) и укладываются в слое бетона или закрываются другими способами.

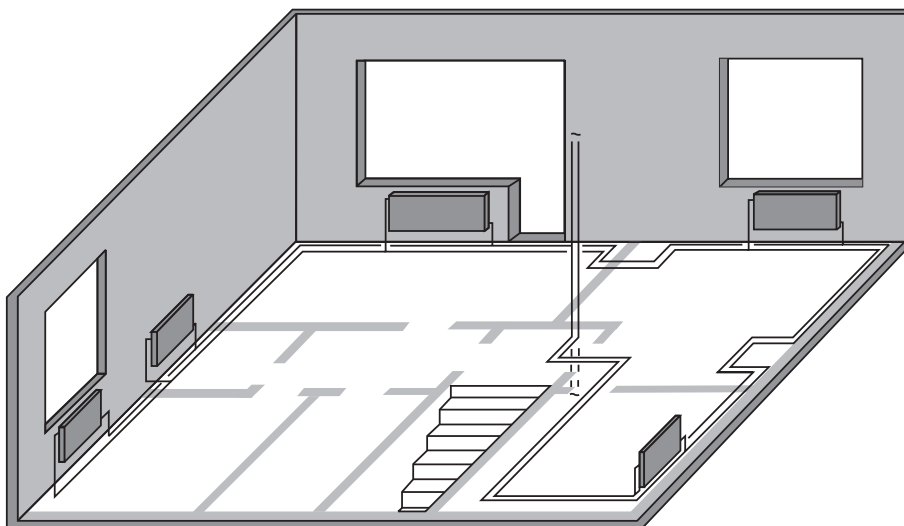
Рис.12. Двухтрубная горизонтальная система



### 3.2. Двухтрубная система с горизонтальными компенсирующими петлями

Для этой системы характерна разводка, питающая радиаторы и идущая вдоль стен обогреваемых помещений (рис.13). Трубы укладываются в гофрированной трубе или в теплоизолирующем кожухе, после чего заливаются слоем бетона или закрываются плинтусами.

Рис. 13. Двухтрубная система с горизонтальными компенсирующими петлями

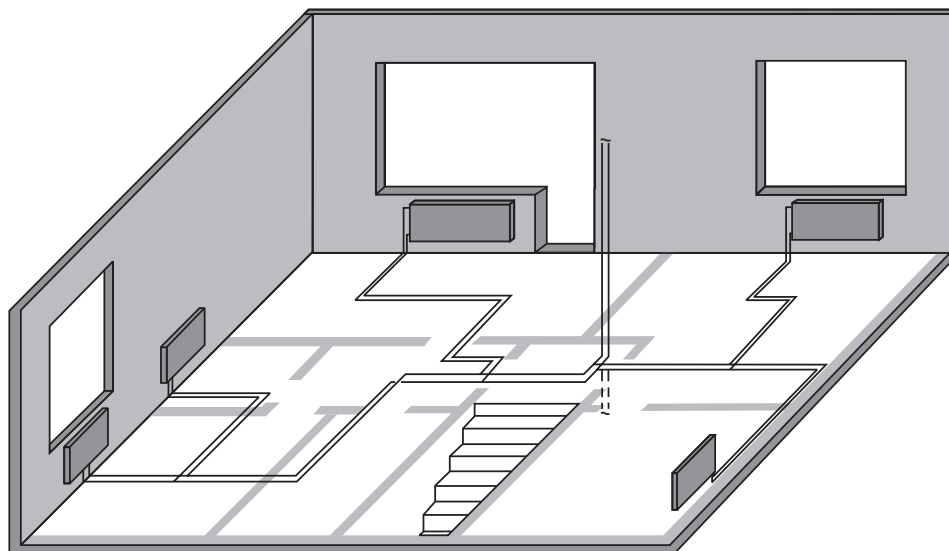




### 3.3. Двухтрубная горизонтальная система (комбинированная)

В данной системе укладка труб также производится аналогичным способом, как и в предыдущих случаях. Разводка к каждому радиатору осуществляется кратчайшим путем (при помощи тройников) (рис. 14).

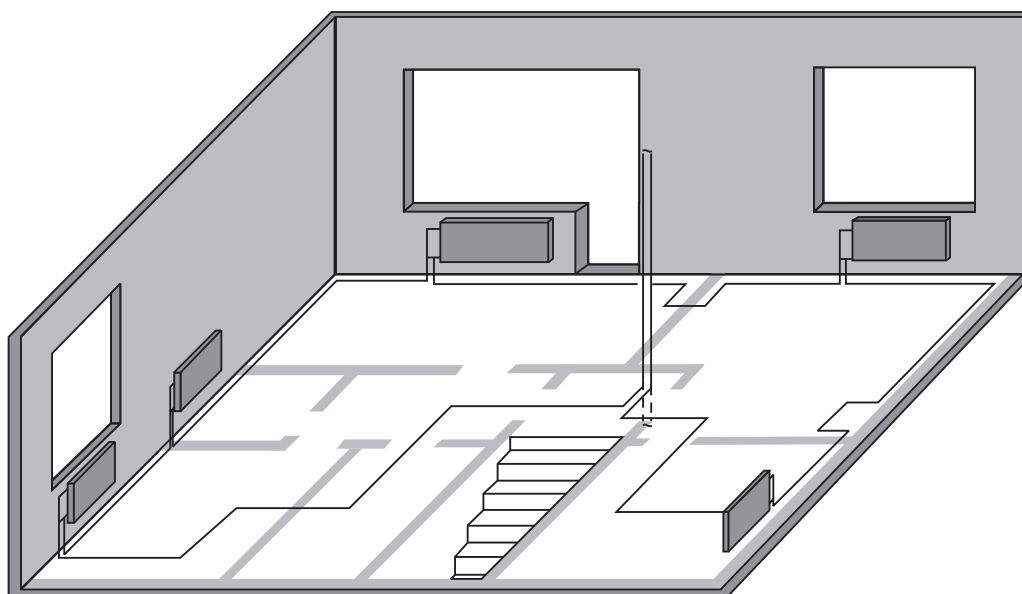
**Рис. 14.** Двухтрубная горизонтальная система (комбинированная)



### 3.4. Однотрубная система с горизонтальной петлей

Для такой системы характерно поочередное соединение обогревательных элементов (радиаторов). Трубы укладываются в слое бетона или под плинтусами. В системе используются двухходовые вентили с разделением потока теплоносителя. При этом, подача теплоносителя производится последовательно от предыдущего радиатора к последующему (рис. 15).

**Рис. 15.** Однотрубная система с горизонтальными петлями



Системы водяного отопления на основе труб и элементов Genova Products практически применимы в жилых домах всех типов и конструкций, а также в промышленных объектах. В многоэтажных домах основные стояки систем отопления монтируются в коммуникационных шахтах и каналах. Там же монтируются и индивидуальные теплосчетчики, другие контролирующие и регулирующие приборы.

### 3.5. Рекомендации по монтажу различных вариантов систем отопления

#### \* Горизонтальная разводка

Горизонтальную разводку следует выполнять на лестничных клетках, в подвальных помещениях под перекрытием. При отсутствии подвала, горизонтальную разводку размещают в каналах под полом. Система предусматривает использование естественной компенсации. В неотапливаемых помещениях трубы изолируются обычной теплоизоляцией необходимой толщины.

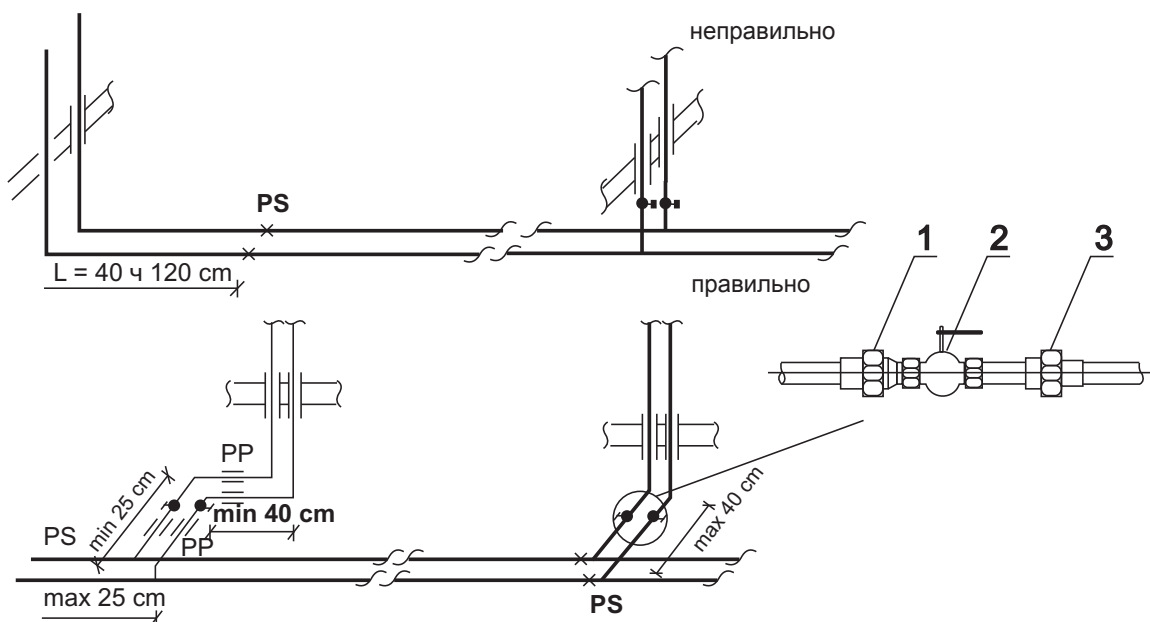
#### \* Соединение горизонтальной разводки со стояком

Горизонтальная разводка и стояк между собой соединяются с использованием компенсирующего плеча, на котором можно смонтировать необходимую запорную арматуру. В самой верхней части стояка устанавливается муфта “металл-пластик” для последующего подключения специального клапана, обеспечивающего устранение воздушных пробок.

Установка специального предохранительного клапана для выравнивания давления в системе и устранения влияния гидроудара должна согласовываться с проектировщиками.

Ниже приведены примеры соединения горизонтальных разводов со стояками (рис. 16).

Рис. 16. Схемы соединения горизонтальных разводов со стояками



X - PS (стационарные держатели);

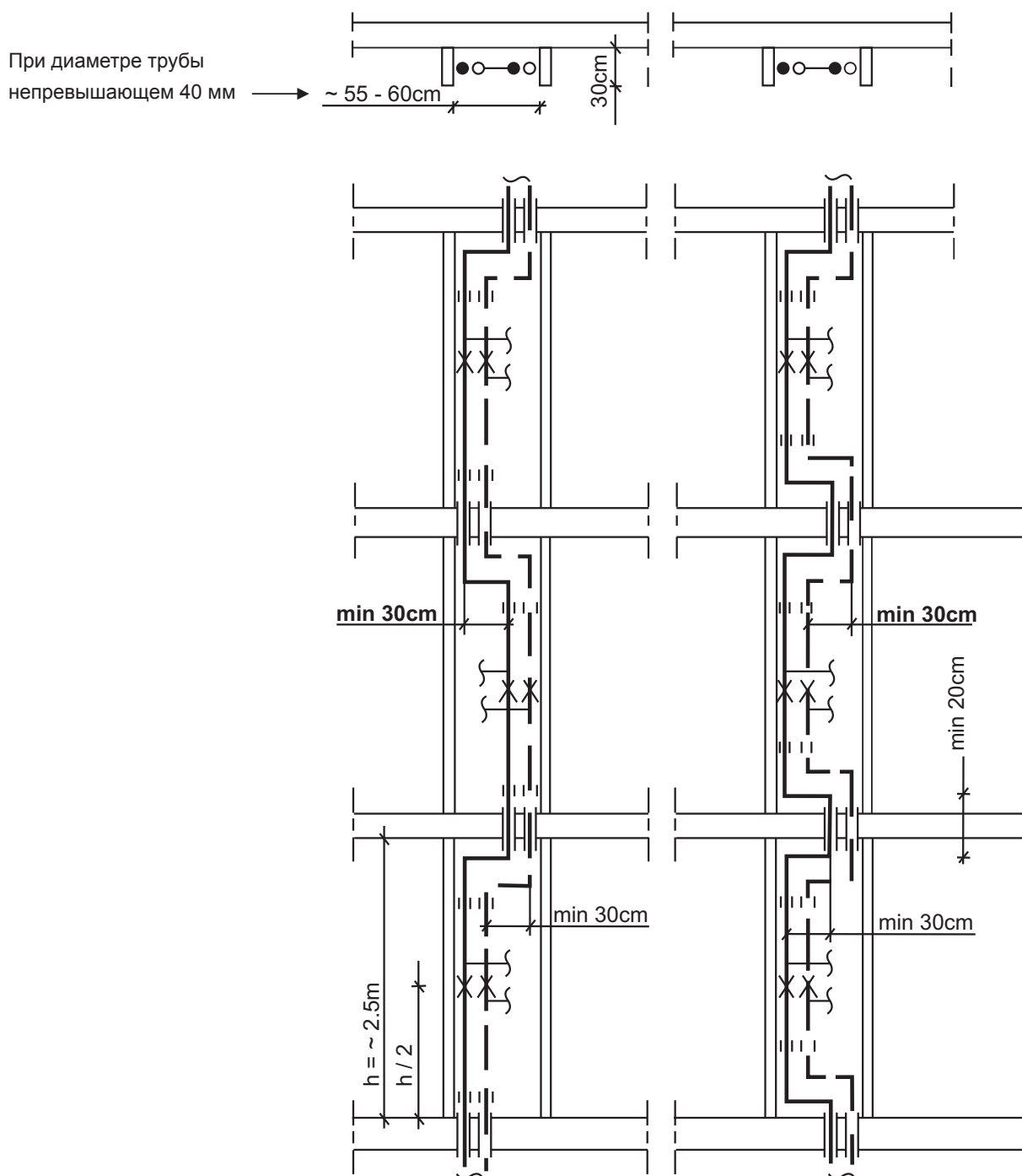
= - PP (держатели, допускающие продольное перемещение труб (скользящие опоры)).

1. Муфта “металл-пластик” с наружной резьбой.
2. Вентиль запорный.
3. Муфта “металл-пластик” с внутренней резьбой.

#### \* Прокладка стояков

Прокладка стояков осуществляется в специальной шахте (рис. 17). Шахта должна иметь достаточные (определенные) размеры для монтажа теплосчетчиков или других приборов. Необходимо учитывать возможное натяжение компенсирующей петли и уклон ее элементов, чтобы при эксплуатации не создавались воздушные пробки в системе. Изгибы труб не должны давать возможности образованию воздушных пробок вследствие отрицательных уклонов горизонтальных элементов компенсирующих петель.

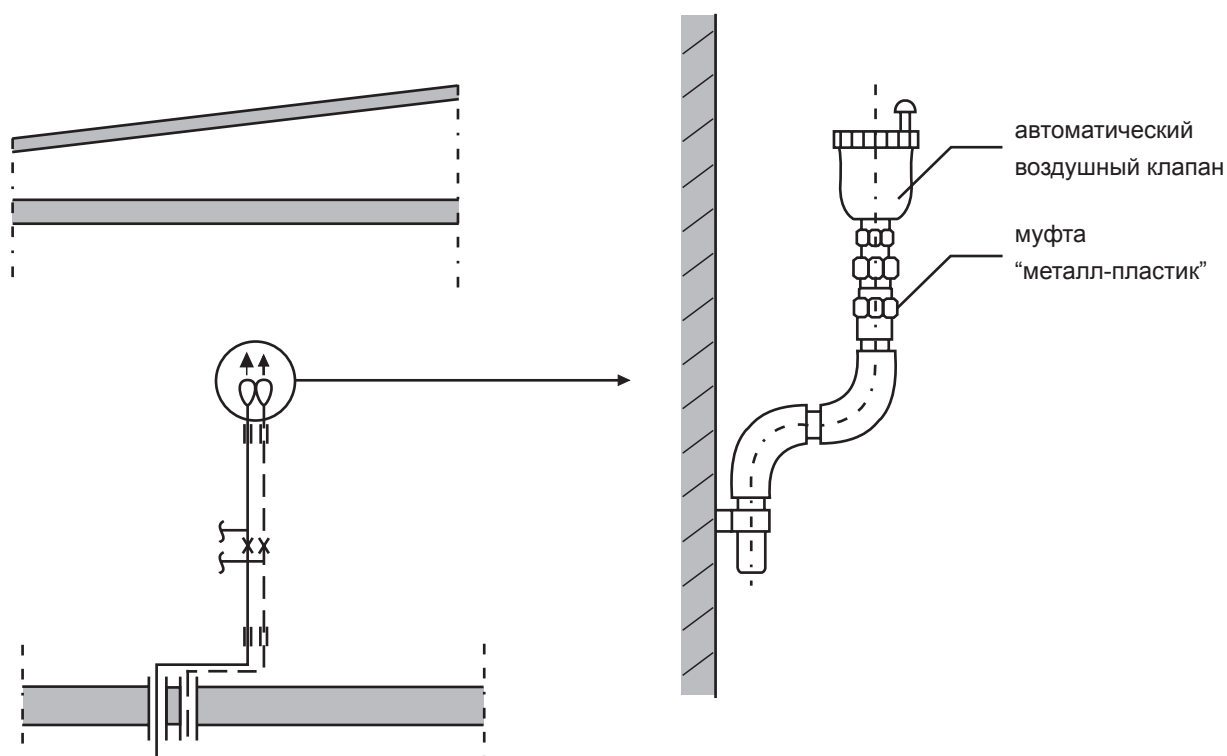
Рис. 17. Схема прокладки стояков между этажами



**\* Конечная часть стояка**

В самой верхней части стояка необходимо установить автоматический воздушный клапан (рис. 18). Кроме этого, здесь можно установить клапан для выравнивания давления в различных частях системы отопления (по согласованию с проектировщиками данной системы).

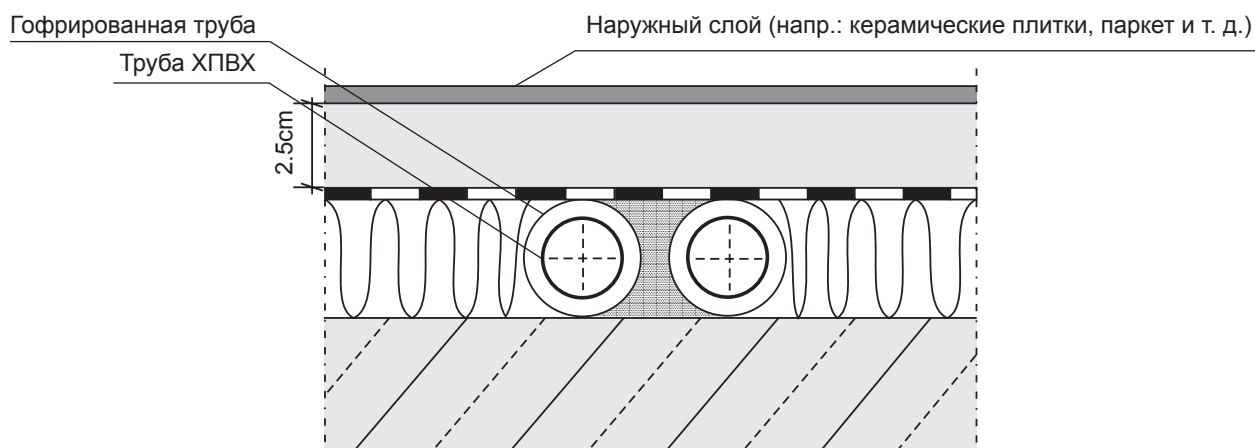
**Рис. 18.** Схема устройства для удаления воздушных пробок из стояков



**\* Прокладка трубопровода в бетоне**

При прокладке в слое бетона трубопровод предварительно помещается в гофрированную трубу. Размещение труб в бетоне показано на рис. 19.

**Рис. 19.** Размещение труб в бетоне



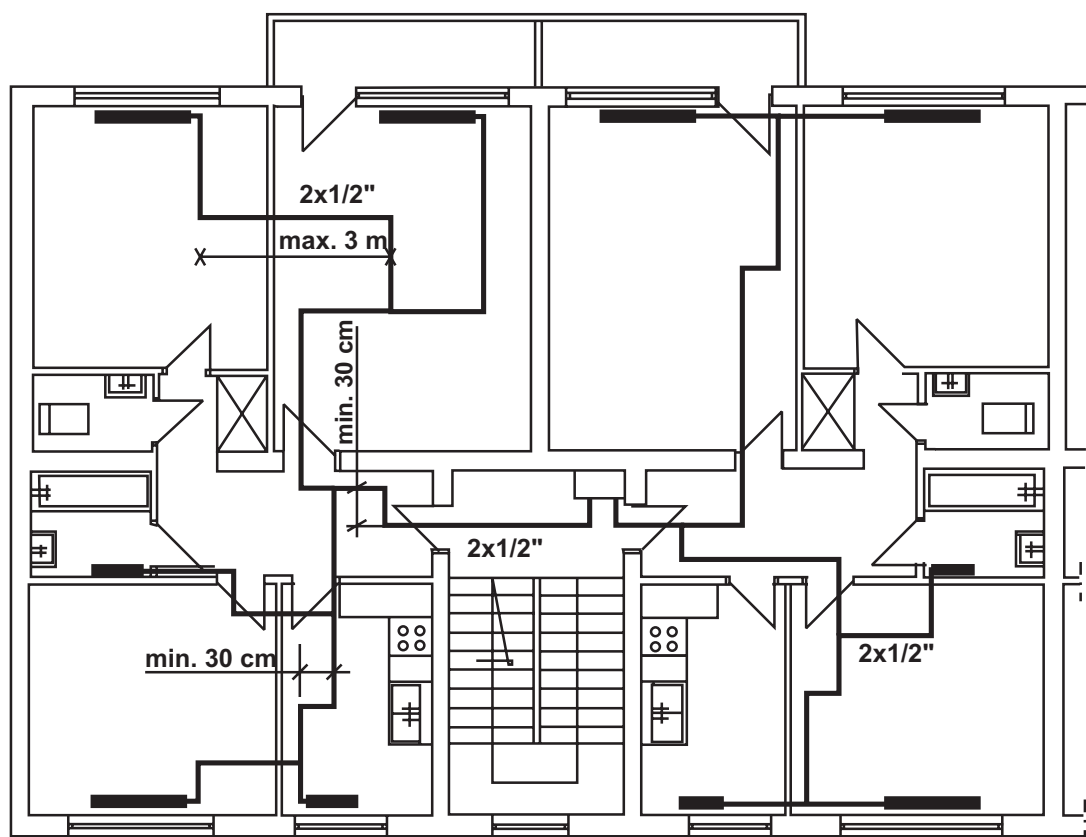
**\* Температурное удлинение труб**

Определяя влияние коэффициента температурного удлинения материала труб (для ХПВХ он является самым низким среди труб из всех полимеров), необходимо учитывать температуру ( $t_M$ ) окружающей среды во время монтажа. Это имеет большое значение в системах отопления, работающих при температурах 70-80<sup>0</sup>С и смонтированных при низких температурах окружающей среды.

Учитывая вышеуказанное, не рекомендуется делать участки разводки длиной более чем 3 м без компенсаторов. При длине участков трубопровода более 3м необходимо применять компенсатор, плечо которого должно быть не менее 30 см (рис. 20).

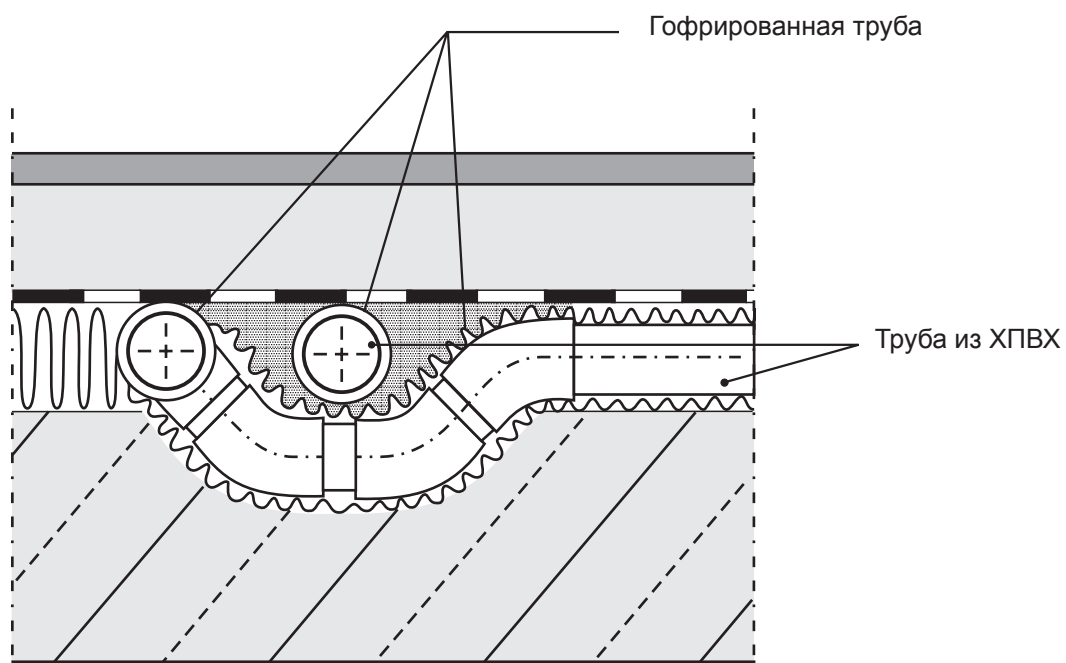
Рис. 20. Пример выполнения разводки

\* Обход труб отвода



При смешанной двухтрубной системе (труба подачи и отвода на одном уровне), где использованы тройники, необходимо придерживаться следующих условий: обход труб отвода должен идти ниже трубы подачи (рис. 21).

Рис. 21. Пример прокладки труб подачи и отвода на одном уровне в слое бетона



Выход трубопровода из слоя бетона (пола) к радиатору показан на рис. 22.

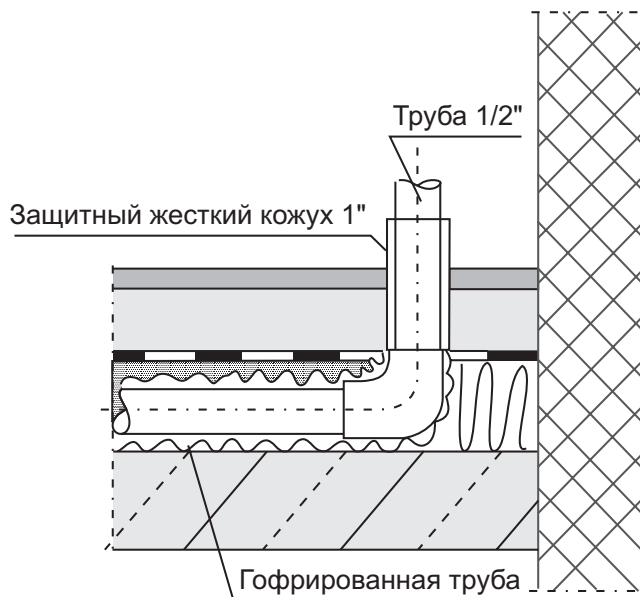
#### \* Особенности подключения радиаторов

Все изделия Genova Products приспособлены для подключения обогревательных приборов разных конструкций.

Обязательным условием подключения радиатора в систему является применение муфты “металл-пластик”, вкрученной в металлическую муфту радиатора, и вентиль-термостат.

Не рекомендуется использовать муфту из ХПВХ с наружной резьбой для подсоединения трубопровода к радиатору и терморегулятору, т.к. при эксплуатации систем отопления, вследствие различных коэффициентов температурного расширения у металла и пластмассы, возможно появление течи в таком резьбовом соединении.

Рис. 22. Пример выхода трубы из пола (бетона)



### 3.6. Тепловая изоляция трубопроводов

Трубопроводы изолируются специальным материалом. В качестве изоляции рекомендуются: полиэтиленовая или полиуретановая пена, гофрированный картон, алюминиевая фольга или микропористая резина. Изоляция не должна иметь коэффициент теплопроводности больше, чем 0.40 Вт/м<sup>0</sup>К.

Толщина слоя изоляции подбирается так, чтобы температура на наружной поверхности изоляционного материала не превышала температуры окружающей среды на 4 °С.

### 3.7. Резьбовые соединения в трубопроводах

Необходимая долговечность и надежность резьбовых соединений деталей из ПВХ и ХПВХ, а также комбинированных резьбовых соединений “металл-пластмасса” могут быть обеспечены только при использовании тефлоновой ленты. Соединяемые детали свинчиваются вручную до упора. Затяжка обеспечивается 1/4 – 1/2 оборота гаечного ключа. Дополнительные усилия применять категорически запрещается, т.к. все резьбовые соединения имеют конусную резьбу и при чрезмерном усилии детали могут разрушиться, кроме того слишком сжатые резиновые уплотнители теряют свою эластичность и тем самым не могут обеспечить герметичность соединения.

## 4. ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ

### 4.1. Технология подготовки, соединения и монтажа элементов из ПВХ и ХПВХ

Основным методом соединения элементов Genova Products является склеивание (холодная сборка). Genova Products поставляет специальный клей, обеспечивающий прочные и герметичные соединения. Технические навыки качественного соединения этим способом можно приобрести после кратковременной тренировки. Метод склеивания является легким, безопасным и быстрым.

Соединение элементов клеевым методом практически является “холодной сваркой”. Применяемый клей является агрессивным в процессе склеивания, растворяющим соединяемые поверхности. После соприкосновения склеиваемые поверхности смешиваются между собой и застывают, создавая однородное вещество. Такое плотное соединение можно разъединить только одним способом – путем механического разрушения. Когда удаляется растворитель и склеиваемые поверхности застывают, клей становится абсолютно безвредным для здоровья. Также при соединении труб и элементов из ПВХ и ХПВХ, подсоединении различных приборов, арматуры, при соединении систем из ПВХ и ХПВХ к системам из других материалов, применяется механический способ, основанный на резьбовое соединение (см. раздел 4.2, стр. 49).

Подготовка труб и элементов из ПВХ и ХПВХ и их склеивание (холодная сборка) производится следующим образом:

**\* Резка трубы (рис. 23)**

Отрезание трубы необходимой длины осуществляется при помощи специальных ножниц. В домашних условиях можно использовать ножовку для металла. При резке ножовкой следует обратить внимание, чтобы резка происходила перпендикулярно к оси трубы. Это обеспечивает точное соединение трубы с фасонной частью.

**\* Подготовка конца трубы (рис. 24)**

После обрезки трубы следует удалить всякие неровности и заусенцы с торца трубы. Обе кромки трубы – наружная и внутренняя – должны быть гладкими. Это можно сделать с помощью специального инструмента – скребка или наждачной бумаги.

**\* Подготовка поверхностей к склеиванию (рис. 25, 26)**

Перед началом склеивания следует в сухом состоянии проверить, как оба соединяемых элемента подходят друг к другу. Труба должна свободно входить до 2/3 глубины гнезда соединяемого элемента. Затем необходимо тщательно очистить соединяемые поверхности при помощи тряпки, увлажненной средством для очистки Nova Clean, которое смягчает, обезжиривает и активирует склеиваемые поверхности.

**\* Склеивание (рис. 27, 28)**

Для нанесения клея необходимо применять специальный тампон, прикрепленный к крышке банки с клеем. Держа за крышку, тампоном клей наносится на склеиваемые поверхности: более толстый слой клея наносится на трубу, более тонкий – на поверхность гнезда фасонной части. Затем конец трубы вставляется в гнездо до упора и поворачивается на 1/4 оборота для равномерного распределения клея. После этого труба и соединяемый элемент выдерживаются в течение 10-15 секунд (при температуре окружающей среды  $+20^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ). При более низких температурах, выдержку необходимо увеличить до 25-30сек. Качество соединения определяется по ровному валику клея вокруг трубы при входе в гнездо элемента. Излишки клея удаляется тряпкой.

Следует помнить, что смазка клеем поверхностей склеиваемых элементов и их соединение не должно продолжаться более 1 минуты.

**\* Время сушки соединений**

Тестировать систему возможно только после просушки склеенных зон. Время сушки клея зависит от размера соединяемых элементов, температуры и влажности окружающей среды (см. таблицу 17). При сухом воздухе время сушки значительно сокращается.

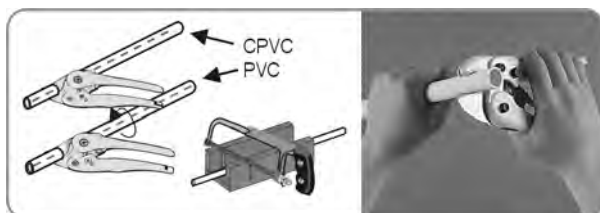


Рис. 23. Резка трубы

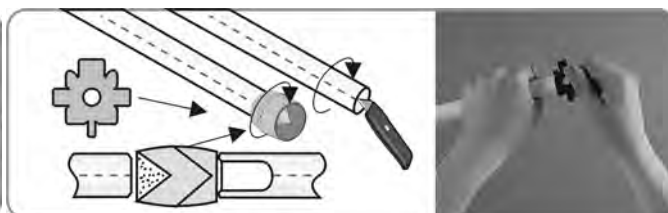
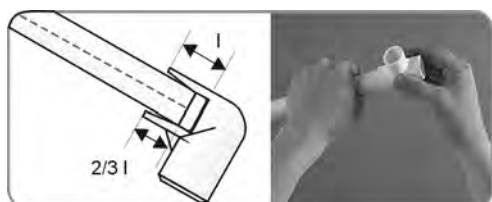


Рис. 24. Подготовка конца трубы



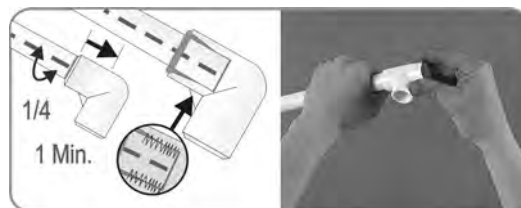
**Рис. 25.** Проверка соединения в сухом состоянии



**Рис. 26.** Протирание очистителем Nova Clean соединяемых поверхностей



**Рис. 27.** Нанесение клея на склеиваемые элементы



**Рис. 28.** Соединение элементов после нанесения клея

**Таблица 17**

Температура окружающей среды во время сушки	Диаметр соединяемых элементов	Время сушки клея	Тестировать после
+40 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> +15 <sup>0</sup> C	1/2" - 1 1/4" 1 1/2" - 3" 4" - 6"	15 минут 30 минут 1 час	1 часа 2 часов 6 часов
+15 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> +5 <sup>0</sup> C	1/2" - 1 1/4" 1 1/2" - 3" 4" - 6"	1 час 2 часа 4 часа	2 часов 4 часов 12 часов
ниже +5 <sup>0</sup> C	1/2" - 1 1/4" 1 1/2" - 3" 4" - 6"	3 часа 6 часов 4 часа	8 часов 16 часов 48 часов

**Примечание:** при влажности воздуха выше 60% указанное время сушки увеличивается на 50%.  
Расход клея для соединения конкретных элементов и труб из ПВХ и ХПВХ зависит от площади склеиваемых поверхностей, которую определяет размеры самых элементов и труб.

В таблице 18 приведен расход клея при монтаже труб разных диаметров.

**Таблица 18**

Количество соединений, выполняемых одной упаковкой клея

Размер трубы и соединяемого элемента	Вместимость упаковки (одной баночки)		
	118 ml	237 ml	473 ml
1/2"	63	126	255
3/4"	42	84	170
1 1/2"	17	34	68
2"	9	18	38
3"	7	14	30
4"	5	10	21



**Примечание:** обращение с клеем и средством для очистки требует определенной осторожности. Следует избегать вдыхания их паров, работать только при хорошей вентиляции помещения. Нельзя также приближать их к источнику огня, т.к. они являются легко воспламеняющимися веществами. Оба средства, применяемые при монтаже, обладают свойством быстрого испарения, поэтому необходимо следить, чтобы емкости были постоянно плотно закрыты. Клей нужно защищать от воздействия мороза и слишком высокой температуры. Загустевший клей с желеобразной консистенцией не пригоден для дальнейшего употребления. Клей разбавлять нельзя никакими разбавителями или другими жидкостями. Следует употреблять только средство для очистки и клей производства Genova Products. В противном случае Genova Products не гарантирует и не несет никакой ответственности за качество соединений и за работоспособность систем в целом.

## 4.2 Соединение элементов из ПВХ и ХПВХ с элементами из других материалов

### \* Соединительные муфты (соединительные переходники)

Для соединения ПВХ и ХПВХ с элементами традиционных систем (из стали) следует применять так называемые соединительные переходники (соединительные муфты), имеющие металлическую резьбу. Соединительные элементы этого типа имеют наружную и внутреннюю резьбу, что позволяет без проблем соединять пластмассовые трубы с элементами других типов санитарных систем. Такие соединения можно сделать для всех диаметров труб, применяемых как во внутренних, так и в наружных водопроводных системах, т.е. от 1/2 дюйма до 2 дюймов.

### \* Соединительные элементы из ПВХ и ХПВХ с внутренней резьбой

Соединительные элементы такого типа, резьба которых снабжена резиновой уплотнительной прокладкой, можно употреблять в качестве патрубка для металлических систем. Резиновая уплотнительная прокладка, вставленная в эти соединительные элементы, представляет собой компенсатор, который гарантирует плотность соединения во время изменения температуры воды. По этому, такие соединительные муфты применяются в патрубках, предназначенных для горячей воды. Соединение элементов с резьбой из ПВХ и ХПВХ и соединительных муфт с металлической резьбой, следует проводить закручиванием вручную. При обнаружении неплотности, следует закрутку продолжить при помощи ключа, но не более чем на 1/4 оборота. Никогда не следует соединять вкручиваемую металлическую муфту с другими пластмассовыми муфтами, не имеющими резиновой уплотнительной прокладки. Для уплотнения соединительных элементов с резьбой из ПВХ и ХПВХ следует применять исключительно тефлоновую ленту, наматывая ее на всю длину резьбы.

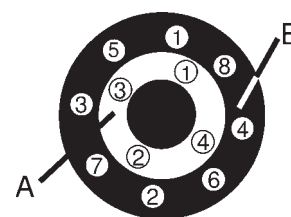
### \* Фланцевые соединения

Обычно они применяются для диаметров от 2 дюймов, однако может быть применены и для других диаметров: от 1/2 до 6 дюймов в зависимости от потребностей. Genova Products предлагает фланцы двух типов:

- монолитные – после их склеивания с трубами изменять положения отверстий к крепежным болтам нельзя. Нужно помнить, что перед проведением склеивания необходимо точно установить отверстия на кольце в положении, которое соответствует отверстиям присоединяемого другого фланцевого элемента. Затем необходимо провести пробное соединение с использованием крепежных болтов и только тогда склеивать фланец с трубой.
- с подвижным наружным кольцом. Соединения этого типа позволяют регулировать положение отверстий на кольце фланца после его склеивания с трубой.

Затяжку (закручивание) винтов, соединяющих два фланцевых элемента, нужно проводить в определенной очередности, как это показано на рис. 29. Номерами указана очередность, по которой должны быть завинчены соединительные винты (А - версия с 4-мя винтами, В – версия с 8-мью винтами).

Винты нужно завинчивать так, чтобы в процессе уплотнения не повреждался фланец. Рекомендуемые значения силы затяжки винтов представлены в таблице 19. В случае употребления во фланцевом соединении уплотнительных прокладок изготовленных из специальных пластмасс, таких как капрон и тефлон (устойчивых к многим химическим материалам), сила затяжки винтов должна быть меньшей на 1/8, чем представлена в таблице 19.



**Рис. 29.** Схема затяжки винтов фланцевых элементов

**Таблица 19**

Размер трубы	Количество отверстий во фланце	Размеры отверстия на винт (мм)	Диаметр фланца (мм)	Сила затяжки винта (Н.м)
1/2	4	12.70	88.90	13.56-20.33
3/4	4	12.70	98.43	13.56-20.33
1	4	12.70	107.95	13.56-20.33
1 1/4	4	12.70	117.48	13.56-20.33
1 1/2	4	12.70	127.00	13.56-20.33
2	4	15.88	152.40	27.12-40.67
2 1/2	4	15.88	177.80	27.12-40.67
3	4	15.88	190.50	27.12-40.67
4	8	15.88	228.60	27.12-40.67
6	8	19.05	279.40	44.74-67.80

В случае, если отверстия соединяемых фланцев не подходят друг к другу, необходимо в металлическом фланце просверлить отверстия в местах соответствующих отверстиям в пластмассовом фланце (но никогда наоборот).

### 4.3. Крепление труб

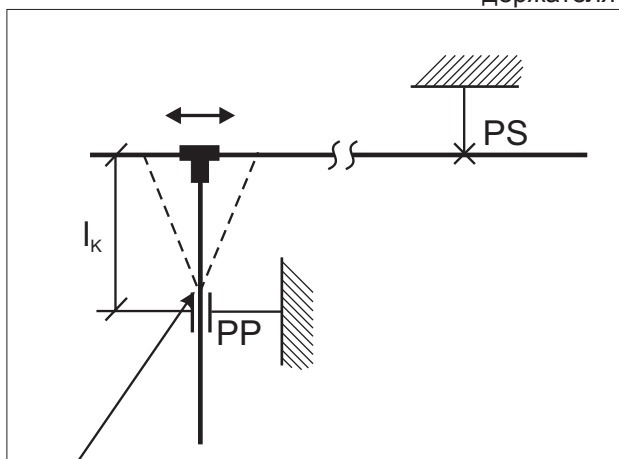
Трубопровод следует крепить к элементам конструкции зданий (помещений) при помощи подвижных опор, кронштейнов или подвесок, а также стационарных держателей. Держатели и опоры должны обеспечить надежность труб и элементов, входящих в систему. Чтобы обеспечить надежность систем и их работу, держатели должны быть расставлены в определенных местах, учитывая диаметр трубы и температуру воды (теплоносителя), например: для труб диаметра 1 дюйма, при температуре воды 20°C, держатели должны быть расставлены через каждые 90 см, для труб диаметр которых 2", при температуре 20°C через - 125 см (см. таблицу 20). Системы из ХПВХ для горячей воды имеют температурную удлиняемость, что требует применения большего количества креплений. Для обеспечения эстетического вида, особенно для наружных (над штукатуркой) систем из ХПВХ,

иногда необходимо применять дополнительные держатели. Следует помнить, что вертикальные трубы необходимо крепить при каждом проходе через перекрытия, а также при изменении направления на 90°. Крепления должны учитывать наличие отводов.

**Таблица 20**  
 Расстояние между точками крепления труб (в метрах)  
 (горизонтальные участки трубопроводов)

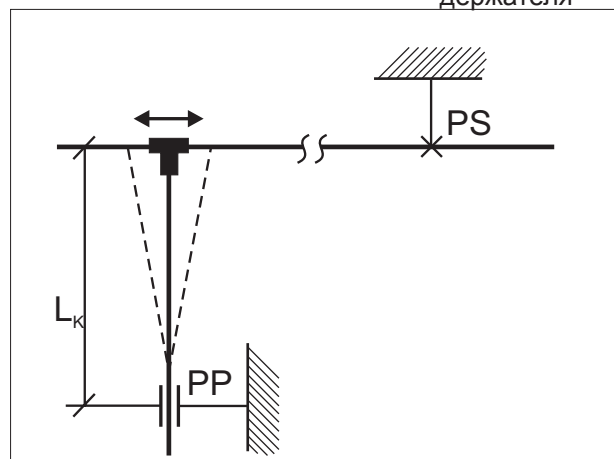
Диаметр трубы (дюйм)	Температура воды (теплоносителя) °C				
	20	40	60	80	90
1/2"	0.75	0.70	0.65	0.60	0.50
3/4"	0.85	0.80	0.70	0.65	0.55
1"	0.90	0.85	0.75	0.70	0.60
1 1/4"	1.00	0.95	0.85	0.75	0.65
1 1/2"	1.10	1.05	0.95	0.80	0.75
2"	1.25	1.15	1.05	0.90	0.80
2 1/2"	2.40	2.25	1.95	1.20	1.00
3"	2.40	2.40	2.10	1.20	1.05
4"	2.40	2.70	2.25	1.35	1.10

**Рис. 30.** Неправильно определено место держателя



Место возможного разрушения  
 трубы при  $I_k < L_k$

**Рис. 31.** Правильно определено место держателя



- PS** - стационарный держатель;
- PP** - держатель допускающий перемещение трубы в продольном направлении;
- L<sub>к</sub>** - общая длина компенсирующего плеча (см. раздел 2.6, стр. 33);
- ↔ направление перемещения трубы при ее удлинении или сокращении.

### \*Держатели, допускающие продольное перемещение труб

Данные держатели допускают перемещение трубы по оси, вследствие ее удлинения, и незначительный изгиб (отклонение) под воздействием перпендикулярно или под другим углом действующей силы при удлинении трубы (см. рис. 32, 33, 34).

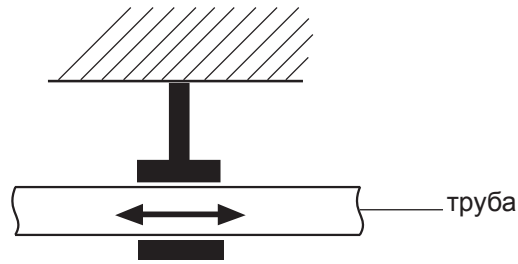
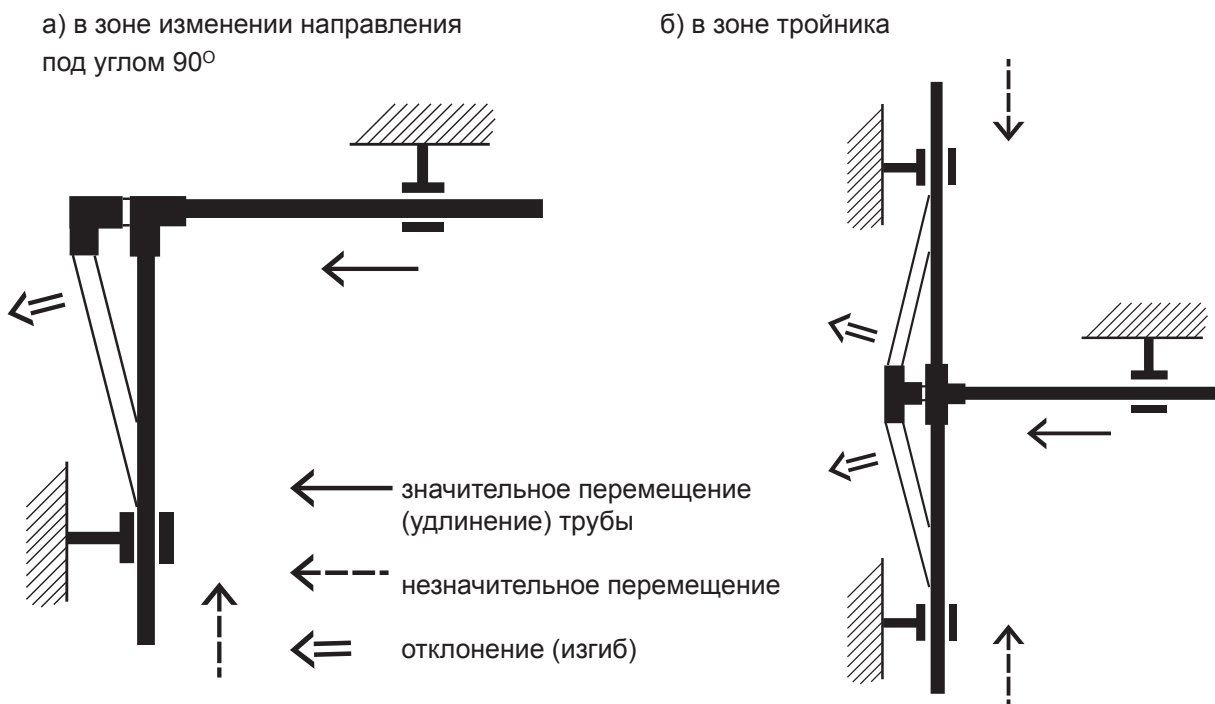


Рис. 32. Держатели, допускающие продольное перемещение труб (скользящие опоры)

Такие держатели должны быть расположены так, чтобы могли поддерживать стабильность труб и всей системы в целом, а также одновременно позволять трубе перемещаться по направлению оси. Кроме того, такие держатели должны обеспечивать возможность отклоняться трубе, при этом не повреждая ее краями обойма держателя.

Рис. 33. Возможные деформации труб под воздействием повышения температуры воды (теплоносителя) в системе



На конечных участках, где происходит выпуск воды или воздуха, следует применять держатели для обеспечения надежности этих частей.

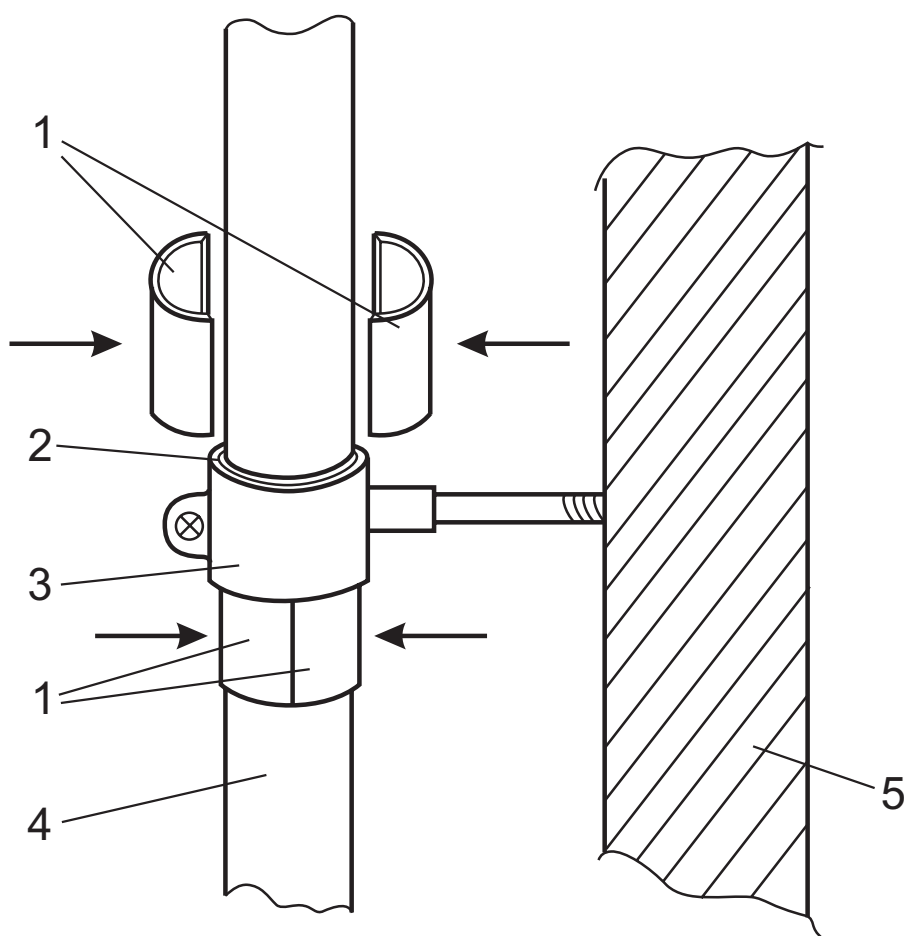
### \*Стационарные держатели

Стационарные держатели, как и держатели допускающие перемещение и отклонение (изгиб) трубы, должны обеспечивать стабильность труб и всей системы в целом, при этом не деформируя и не разрушая (повреждая) труб. Такие держатели, не позволяющие продольного перемещения трубы, должны создавать возможности увеличиваться диаметру трубы, вследствие температурного воздействия воды или теплоносителя, а также отклоняться (изгибаться), при этом не повреждая ее. Для этого, стационарные держатели должны быть стабильными и жесткими, но при этом иметь эластичную (резиновую) прокладку в обойме. Стационарные держатели, не повреждая труб, должны очень хорошо выполнять и основную функцию - обеспечить неподвижность труб в определенных участках и стабильность всей системы в целом, учитывая вес самой системы и вес заполняющей

воды. Особое внимание при подборе мест и типа стационарных держателей необходимо обращать при монтаже систем горячей воды и отопления, а также вертикальных участков всех систем из труб среднего и большого диаметра, напр., при монтаже вертикальных участков систем - стояков в многоэтажных домах.

С целью достижения необходимой стабильности систем, при этом не разрушая труб, рекомендуется, с одной или с обеих сторон стандартных стационарных держателей к трубе дополнительно приклеить седловидные элементы - ограничители, сделанные из двух половин трубы большего диаметра (рис. 34).

**Примечание:** места установки таких ограничителей должны быть определены с большой точностью, так как они к трубе крепятся клеевым способом. Склеивание ограничителей с трубами проводится по той же технологии, как и сборка труб с соединительными элементами.



**Рис. 34.** Схема приклеивания дополнительных ограничителей из труб большего диаметра

где: 1 - седловидные элементы - ограничители из труб большего диаметра;  
 2 - эластичная прокладка;  
 3 - стационарный держатель;  
 4 - труба;  
 5 - стена (конструктивный элемент здания).

Варианты применения стационарных держателей с дополнительными ограничителями представлены на рис. 35, 36. Примерное расположение держателей обоих типов в системе водоснабжения/отопления представлено на рис. 37. Для выполнения таких функций, держатели обоих типов должны подбираться учитывая целый ряд факторов, связанных с системой: таких как назначение системы, проектное решение, диаметр применяемых труб, количество компенсаторов, общий вес, высота стояков, параметры воды (теплоносителя) и т. д.

Стационарные держатели с дополнительными ограничителями (рис. 35, 36).

а) стационарный держатель трубы с дополнительными ограничителями с обеих сторон

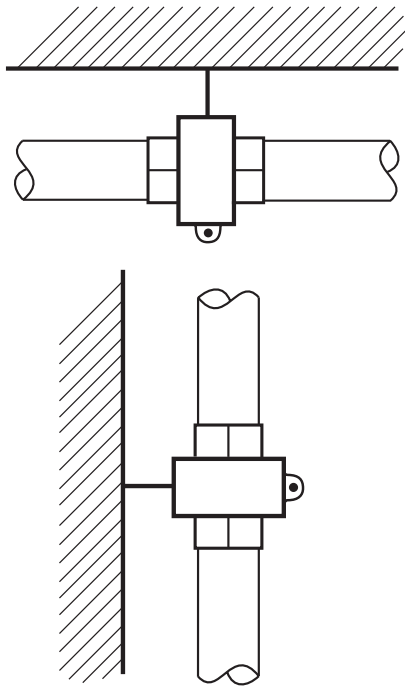


Рис. 35

б) стационарный держатель трубы установленный рядом с фасонной частью (с дополнительными ограничителями с одной стороны)

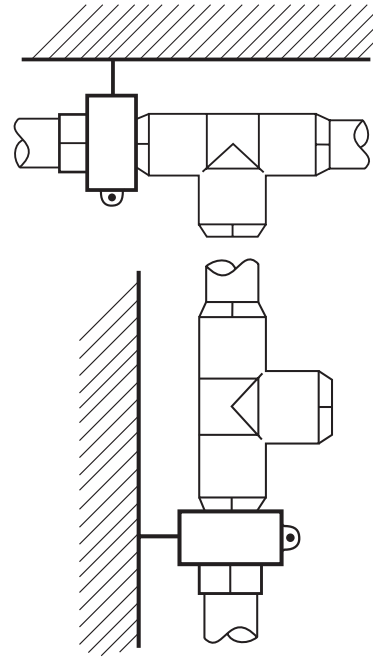
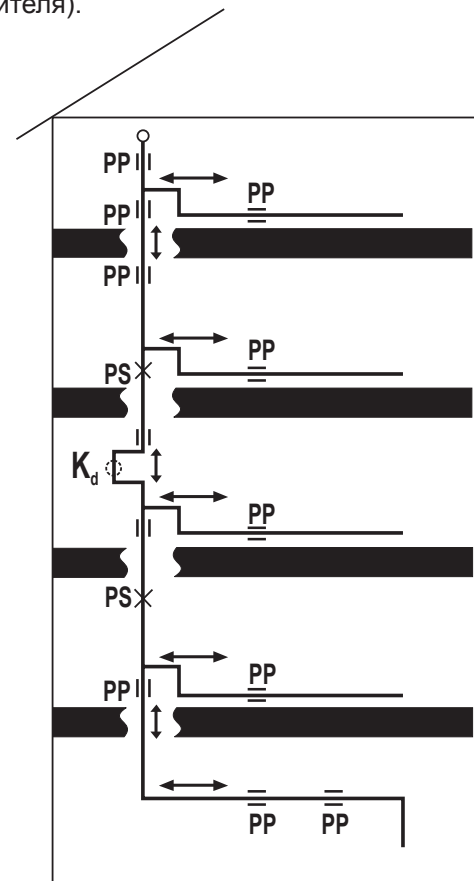


Рис. 36

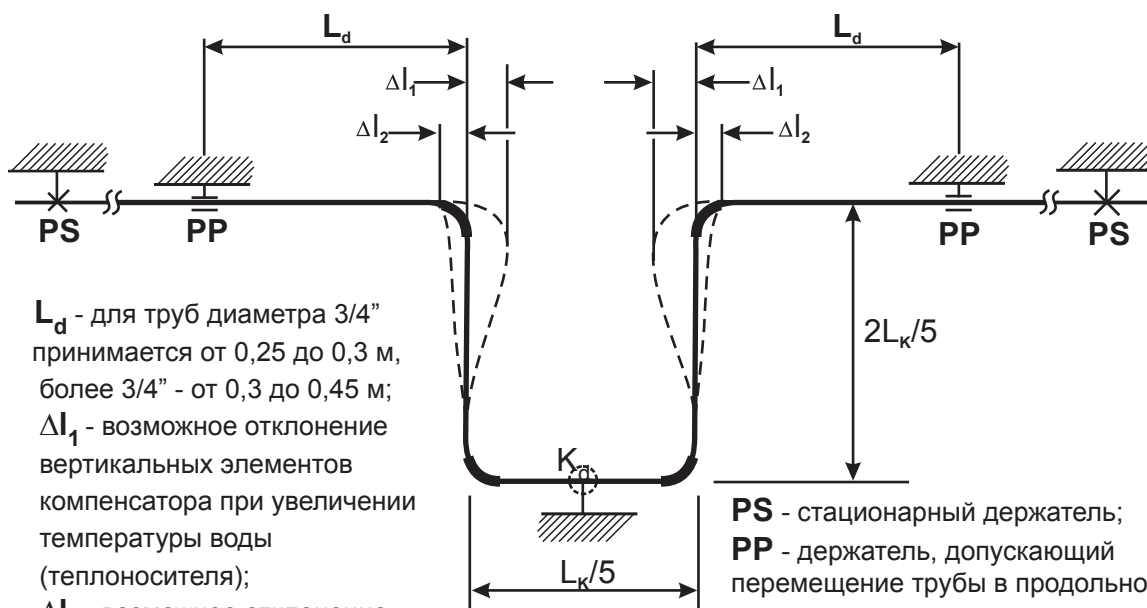
Для обеспечения свободного перемещения труб во время их удлинения, под воздействием увеличения температуры воды, вблизи компенсирующей петли, должны применяться держатели, допускающие продольное перемещение труб (см. рис. 38). Горизонтальный элемент компенсирующей петли крепится дополнительно (при необходимости, в зависимости от формы, габаритов компенсаторов и диаметра труб системы, а также параметров воды / теплоносителя).

Рис. 37. Возможные места установки держателей

**PS** - стационарный держатель;  
**PP** - держатель, допускающий перемещение трубы в продольном направлении;  
**K<sub>d</sub>** - место дополнительного крепления;  
 ↔ направление возможного перемещения (удлинение-сокращение) труб под воздействием изменения температуры воды (теплоносителя) или окружающей среды.



**Рис. 38.** Компенсирующая петля („U” образный компенсатор) и места установки держателей



где:  $L_d$  - для труб диаметра 3/4" принимается от 0,25 до 0,3 м, более 3/4" - от 0,3 до 0,45 м;  
 $\Delta l_1$  - возможное отклонение вертикальных элементов компенсатора при увеличении температуры воды (теплоносителя);  
 $\Delta l_2$  - возможное отклонение вертикальных элементов компенсаторов при снижении температуры воды (теплоносителя) или окружающей среды, ниже температуры монтажа;  
 $\Delta l_1 > \Delta l_2$ .

**PS** - стационарный держатель;  
**PP** - держатель, допускающий перемещение трубы в продольном направлении;  
**K<sub>d</sub>** - место дополнительного крепления (при необходимости, в зависимости от габаритов петли и диаметра труб системы);  
 $L_k$  определяется по формуле 8 (стр. 35) или графическим методом (рис.

#### 4.4. Подключение арматуры и оборудования

Арматура (санитарная, измерительная, регулирующая) должна соответствовать условиям работы (параметрам давления и температуры) систем из продуктов Genova Products. В других случаях, например, в промышленных системах – следует применить специальную или промышленную арматуру.

Во время монтажа клапанов и арматуры, вызывающей нагрузку на трубы, следует применять стационарные держатели.

Водоразборную, запорную, предохранительную и измерительную арматуру необходимо закреплять при помощи специальных соединительных муфт, латунных монтажных пластинок или специальных муфт с внутренней или наружной резьбой.

Оборудование, находящиеся в движении (вибрирующее), например, напорные насосы или компрессоры, должны быть закреплены таким образом, чтобы не передавать колебаний на систему трубопроводов из ПВХ и ХПВХ. В отдельных случаях следует применять эластичные соединения.

Подключая котлы или электронагреватели, следует обратить внимание на защиту труб от слишком высоких температур поверхности этих установок или их элементов. В случае нагревания их до температуры 60°C, следует применять металлические патрубки длиной 50 см, к которым при помощи соединительных муфт подключаются элементы Genova Products, при температуре выше 60°C - длина патрубка должна быть до 1 м.

Монтируя трубы и элементы Genova Products в системах, где возможны высокие температуры воды (теплоносителя), например, в случае применения газовых водонагревателей, необходимо применять термостаты для защиты системы от слишком высоких температур. Термостаты должны быть установлены в пределах температуры, не превышающей допустимой температуры для ХПВХ. Патрубки холодной воды ко всем нагревательным устройствам должны быть изготовлены из ХПВХ. Для этого необходимо применять переходники для ПВХ / ХПВХ.

При монтаже систем из ПВХ также необходимо учесть наличие других источников тепла, как дымовые трубы, газовые плиты, электронагреватели и т.д. и при необходимости изолировать их или оберегать от их соприкосновения с трубами ПВХ.

## 4.5. Проведение гидравлических испытаний

Гидравлические испытания систем на внутреннее давление должны быть проведены по истечении времени, необходимого для достижения требуемой прочности соединяемых элементов (см. таблицу 17). Изделия Genova Products очень хорошо склеиваются в систему. Благодаря этому, необходимая прочность соединений достигается очень быстро после их склеивания. Перед проведением гидравлических испытаний, следует визуально осмотреть систему на обнаружение течей воды. Испытания проводятся только после уплотнения и ликвидации видимых течей. Условия и параметры проведения испытаний должны соответствовать ниже указанным:

- следует отключить элементы санитарной арматуры, которая во время повышенного давления может быть повреждена или мешать испытаниям на внутреннее давление. В местах отключения арматуры следует смонтировать пробки, заглушки или запорные клапаны;
- в местах самого высокого давления в системе (обычно это самый низкий пункт системы) необходимо подключить манометр с точностью отсчета 0,01 Па;
- подготовленную систему наполнить холодной водой, удалить воздух, а затем провести тщательный визуальный осмотр всех элементов, контролируя их плотность при статическом давлении воды в системе;
- давление повышать при помощи специального насоса, который снабжен градуированным дисковым манометром (с диапазоном на 50% больше, чем давление испытания), с делением шкалы 0,01 Па;
- для водопроводных систем (холодной или горячей воды) давление повышать до 1,5 кратного предельного рабочего давления установленного для конкретной системы, не нарушая при этом допустимых температурных режимов для конкретной трубы;
- для систем отопления давление повышать на 0,2 МПа больше предельного рабочего давления;
- в зависимости от назначения и сложности систем, уровня организации проведения и технического присмотра монтажных работ, а также от рабочих параметров систем, тестирование под давлением необходимо проводить в течение от 2 до 25 часов.

После проведения испытаний, систему следует промыть холодной водой для удаления загрязнений и опилок, которые обычно бывают, когда для резки труб применяется наковка вместо ножниц. После этого, подключаются арматура и проводится регулирование. Необходимо помнить, чтобы все испытания элементов и системы в целом нужно провести перед проведением отделочных работ, особенно если система монтируется под штукатуркой, в бетоне или закрывается другими способами.

### **\*Конечная приемка**

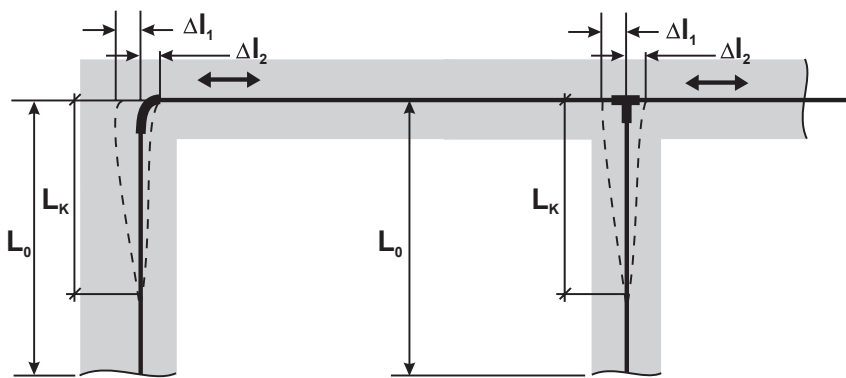
Все испытания на внутреннее давление (промежуточные и конечные) систем горячей и холодной воды, а также отопления, вместе с их результатами (какие бы они не были), должны быть зафиксированы в форме протокола (акта). Принимая санитарные системы, также системы отопления, следует обратить внимание на соответствие проекта фактическому исполнению, особенно на правильность исполнения конструкций компенсации температурных удлинений.

В письменном виде должны быть зафиксированы не только результаты испытания на внутреннее давление, но и общая оценка монтажных работ и все изменения (несоответствия) в проекте. Все технически обоснованные изменения, при согласии и подтверждении проектировщиком, заказчиком, а также другими лицами или организациями принимающими систему, должны быть внесены в проект, который заново должен быть утвержден в установленном порядке. Акт испытания и сдачи системы, вместе с исправленным проектом, являются неотъемлемой частью всей проектно-технической документации системы и всего здания (объекта).

## 4.6. Прокладка трубопроводов в каналах и стенах

Принципиально системы из ПВХ и ХПВХ в основном не отличаются от систем из металла. Однако необходимо учесть различные температурные удлинения ХПВХ и металла. Важным является то, чтобы системы из ХПВХ монтировались и укладывались без напряжения. Для этого необходимо, чтобы проходы через стены и монтаж держателей проводились на достаточном расстоянии от пунктов изменения направления системы. В местах изменения направления, для свободного перемещения труб





**Рис. 39.** Изолирование труб и элементов системы для свободного перемещения труб и элементов системы,

где:

$\Delta I_1$  - возможное отклонение вертикальной трубы системы (при удлинении горизонтальной трубы системы);

$\Delta I_2$  - возможное отклонение вертикальной трубы системы (при сокращении горизонтальной трубы системы);

$L_0$  - длина (зона) эластичного кожуха, позволяющего отклонение трубы;

$L_k$  - общая длина компенсирующего плеча (см. раздел 2.6, стр. 33)

↔ направление возможного перемещения трубы;

$\Delta I_1 > \Delta I_2$ .

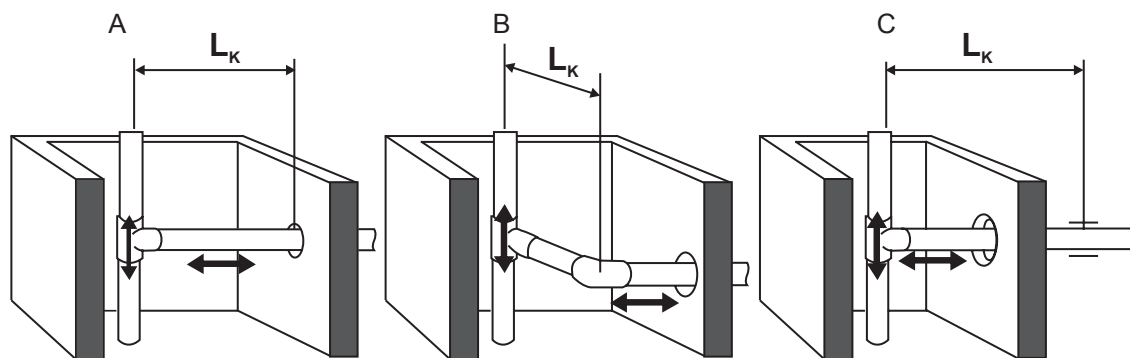
и элементов системы, под воздействием температуры, следует фасонные детали и компенсирующее плечо изолировать эластичными материалами, например, цилиндрическими кожухами (см. рис.39). Диаметр и эластичность кожуха должны обеспечивать возможное перемещение труб и элементов систем без их разрушения.

Необходимо, чтобы напряжения создающиеся под воздействием температур в системах, монтируемых в стенах, не превышали допустимые пределы прочности для труб ХПВХ.

Трубы, прокладываемые в каналах, не должны изгибаться в продольном направлении и соприкасаться с ограждающими конструкциями. Это достигается правильным размещением держателей, допускающих продольное перемещение труб, и стационарных (неподвижных) держателей, а также хорошим подбором компенсаторов. Во время монтажа труб - при переходе через стены, строительные конструкции, следует их монтировать в защитных кожухах (для этой цели можно применять, например, отрезки труб большего диаметра), наполненных полиэтиленовой или пенополиуретановой изоляцией или другим доступным наполнителем (следует применять химические материалы нейтральные по отношению к ПВХ и ХПВХ). В местах таких переходов и в каналах не следует проводить ни соединений труб, ни их крепления.

Трубы, прокладываемые в вертикальных каналах и разветвлениях на этажах должны иметь свободное перемещение при изменении длины вертикальной трассы под воздействием повышения температуры воды (теплоносителя)(см. рис. 40). Этого можно достичь путем определенных габаритов (размеров) канала (А), путем монтажа компенсирующего плеча (В) или увеличением диаметра отверстия для вывода ответвления (С) (в случае узких каналов). Длина  $L_k$  определяется по методике представленной в разделе 2.6 (стр. 33).

**Рис. 40.** Возможные конструкции компенсаторов в нормальных (А, В) и узких (С) каналах



↔ - направление возможного перемещения труб;

$L_k$  - длина компенсирующего плеча.

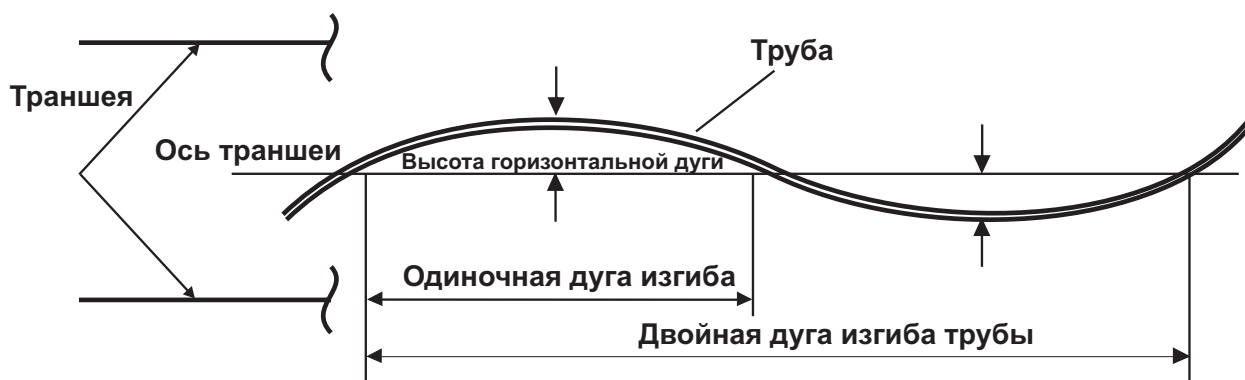
Системы из ПВХ и ХПВХ, монтируемые в каналах под штукатуркой, должны быть изолированы, напр., завернуты в картонную или другую оболочку (или изолированы другими способами) для защиты труб от повреждения. При изменении направления трасс в стенах под штукатуркой или в других строительных конструкциях, а также при выходе наружу, необходимо применять губчатую изоляцию. Системы из ПВХ должны проходить на безопасном расстоянии от источников тепла, например, трубопроводов горячей воды, если невозможно их изолировать.

Трубы, проходящие в каналах и под штукатуркой, соответственно должны быть отмечены в проектной и исполнительной документации. Трубы, прокладываемые в неотапливаемых помещениях, следует изолировать для защиты от замерзания в них находящейся воды. Если существует опасность механического повреждения труб - они должны быть защищены другими методами.

#### 4.7. Прокладка труб в траншеях

Трубы Genova Products можно монтировать в подготовленных для этого траншеях. Дно траншеи должно быть гладким, без камней. Если в траншее находятся камни или валуны, следует их удалить или сделать подсыпку. Ширина траншеи должна быть достаточной для проведения как монтажных работ, так и для прокладки трубы «змейкой». На рисунке 41 представлена прокладка трубы в траншее.

Рис. 41. Змеевидное расположение трубы в траншее



#### 4.8. Общие рекомендации и замечания

\* Одним из основных моментов при монтаже систем из ПВХ и ХПВХ является их защита от механических повреждений, таких как:

- намеренные или случайные повреждения;
- повреждения вследствие нарушения технических и технологических требований проекта, монтажа и эксплуатации.

\* Прокладка труб

При прокладке труб необходимо учитывать температуру окружающей среды во время монтажа, температурные удлинения, при этом использовать естественные своды и изгибы, присутствующие в конструкциях строения. Принимая во внимание возможность механических повреждений труб из ПВХ и ХПВХ, при низкой культуре эксплуатации, рекомендуется их изолировать, огородить или закрыть жесткими материалами (элементами).

\* Прокладка труб в стенах и перекрытиях

Укладка труб внутри строительных конструкций может быть разделена на:

- укладку труб в каналах;
- укладку труб в шахтах;

- укладку труб в монолитном бетоне, под штукатуркой.

При укладке труб в монолитном бетоне или под штукатуркой, учитывая температурное удлинение, их необходимо уложить в эластичную термоизоляцию или изолировать другими материалами.

Трубы, проходящие сквозь стены, перекрытия, нужно помещать в защитную трубу (кожух), диаметр которой на один порядок больше диаметра трубы, или в эластичный кожух. Минимальная толщина бетонного слоя (или штукатурки) должна быть не менее 2,5 см от наружной поверхности защитного кожуха.

\* При монтаже систем в технологических шахтах необходимо обратить внимание на то, чтобы ответвление имело гарантированную возможность компенсации удлинений стояка, что достигается соответствующим расположением трубы или применением компенсирующего плеча (петлей).

\* В случае двухтрубного стояка, обе трубы должны располагаться параллельно, сохраняя при этом постоянное расстояние между осями, составляющее 80 мм при диаметре трубы не превышающей 40 мм. Допустимое отклонение  $\pm 5$  мм. Расстояние между осями труб может меняться в сторону увеличения, в зависимости от габаритов вентиля и других приборов, находящихся в системах.

\* На практике величина линейного удлинения систем из ХПВХ гораздо меньше расчетной. Эластичность труб и надежность клеевых соединений позволяют в значительной мере компенсировать изменения длины труб, возникающие в связи с изменением температуры.

\* Для участков труб из ХПВХ длиной до 3 м не применяются температурные компенсаторы.

\* Для участков труб длиной более 3 м компенсаторы применяются.

\* Более подробно о компенсаторах температурных удлинений см. в разделе 2 п.2.6.

\* Вследствие низкого коэффициента теплопроводности на трубах из ПВХ и ХПВХ практически не образуется конденсат.

\* Это явление бывает только в помещениях с очень высокой влажностью воздуха (бани, душевые, прачечные и т.д.), при низкой температуре воды в системе.

\* В случае замерзания воды в трубах, следует подогреть трубу теплым воздухом, а затем изолировать, чтобы предотвратить дальнейшее замерзание. Если необходимо, можно перерезать трубу и подключить ее к насосу с горячей водой. Открытый огонь для размораживания не применять!

\* Испытание можно начинать только после определенного времени, после выполнения последнего соединения (склеивания) и просушки склеенных зон, учитывая при этом размеры соединяемых элементов, влажность и температуру окружающей среды во время сушки (таблица 17).

\* Для трубопроводов, проходящих под бетонным слоем или штукатуркой, испытания проводятся перед штукатуриванием или бетонированием.

\* При изменении направления трубы и при ее выходе из-под штукатурки или другого жесткого материала необходимо применять губчатую изоляцию (кожух), которая обеспечивает возможность перемещения труб, при их удлинении. В местах, где существует вероятность возникновения больших механических усилий (краны, головки душа), необходимо применять металлические соединители с резьбой.

\* Для уплотнения резьбовых соединений из ПВХ и ХПВХ применять только тефлоновую ленту. Затягивание таких резьбовых соединений необходимо осуществлять только руками, при необходимости можно осторожно их подтянуть при помощи гаечного ключа, но не более на 1/4 - 1/2 оборота.

\* В системах для горячей воды нельзя осуществлять монтаж металлической трубы, имеющей наружную резьбу с полимерной трубой, имеющей внутреннюю резьбу. Для обеспечения работоспособности соединений металла с трубами из ПВХ и ХПВХ, необходимо применять специальные (пластик - металл) соединительные переходники. Трубы из ПВХ имеющие внутреннюю резьбу можно соединять непосредственно с металлическими трубами имеющими наружную резьбу только диаметров от 1/2" до 2" включительно.

\* Клей, прошедший гарантийный срок, загустевший до желеобразного состояния или изменивший цвет, использовать запрещается. Клей не разбавляется ни какими разбавителями.

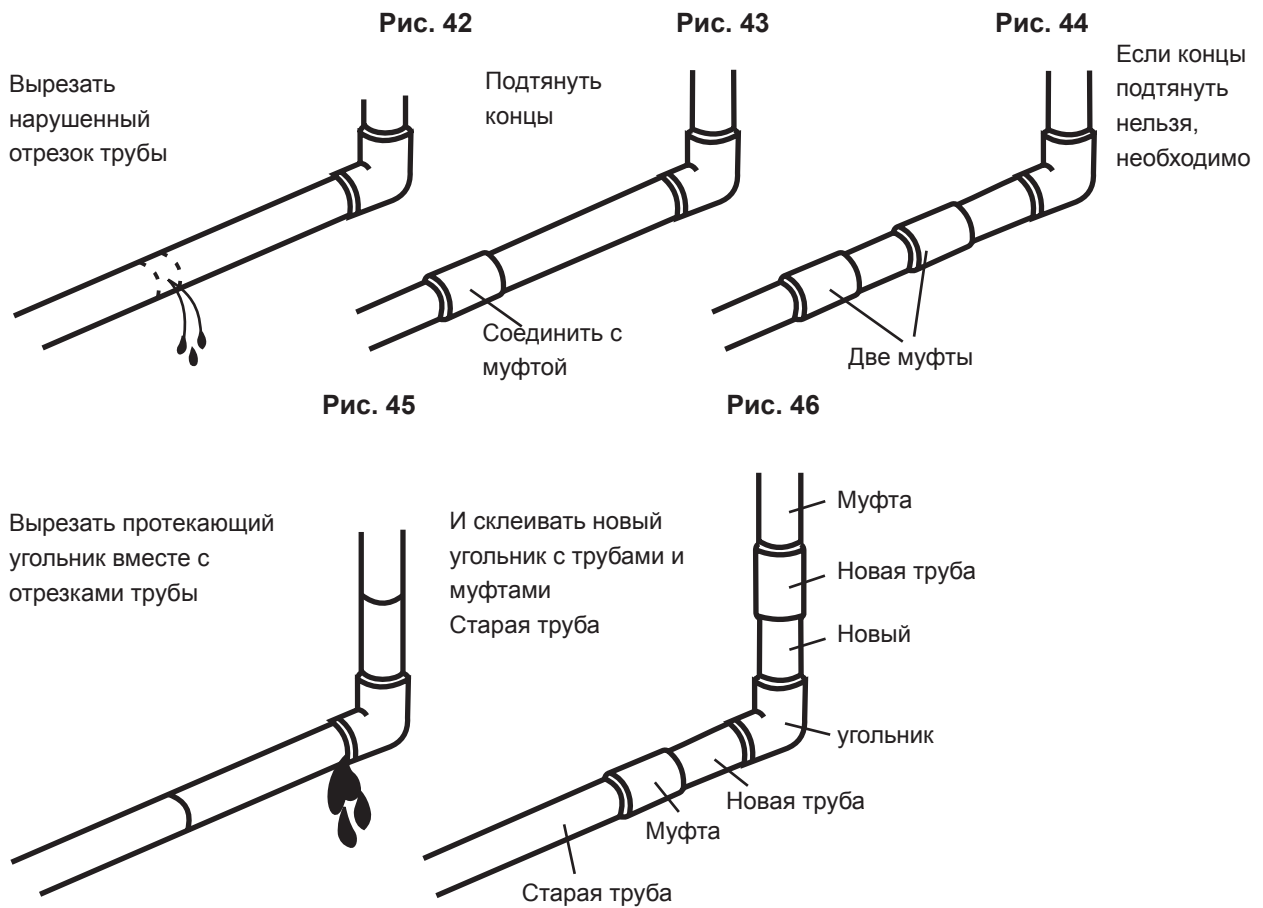
\* Резку труб желательно проводить только специальными ножницами. Для этой цели можно использовать и обычную ножовку для металла, но перед склеиванием следует тщательно очистить соединяемые элементы от опилок и заусенцов.

\* В точках постоянного крепления труб между трубой и зажимом необходимо применять эластичные прокладки.

## 4.9. Ремонт систем

В случае мелкой течи (рис. 42) следует выключить подачу воды, выпустить воду из системы (или ее участка) и просушить ее в течение нескольких часов. Для ускорения этого процесса систему можно продуть. Затем в очищенное отверстие на поверхности трубы вводится клей и поврежденное место плотно завертывается полимерной электрической изоляционной лентой. В случае более значительных повреждений трубы, следует вырезать поврежденный отрезок и при возможности подтягивания ее концов, склеивать при помощи соединительной муфты (см. рис. 43). Когда концы трубы нельзя подтянуть, необходимо применять дополнительный отрезок трубы и две соединительные муфты (см. рис. 44).

В случае течи в зоне угольника самым надежным методом ремонта является вырезка угольника вместе с отрезками трубы и вставка в это место новых отрезков трубы с угольником и двумя муфтами (см. рис. 45, 46).



## 5. ТРАНСПОРТИРОВКА И СКЛАДИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ *GENOVA PRODUCTS*

Изделия ПВХ и ХПВХ необходимо оберегать и защищать от механических повреждений, особенно в процессе транспортировки, складирования, монтажа и эксплуатации.

### **\*Трубы**

Трубы Genova Products являются почти в 6 раз легче, чем стальные, поэтому их перемещение значительно удобнее. Их необходимо складировать и перевозить в горизонтальном положении на ровной и плоской подложке, чтобы не допустить их изгиба. Складируют их можно в помещениях и на открытых площадках с крышами. При складировании на открытом воздухе, следует защитить их от непосредственного воздействия солнечных лучей. Чтобы избежать механических повреждений не следует их складировать вместе с металлическими трубами. Трубы должны складироваться в прямых отрезках, в штабелях на ровной подложке, лучше всего на деревянных брусках, шириной не менее 0,1 м и с промежутками от 1 до 2 метров. Допускается укладка труб в семь слоев, однако не следует превышать высоты складирования свыше 1 м для труб с меньшими диаметрами (до 2") и 2 м для труб с более значительными диаметрами (выше 2"). Трубы с разными диаметрами должны складироваться отдельно, а если таких возможностей нету, то трубы с большими диаметрами и более толстыми стенками должны находиться внизу. В случае нарушения условий складирования, при высоких температурах окружающей среды, может произойти деформация труб в нижних слоях. При температурах ниже нуля, изделия из ПВХ и ХПВХ становятся хрупкими, поэтому следует с ними обращаться более осторожно – ни в коем случае не бросать!

Нельзя волочить как одиночные трубы, так и пучки по подложке или в помещениях. В складских помещениях трубы рекомендуются складировать на стеллажах.

### **\*Фитинги**

Соединительные муфты и всякие другие соединительные детали (фасонные части, клапаны, фланцы) следует хранить в закрытых помещениях. Изделия Genova Products упаковываются от 5 до 600 штук в картонные коробки, которые должны быть размещены на полках.

### **\*Клей и средства для очистки**

Клей и средства для очистки должны складироваться в похожих условиях как соединительные детали и элементы, однако необходимо учесть, что это легковоспламеняющиеся средства, поэтому следует их хранить отдельно от источников огня, учитывая необходимые меры противопожарной безопасности. Эти продукты должны складироваться отдельно от других изделий, в помещениях при температуре от 0°C до +35°C. Следует обратить внимание на срок годности клея, потому что просроченный или имеющий желеобразную консистенцию клей не пригоден для дальнейшего применения.

## 6. ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Таблица определяющая пригодность применения ПВХ и ХПВХ для разных химических веществ

- Р** - означает, что для данного химического агента системы из ПВХ или ХПВХ рекомендуется;  
**НР** - означает, что не рекомендуется;  
 - - обозначает отсутствие специфической рекомендации.

Материал	ПВХ		ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Уксусный альдегид	НР	НР	НР	НР	НР
Уксусная кислота, чистая	НР	НР	НР	НР	НР
Уксусная кислота, 10 %	Р	Р	Р	Р	Р
Уксусная кислота, 20 %	Р	Р	Р	Р	Р
Уксусная кислота, 80 %	Р	Р	-	-	-
Уксусная кислота, леденая	Р	НР	-	-	-
Уксусный альдегид	НР	НР	НР	НР	НР
Ацетон	НР	НР	НР	НР	НР
Ацетилен	Р	Р	-	-	-
Адипиновая кислота	Р	Р	Р	Р	Р
Аллиловый спирт, 96%	Р	НР	-	-	-
Хлористый аллил	НР	НР	-	-	-
Квасцы	Р	Р	Р	Р	Р
Аллюминиевые квасцы	Р	Р	-	-	-
Хлорид аллюминия	Р	Р	Р	Р	Р
Гидроокись аллюминия	Р	Р	Р	Р	Р
Хлороокись аллюминия	Р	Р	-	-	-
Нитрат аллюминия	Р	Р	Р	Р	Р
Сульфат аллюминия	Р	Р	Р	Р	Р
Аммиак (газ-сухой)	Р	Р	Р	Р	Р
Аммиак жидкий	НР	НР	НР	НР	НР
Ацетат аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Аммониевые квасцы	Р	Р	-	-	-
Кислый фторид аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Карбонат аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Хлорид аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Фторид аммония, 25%	Р	НР	-	-	-
Гидроксид аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Гидроокись аммония, 10%	Р	Р	Р	Р	Р
Гидроокись аммония, 28%	Р	Р	НР	НР	НР
Истофосфат аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Нитрат аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Персульфат аммония	Р	Р	Р	-	-
Фосфат аммония	Р	Р	-	-	-
Сульфид аммония	Р	Р	-	-	-
Тиоционат аммония	Р	Р	Р	Р	Р
Амилацетат	НР	НР	НР	НР	НР
Амиловый спирт	Р	НР	Р	Р	НР
Амилхлорид	НР	НР	-	-	-
Анилин	НР	НР	НР	НР	НР
Хлоргидрат анилина	НР	НР	-	-	-
Солянокислый анилин	НР	НР	-	-	-

Продолжение приложения 1

Материал	ПВХ		ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Антрахинон	-	-	-	-	-
Антрахинонсульфоновая кислота	P	P	-	-	-
Трехлористая сурьма	P	P	-	-	-
Царская водка	P	P	-	-	-
Ароматические углеводы	HP	HP	HP	HP	HP
Мышьяковая кислота, 80%	P	P	-	-	-
Карбонат бария	P	P	P	P	P
Хлорид бария	P	P	P	-	-
Гидроокись бария	P	P	-	-	-
Сульфат бария	P	P	P	P	P
Сульфид бария	P	P	P	P	P
Пиво	P	P	-	-	-
Жидкость из свекловичн. сахара	P	P	-	-	-
Бензальдегид, 10%	P	P	-	-	-
Бензальдегид, >10%	HP	HP	-	-	-
Бензол	HP	HP	HP	HP	HP
Бензойная кислота	P	P	-	-	-
Карбонат висмута	P	P	-	-	-
Черный щелок	P	P	P	P	P
Отбеливатель (12% Cl)	P	P	P	P	P
Тетрабонат натрия	P	P	P	-	-
Борная кислота	P	P	P	P	P
Breeders pellets (производная рыбы)	P	P	-	-	-
Бромноватая кислота	P	P	P	P	P
Бром (жидкость)	HP	HP	-	-	-
Бром, пар 25%	P	P	-	-	-
Бромная вода	P	P	-	-	-
Бутадиен	P	P	P	P	-
Бутан	P	-	-	-	-
Бутанол, первичный	P	P	P	P	HP
Бутанол, вторичный	P	HP	P	P	HP
Бутилацетат	P	HP	HP	HP	HP
Бутиловый спирт	P	P	-	-	-
Бутилфенол	P	HP	-	-	-
Масляная кислота	P	HP	-	-	-
Цианистый кадмий	P	P	-	-	-
Гидросульфид кальция	P	P	P	P	P
Бисульфид кальция	P	P	-	-	-
Карбонат кальция	P	P	P	P	P
Хлорид кальция	P	P	P	P	P
Гидроокись кальция	P	P	P	P	P
Гипохлорид кальция	P	P	P	P	P
Нитрат кальция	P	P	P	P	P
Окись кальция	P	P	-	-	-
Сульфат кальция	P	P	-	-	-
Гидросульфид углерода	HP	HP	HP	HP	HP
Двуокись углерода	P	P	P	P	P
Окись углерода	P	P	P	P	P
Тетрахлоруглерод	P	HP	HP	HP	HP
Угольная кислота	P	P	-	-	-
Касторовое масло	P	P	-	-	-
Едкий калий	P	P	P	P	P
Едкая сода	P	P	P	P	P

Продолжение приложения 1

Материал	ПВХ		ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Растворитель из группы этиленгликоля	P	HP	-	-	-
Хлоруксусная кислота	P	P	-	-	-
Хлоральгидрат	P	P	-	-	-
Хлорноватая кислота, 20%	P	P	-	-	-
Хлор (вода)	P	P	-	-	-
Хлор (сухой)	HP	HP	-	-	-
Хлор газ	HP	HP	HP	HP	HP
Хлор, газ (мокрый)	HP	HP	HP	HP	HP
Хлорная вода	P	P	P	P	P
Хлорбензол	HP	HP	HP	HP	HP
Хлороформ	HP	HP	HP	HP	HP
Хлорсульфоновая кислота	P	-	-	-	-
Хромово-калиевые квасцы	P	P	-	-	-
Хромовая кислота, 10%	P	HP	P	P	P
Хромовая кислота, 50%	HP	HP	P	P	P
Лимонная кислота	P	P	-	-	-
Карбонат меди	P	P	P	-	-
Хлорид меди	P	P	P	P	P
Цианистая медь	P	P	-	-	-
Фторид меди	-	-	-	-	-
Нитрат меди	P	P	-	-	-
Сульфат меди	P	P	P	P	P
Крахмальная патока кукурузная	P	P	-	-	-
Хлопковое масло	P	P	P	P	P
Крезол	P	HP	-	-	-
Крезолитовая кислота, 50%	HP	HP	-	-	-
Нефть	P	P	P	P	P
Фторид меди (II)	P	P	P	-	-
Сульфат меди (II)	P	P	P	P	P
Хлорид меди (I)	P	P	-	-	-
Циклогексанол	HP	HP	HP	HP	HP
Циклогексанон	HP	HP	HP	HP	HP
Детергенты	P	P	P	P	P
Декстрин	P	P	P	P	P
Декстроза	P	P	P	P	P
Диазосоли	P	P	-	-	-
Дигликолевая кислота	P	P	-	-	-
Диметиламин	P	P	-	-	-
Диоктилфталат	HP	HP	HP	HP	HP
Вторичный фосфат натрия	P	P	P	P	P
Дистиллированная вода	P	P	P	P	P
Сложные эфиры	HP	HP	HP	HP	HP
Эфиры	HP	HP	HP	HP	HP
Этилацетат	HP	HP	HP	HP	HP
Этилакрилат	HP	HP	HP	HP	HP
Этиловый спирт	P	P	-	-	-
Хлористый этил	HP	HP	HP	HP	HP
Этиловый эфир	HP	HP	HP	HP	HP
Бромистый этилен	HP	HP	HP	HP	HP
Этиленхлоргидрин	HP	HP	HP	HP	HP
Дихлор этилен	HP	HP	HP	HP	HP
Этиленгликоль	P	P	P	P	P
Этиленоксид	HP	HP	HP	HP	HP



Продолжение приложения 1

Материал	ПВХ		ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Жирные кислоты	P	P	-	-	-
Хлорид железа (II)	P	P	P	P	P
Сульфат железа (II)	P	P	P	P	P
Рыбные вещества растворенные	P	P	-	-	-
Борофтористоводородная кислота	P	P	P	P	P
Фтор, газ (мокрый)	P	P	-	-	-
Фтор, газ	P	HP	-	-	-
Кремнефтористоводородная к-та, 25%	P	P	P	P	P
Формальдегид	P	P	P	P	P
Муравьиная кислота	P	HP	-	-	-
Д-фруктоза	P	P	P	P	P
Соки и плодовая пульпа	P	P	P	P	P
Фурфурал	HP	HP	-	-	-
Фреон 11	P	P	P	P	-
Фреон 12	P	P	P	P	-
Фреон 22	HP	-	-	-	-
Галловая кислота	P	P	-	-	-
Бензин	HP	HP	HP	HP	HP
Высокооктанвый бензин	HP	HP	HP	HP	HP
Бензин, реактивное топливо ОП-4	HP	HP	HP	HP	HP
Бензин, реактивное топливо ОП-5	HP	HP	HP	HP	HP
Глюкоза	P	P	P	P	P
Глицерин	P	P	P	P	P
Гликоль	P	P	P	P	P
Гликолевая кислота	P	P	-	-	-
Виноградный сахар	P	P	P	P	P
Гептан	P	P	P	-	-
Гексан	P	-	P	P	-
Гексанол третичный	P	P	-	-	-
Бромистоводородная кислота, 20%	P	P	-	-	-
Бромистоводородная кислота, 10%	P	P	P	P	P
Бромистоводородная кислота, 30%	P	P	P	P	P
Бромистоводородная кислота, 35%	P	P	P	P	P
Хлористоводородная кислота, конц.	P	HP	-	-	-
Цианистоводородная кислота	P	P	-	-	-
Фтористоводородная кислота, 48%	P	HP	-	-	-
Фтористоводородная кислота, 50%	P	HP	-	-	-
Водород	P	P	-	-	-
Перекись водорода, 30%	P	P	P	-	-
Перекись водорода, 50%	P	P	-	-	-
Перекись водорода, 90%	P	P	-	-	-
Фосфористый водород	P	P	-	-	-
Сероводород	P	P	-	-	-
Гидрохинон	P	P	-	-	-
Гидроксиламинсульфат	P	P	-	-	-
Хлорноватистая кислота	P	P	-	-	-
Иодная настойка	HP	HP	-	-	-
Керосин	P	P	P	P	P
Кетоны	HP	HP	HP	HP	HP
Сульфатная жидкость	P	P	P	P	P
Молочная кислота, 25%	P	P	P	P	P
Лярд	P	P	P	P	P
Лауриновая кислота	P	P	-	-	-

Продолжение приложения 1

Материал	ПВХ			ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C	
Хлорангидрид лауриновая кислота	P	-	-	-	-	
Ацетат свинца (II)	P	P	P	P	P	
Хлорид свинца (II)	P	P	P	-	-	
Сульфат свинца (II)	P	P	P	P	P	
Линолевая кислота	P	P	-	-	-	
Линолевое масло	P	P	-	-	-	
Льняное масло	P	P	P	P	P	
Жировые эмульсии	P	P	-	-	-	
Бромид лития	P	P	-	-	-	
Смазочное масло ASTM # 1	P	P	P	-	-	
Смазочное масло ASTM # 2	P	P	P	-	-	
Смазочное масло ASTM # 3	P	P	P	-	-	
Машинное масло	P	P	-	-	-	
Карбонат магния	P	P	P	P	P	
Хлорид магния	P	P	P	P	P	
Цитрат магния	P	P	P	P	P	
Гидроокись магния	P	P	P	P	P	
Нитрат магния	P	P	-	-	-	
Сульфат магния	P	P	P	P	P	
Малеиновая кислота	P	P	-	-	-	
Яблочная кислота	P	P	-	-	-	
Газ изготовленный	P	P	P	P	P	
Хлорид ртути (II)	P	P	P	-	-	
Цианистая ртуть (II)	P	P	P	P	P	
Нитрат ртути (II)	P	P	-	-	-	
Ртуть	P	P	P	P	P	
Метилловый спирт	P	P	P	P	P	
Хлористый метил	HP	HP	HP	HP	HP	
Хлористый метилен	HP	HP	HP	HP	HP	
Метил этилкетон	HP	HP	HP	HP	HP	
Метилизобутилкетон	HP	HP	HP	HP	HP	
Метилсульфат	P	HP	-	-	-	
Метилсерная кислота	P	P	-	-	-	
Молоко	P	P	P	P	-	
Минеральные масла	P	-	P	-	-	
Смешенные кислоты	P	P	P	P	P	
Меласа	P	P	P	P	P	
Соляная кислота	P	P	P	P	P	
Нафталин	HP	HP	-	-	-	
Природный горючий газ	P	P	P	P	P	
Хлорид никеля (II)	P	P	P	P	P	
Нитрат никеля (II)	P	P	-	-	-	
Сульфат никеля (II)	P	P	P	-	-	
Никотин	P	P	-	-	-	
Никотиновая кислота	P	P	-	-	-	
Азотная кислота, ангидрид (употреблять исключительно 1120)	P	HP	HP	HP	HP	
Азотная кислота, 10%	P	P	P	P	P	
Азотная кислота, 30%	P	P	P	P	P	
Азотная кислота, 60%	P	P	P	P	P	
Азотная кислота, 68%	P	P	P	P	P	
Нитробензин	HP	HP	HP	HP	HP	
Закись азота	P	P	-	-	-	

Продолжение приложения 1

Материал	ПВХ		ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Масла и жиры	P	P	P	P	P
Масло, кислая нефть	P	P	P	P	P
Олеиновая кислота	P	P	-	-	-
Олеум	HP	HP	HP	HP	HP
Щавельная кислота	P	P	P	P	P
Кислород	P	P	P	P	P
Озон	P	P	-	-	-
Пальмитиновая кислота, 10%	P	P	-	-	-
Пальмитиновая кислота, 70%	P	HP	P	P	-
Парафин	P	P	P	-	-
Надуксусная кислота, 40%	-	-	-	-	-
Хлорная кислота, 10%	P	P	P	-	-
Хлорная кислота, 15%	P	HP	-	-	-
Хлорная кислота, 70%	P	HP	-	-	-
Фенол	P	HP	P	P	-
Фосген, жидкость	HP	HP	-	-	-
Фосфен, газ	P	-	-	-	-
Фосфорная кислота, 10%	P	P	P	P	P
Фосфорная кислота, 25%	P	P	P	P	P
Фосфорная кислота, 75%	P	P	P	P	P
Фосфорная кислота, 85%	P	P	P	P	P
Фосфор желтый	P	-	-	-	-
Пятиокись фосфора	P	-	-	-	-
Трихлорид фосфора	HP	HP	HP	HP	HP
Растворы для фотографий ДК#3	P	P	P	P	P
Проявитель "Декталь"	P	P	P	P	P
Фиксаж "Кодак"	P	P	P	P	P
Останавливающ. раствор "Кодак"	P	P	P	P	P
Пикриновая кислота	HP	HP	-	-	-
Латунь	P	P	P	P	P
Кадмий	P	P	P	P	P
Медь	P	P	P	P	P
Золото	P	P	P	P	P
Индий	P	P	P	P	P
Свинец	P	P	P	P	P
Никель	P	P	P	P	P
Родий	P	P	P	P	P
Серебро	P	P	P	P	P
Олово	P	P	P	P	P
Цинк	P	P	P	P	P
Алюминиево-калиевые квасцы	P	P	P	P	P
Бикарбонат калия	P	P	P	P	P
Бихромат калия	P	P	-	-	-
Борат калия	P	P	P	P	P
Бромат калия	P	P	P	P	P
Бромид калия	P	P	-	-	-
Карбонат калия	P	P	P	P	P
Хромат калия	P	P	P	-	-
Хлорат калия	P	P	P	-	-
Хлорид калия	P	P	P	P	P
Цианистый калий	P	P	-	-	-
Бихромат калия	P	P	P	P	P
Железосинеродистый калий	P	P	-	-	-

Продолжение приложения 1

Материал	ПВХ		ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Железистосинеродистый калий	P	P	-	-	-
Фторид калия	P	P	-	-	-
Гидроокись калия	P	P	P	-	-
Нитрат калия	P	P	P	P	P
Перборат калия	P	P	P	P	P
Перхлорат калия	P	P	P	-	-
Перманганат калия, 10%	P	P	P	-	-
Перманганат калия, 25%	P	HP	-	-	-
Сульфат калия	P	P	P	P	P
Пропан	P	P	P	P	-
Пропан, газ	P	P	-	-	-
Пропиловый спирт	P	P	P	P	-
Дихлорид пропилена	HP	HP	HP	HP	HP
Ванна коагулирующая искусств. целлюлозное волокно	P	P	-	-	-
Сегнетова соль	P	P	-	-	-
Морская вода	P	P	P	P	P
Селеновая кислота	P	-	-	-	-
Сточные воды	P	P	P	P	P
Кремневая кислота	P	P	P	-	-
Цианистое серебро	P	P	P	P	P
Нитрат серебра	P	P	P	P	P
Сульфат серебра	P	P	P	P	P
Мыла	P	P	P	P	P
Ацетат натрия	P	P	P	P	P
Натриевые квасцы	P	P	P	P	P
Бензоат натрия	P	P	P	P	P
Бикарбонат натрия	P	P	P	P	P
Бисульфат натрия	P	P	P	P	P
Бисульфит натрия	P	P	P	-	-
Бромид натрия	P	P	P	P	P
Карбонат натрия	P	P	P	P	P
Хлорат натрия	P	P	P	P	P
Цианистый натрий	P	P	P	P	P
Бихромат натрия	P	P	P	P	P
Гексацианоферриат натрия	P	P	P	P	P
Гексоцианоферроат натрия	P	P	P	P	P
Фторид натрия	P	P	P	P	P
Гидроокись натрия	P	P	P	P	P
Гидроокись натрия, 10%	P	P	P	P	P
Гидроокись натрия, 30%	P	P	P	P	P
Гидроокись натрия, 50%	P	P	P	P	P
Гидлохлорит натрия	P	P	P	P	P
Нитрат натрия	P	P	P	P	P
Перекись натрия	P	P	-	-	-
Сульфат натрия	P	P	P	P	P
Сульфид натрия	P	P	P	P	P
Сульфит натрия	P	P	P	P	P
Нефть кислая (Западный Техас)	P	P	-	-	-
Хлорид олова (IV)	P	P	P	P	P
Хлорид олова (II)	P	P	P	P	P
Крахмал	P	P	P	P	P
Стеариновая кислота	P	P	P	P	P

Продолжение приложения 1

Материал	ПВХ		ХПВХ		
	23°C	60°C	23°C	60°C	82°C
Раствор Stoddard'a	НР	НР	-	-	-
Сера	Р	Р	Р	Р	Р
Двуокись серы (сухая)	Р	Р	Р	Р	-
Двуокись серы (мокрая)	Р	НР	Р	Р	-
Трехокись серы	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 3%	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 10%	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 20%	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 33%	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 50%	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 70%	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 80%	Р	Р	Р	Р	Р
Серная кислота, 85%	Р	Р	Р	-	-
Серная кислота, 93%	Р	НР	Р	НР	НР
Серная кислота, 95%	НР	НР	-	НР	НР
Сернистая кислота	Р	Р	-	-	-
Дубильное масло	Р	Р	-	-	-
Танин	Р	Р	Р	Р	Р
Дубильные жидкости	Р	Р	Р	Р	Р
Винная кислота	Р	Р	Р	-	-
Тетра этиловинец	Р	-	-	-	-
Тетрагидрофуран	НР	НР	НР	НР	НР
Хлорид тионила	НР	НР	НР	НР	НР
Терпинеол	Р	-	-	-	-
Тетрахлорид титана	НР	НР	-	-	-
Талуол	НР	НР	НР	НР	НР
Трибутилфосфат	НР	НР	НР	НР	НР
Трихлорэтилен	НР	НР	НР	НР	НР
Триэтаноламин	Р	НР	-	-	-
Триметилпропан	Р	Р	-	-	-
Третичный фосфат натрия	Р	Р	Р	Р	Р
Скипидар	Р	Р	-	-	-
Мочевина	Р	Р	Р	Р	Р
Моча	Р	Р	Р	Р	Р
Уксус	Р	Р	Р	Р	Р
Винилацетат	НР	НР	НР	НР	НР
Вода шахтная, кислая	Р	Р	Р	Р	Р
Вода деионизированная	Р	Р	Р	Р	Р
Вода деминерализованная	Р	Р	Р	Р	Р
Вода дисциплированная	Р	Р	Р	Р	Р
Вода, свежая	Р	Р	Р	Р	Р
Вода, соленая	Р	Р	Р	Р	Р
“Виский”	Р	Р	Р	Р	Р
Белый алкоголь	Р	Р	Р	Р	Р
Вина	Р	Р	Р	Р	Р
Ксилол	НР	НР	НР	НР	НР
Хлорид цинка	Р	Р	Р	Р	Р
Нитрат цинка	Р	Р	Р	Р	Р
Сульфат цинка	Р	Р	Р	Р	Р

## Приложение &

### Переход из американской системы измерения в метрическую

#### Длины

1 миля континентальная 5280 фут = 1609 метров = 0,8684 морской мили

1 морская миля = 6081 фут = 1852 метра = 1,1516 мили континентальной

фут	дюйм	метр	сантиметр	миллиметр	микрон	ангстрем
1	12	0,3048	30,48	304,800	$3,048 \times 10^5$	$3,048 \times 10^5$
0,0833	1	0,0254	2,54	25,4	$2,54 \times 10^4$	$2,54 \times 10^8$
3,28083	39,37	1	100	1000	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^{10}$
0,03281	0,3937	0,01	1	10	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
$3,281 \times 10^3$	0,03937	0,001	0,01	1	1000	$10 \times 10^7$
$3,281 \times 10^6$	$3,937 \times 10^5$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	1	$1 \times 10^4$
$3,281 \times 10^{10}$	$3,937 \times 10^9$	$1 \times 10^{10}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^{17}$	$1 \times 10^4$	1

#### Давление

PSIG = фунт/дюйм<sup>2</sup> Gage

PSIA = фунт/дюйм<sup>2</sup> absolute

PSIA = PSIG + атмосферное давление

ТОРР = 133,322 Па

МПа =  $1 \times 10^6$

Па	атм	бар	кг/см <sup>2</sup>	psi	дюймы H <sub>a</sub>	микроны H <sub>dg</sub>
1	$9.8692 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	$1.0197 \times 10^5$	$1.4504 \times 10^4$	$2.9530 \times 10^4$	7.5006
101325	1	1.01325	1.0332	14.696	29.921	$760 \times 10^3$
100000	0.98692	1	1.01971	14.504	29.53	$750.059 \times 10^3$
98066.5	0.96784	0.98067	1	14.223	28.959	$735.56 \times 10^3$
6894.757	0.06805	0.06895	0.07031	1	2.036	$51.715 \times 10^3$
3386.389	0.03342	0.033386	0.03453	0.49116	1	$2.52 \times 10^4$
0.133322	$1.3158 \times 10^6$	$1.3332 \times 10^6$	$1.3295 \times 10^6$	$19.337 \times 10^6$	$39.37 \times 10^6$	1

#### Емкости

метр <sup>3</sup>	фуг <sup>3</sup>	галлон*	литр	кварта	дюйм <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>
1	35.31	264.2	1000	1056.8	61023	$1 \times 10^6$
$28.317 \times 10^3$	1	7.4822	28.317	29.92	1728	$28.317 \times 10^3$
$3.785 \times 10^3$	0.1337	1	3.785	4	231	3785
$1 \times 10^3$	0.03531	0.2642	1	1.057	61.023	1000
$9.463 \times 10^4$	0.03342	0.25	0.9463	1	57.75	946.25
$1.638 \times 10^5$	$5.787 \times 10^4$	$43.29 \times 10^4$	0.01639	0.01732	1	16.387
$1 \times 10^6$	$35.31 \times 10^6$	$2.642 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	$10.568 \times 10^4$	0.06102	1

\* галлон США 1 галлон США x 1.20095 = галлон британский

1 галлон британский x 0,83267 = галлон США

1 галлон США воды = 8,3453 фунтов

1 галлон британской воды = 10,022 фунтов

1 унция США жидкости =  $29,5703 \text{ см}^3$

1 унция британской жидкости =  $28,413 \text{ см}^3$

Продолжение приложения &

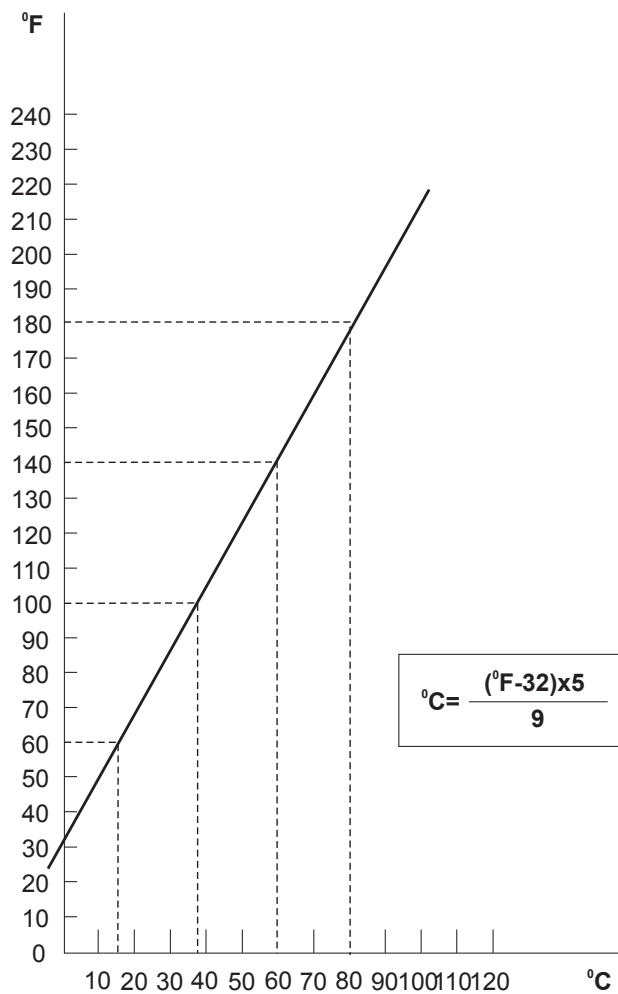
**Плотности**

фунт/дюйм <sup>3</sup>	фунт/фут <sup>3</sup>	фунт/галлон*	кг/м <sup>3</sup>	грамм/см <sup>3</sup>
1	1728	231	27.68x10 <sup>3</sup>	27.6797
5.787x10 <sup>4</sup>	1	0.1337	16.018	0.01602
4.33x10 <sup>3</sup>	7.48	1	119.8257	0.11983
3.613x10 <sup>5</sup>	0.06243	8.3445x10 <sup>3</sup>	1	0.001
0.03613	62.43	8.3445	1000	1

**Скорость течения жидкости**

галлон/час	галлон/мин	фут <sup>3</sup> /час	фут <sup>3</sup> /мин	литры/час	литры/мин	см <sup>3</sup> /мин
1	0.01667	0.1337	2.228x10 <sup>3</sup>	3.7848	0.06308	63.08
60	1	8.022	0.1337	227.1	3.7848	3784.8
7.48	0.1247	1	0.01667	28.32	0.472	472
448.8	7.48	60	1	1698.6	28.32	28.32x10 <sup>3</sup>
0.26118	4.403x10 <sup>3</sup>	0.03531	5.886x10 <sup>4</sup>	1	0.01667	16.67
15.8502	264.18x10 <sup>3</sup>	2.11887	0.03531	60	1	1000
0.01585	264.2x10 <sup>6</sup>	2.1187x10 <sup>9</sup>	35.315x10 <sup>6</sup>	0.06	0.001	1

**Рис. 47.** Зависимости между градусами Цельсия и градусами Ференгейта



### Приложение '

Таблица коэффициентов конверсии:  
Американские единицы – метрическая система мер

Количество в единицах	умножена на чтобы получить	Количество в единицах
Галлоны британские	x 4,5461	= литры
Галлоны британские / мин	x 0,0758	= литры / сек
Дюйм	x 25,4	= миллиметры
Дюйм	x 2,54	= сантиметры
Фут	x 0,3047	= метры
Дюйм / фут	x 8,3333	= сантиметры / метры
Фунт / дюйм <sup>2</sup>	x 6,8947	= килопаскали
Измерение температуры	x 0,5556	= изменение темп. °C
Литры	x 0,2200	= галлоны британские
Литры / сек	x 13,1987	= галлоны британ / мин
Миллиметры	x 0,0394	= дюйм
Сантиметр	x 0,3937	= дюйм
Метры	x 3,2808	= фут
Сантиметры / метры	x 0,1200	= дюйм / фут
Килопаскали	x 0,1450	= фунт / дюйм <sup>2</sup>
Измерение темп. °C	x 1,8	= измерение тепла °F
см <sup>2</sup>	x 1,55	= дюйм <sup>2</sup>
дюйм	x 6,45159	= см <sup>2</sup>
см <sup>3</sup>	x 0,06103	= дюймы <sup>3</sup>
дюймы <sup>3</sup>	x 16,38703	= см <sup>2</sup>
литры	x 1,05672	= кварты
кварты	x 0,94633	= литры
литры	x 2,11344	= пинты
пинты	x 0,47317	= литры
литры	x 33,81497	= унции жидкости
унции жидкости	x 0,02957	= литры
кг x см	x 0,8676	= фунт x дюйм
фунты x дюймы	x 1,1526	= кг x см
кг x см	x 7,2330	= фунты x фут
фунты x фут	x 1,3558	= Нм



Издание подготовлено Genova East Europe на основе многолетнего опыта компании Genova Products, а также на основе накопленного опыта при использовании этой продукции в других странах: Великобритании, Франции, Германии, Венгрии, Чехии, Польше, Литве, Латвии, Эстонии, а также в России и на Украине, учитывая при этом особенности разных стран. В издании представлена основная продукция из ПВХ (поливинилхлорида) и ХПВХ (хлорированного поливинилхлорида) компании Genova Products и основные принципы проектирования, монтажа и применения этой продукции при создании систем холодного / горячего водоснабжения и отопления. Также в издании представлены физико-механические, химические, огнестойкие и другие свойства продукции Genova Products, возможности ее применения в промышленных системах.

Издание предназначено для проектировщиков и монтажников разных санитарных систем из ПВХ и ХПВХ, но думаем, что оно будет полезно и для учащихся и студентов специальностей, связанных с системами водоснабжения, отопления, а также с промышленными системами по переработке и транспортировке разных жидкостей и химических материалов. Несомненно, что это издание с успехом применят и потребители.

Genova East Europe благодарит всех за помощь и советы при подготовке этого издания. Заранее благодарим и за будущие отзывы, замечания, предложения и запросы, которых просим присылать: **Genova East Europe, Draugystės g. 19, LT-3031 Kaunas, Lithuania (Литва); тел. +370 37 452708; факс +370 37 407390; эл. почта: [genova@genovae.com](mailto:genova@genovae.com)**

[www.genovae.com](http://www.genovae.com)