

**1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН"**

Напорные ПВХ трубы	Сигма 125		Сигма 100	
Коэффициент С	2		2,5	
SDR (D/s)	41	26	34	21
PN (бар)	6	10	6	10

**ПЕ 80**

SDR (D/s)*	17	11
Коэффициент С	1,6	1,6
PN (бар)	6,3	10

**ПЕ 100**

SDR (D/s)*	26	17	11
Коэффициент С	1,25	1,25	1,25
PN (бар)	6,3	10	16

**ПЭ трубы для газопроводов**

	ПЕ80		ПЕ100	
SDR (D/s)	17	11	17	11
PN (бар)	2,5	4	4	7

\*SDR (англ. Standard Dimension Ratio) - стандартное отношение размеров:  $SDR = D/s$ , где D - наружный диаметр трубы; s - толщина стенки.

**1.3. ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫЕ ТРУБЫ**

ПВХ трубы изготавливаются из непластифицированного поливинилхлорида, который далее обозначается просто ПВХ. Достоинства ПВХ труб:

- легкость;
- высокая прочность;
- устойчивость к коррозии и электрокоррозии;
- хорошие гидравлические свойства (коэффициент трения в 100-600 раз меньше, чем у чугунных труб);
- легкость выполнения соединений;
- применение подвижных соединительных устройств с резиновыми уплотнительными прокладками;
- применение резиновых колец с долговечной силиконовой смазкой;
- отсутствие потребности в уходе.

**1.4. ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ**

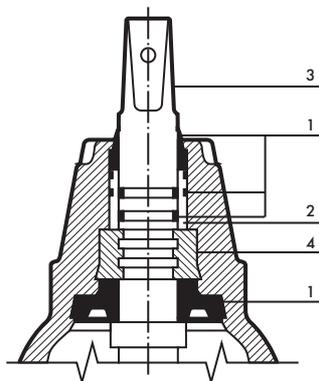
ПЭ трубы "Вавин" изготавливаются из светло-синего материала ПЕ 80 и темно-синего ПЕ 100.

Трубы больших диаметров (от 630 мм) могут быть чёрного цвета.

Общие характеристики и достоинства этих труб:

- диаметр от 16 до 1400 мм, классы давления ПН 6.3, ПН 10 и ПН 16;
- возможность соединения стыковой сваркой или с использованием электросварных муфт;
- сопротивление диффузии водяного пара и хорошая химическая устойчивость;
- низкий вес;
- высокая прочность;
- применение устойчивых к растягивающим нагрузкам фланцев;
- эластичность;
- устойчивость к коррозии и электрокоррозии;
- хорошие гидравлические свойства;
- отсутствие потребности в уходе;
- высокая износоустойчивость при транспортировке воды с песком и абразивными материалами.

ПЕ 100 - это усовершенствованный ПЕ 80. Исследования новых материалов позволили создать ПЭ трубы с меньшей толщиной стенок, благодаря чему увеличивается пропускная способность, уменьшается время сварки и снижается вес. По своим свойствам материал ПЕ 100 более пригоден для изделий больших размеров, а ПЕ 80 - для изделий меньших размеров. ПЕ трубы особенно удобны для реновации трубопроводов бестраншейным способом, а система очень гибких труб из ПЕ 80 обладает особыми преимуществами при укладке в сложных условиях, например по морскому или озерному дну. ПЭ трубы могут применяться также для внутренних систем, их можно изготавливать по индивидуальным заказам на заводе компании "Вавин".



## 1.5 ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

Вентили и задвижки "Вавин/АВК" изготавливаются из чугуна "Meehanite" марки GG или GGG, на который электростатическим способом наносится эпоксидное покрытие, защищающее арматуру от внутренней и наружной коррозии, причем это покрытие удовлетворяет требованиям, связанным с питьевой водой.

Эта запорная арматура хорошо приспособлена для установки под землей благодаря герметичной, состоящей из трех частей, системе (1) уплотнения шпинделя. Пластмассовый подшипник (2) предотвращает возникновение коррозии, которую могли бы вызвать напряжения между литым корпусом и шпинделем. Шпиндель (3) изготовлен из нержавеющей стали. Конструкция гарантирует открывание и закрывание вентилей и задвижек даже в том случае, если ими не пользовались в течение нескольких лет.

Арматура выполняется с полной расточкой, полностью вулканизированный резиной клиновидный затвор взаимодействует с мягким седлом. Упорное кольцо (4) и гайка затвора изготавливаются из латуни с большой прочностью на растяжение.

Вся запорная арматура проходит проверку до отправки с завода.

Запорная арматура может быть с раструбными концами для ПВХ труб и с ПЭ гладкими концами для соединения с ПЭ трубопроводами сваркой. Кроме того, выпускается арматура с фланцами, а также с ввертными соединителями или раструбными концами для ПЭ труб. Как и "Нордиск Вавин", компания "АВК" сертифицирована на соответствие системы управления качеством стандарту ISO 9001.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПЭ И ПВХ ТРУБ

#### Технические данные труб (типичные значения)

Наименование	PE 80	PE 100	ПВХ	Ед.измер.	Метод испытаний
Плотность	943	951	1410	кг/м <sup>3</sup>	ISO 1183
Модуль упругости	700	1200	3000	МПа	ISO 527
(скорость деформации 1 мм/мин)					
Показатель плавления	0,9	0,5		г/10 мин	ISO 1133, условие 18
Коэффициент линейного Теплового расширения	0,18	0,13	0,07	мм/м°С	VDE 0304
Удельная теплоемкость	1,9	1,9	1,0	Дж/г.к	калориметрия при 23°С
Теплопроводность	0,36	0,38	0,15	Вт/м.К	DIN 52 612 при 23°С
Мин. радиус изгиба	25 x dy*	25 x dy*	300 x dy*		при 20°С
Химическая устойчивость	См. дополнение А.				

\* dy = наружный диаметр пластмассовой трубы.

### 2.2 СЕРТИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТЫ НА НАПОРНЫЕ ТРУБЫ

#### Требования для ПВХ напорных труб PN 6 и PN 10

	Трубы изготавливаются по стандарту	ISO 4422
Дания	Трубы изготавливаются по стандарту	DS 972
	Номер лицензии	326 А
	Идентификационный номер	364
Норвегия	Трубы изготавливаются по стандарту	NS 3621
	Номер лицензии	14
	Идентификационный номер	14
Швеция	Трубы изготавливаются по стандарту	SS 1776
	Номер лицензии	2724
	Идентификационный номер	379

## Требования для ПЭ напорных труб PN 6.3, PN 10 и PN 16

	Трубы изготавливаются по стандарту	ISO 4427
Дания	Трубы изготавливаются по стандарту	DS 2119
	Номер лицензии на PE 80	914 E
	Идентификационный номер на PE 80	364
Норвегия	Трубы изготавливаются по стандарту	NS 3622
	Номер лицензии на PE 80	191
	Идентификационный номер на PE 80	191
Швеция	Трубы изготавливаются по стандарту	SS 3362
	Номер лицензии на PE 80	3184
	Идентификационный номер на PE 80	379
	PE 100 номер КР-лицензии	59

## 2.3 СЕРТИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТЫ НА ФАСОННЫЕ ЧАСТИ

Вавин ПЭ муфта:

VA 1.22/DK 8117

Вентили "АВК" для расходных ответвлений:

VA 1.51/DK 6918

Фланцы. Размеры соответствуют следующим стандартам:

ISO 7005-2:1988 "Металлические фланцы"

DIN 2501

BS 4504

SS 335

NS 153

SFS 2123

## 2.4 РАЗМЕРЫ ФЛАНЦЕВ

## РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ ФЛАНЦЕВ

Типоразмер	D	k	d1	Диаметр болтов	Число отверстий
DN, мм	мм	мм	мм	мм	шт
<b>Класс давления PN 10</b>					
25	115	85	14	M12	4
32	140	100	18	M16	4
40	150	110	18	M16	4
50	165	125	18	M16	4
65	185	145	18	M16	4
80	200	160	18	M16	8
100	220	180	18	M16	8
125	250	210	18	M16	8
150	285	240	22	M20	8
200	340	295	22	M20	8
250	395	350	22	M20	12
300	445	400	22	M20	12
400	565	515	26	M24	16
500	670	620	26	M24	20
600	780	725	30	M27	20
<b>Класс давления PN 16</b>					
200	340	-	-	M20	12
250	405	355	26	M24	12
300	460	410	26	M24	12
400	580	525	30	M27	16
500	715	650	33	M30	20
600	840	770	36	M33	20

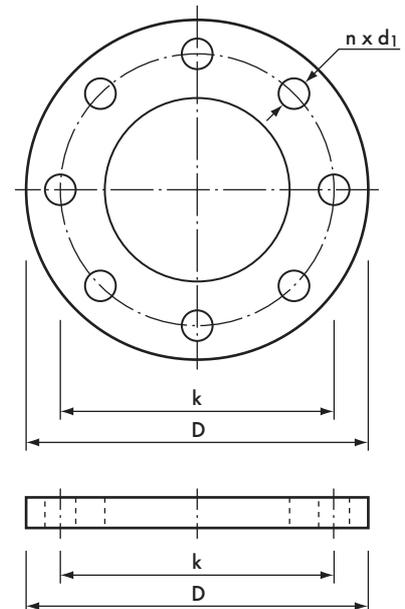


Рис. 2.1. Конструкция фланца

### **3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ**

#### **3.1. ФОРМУЛА КОУЛБРУКА-УАЙТА**

Номограммы водяного потока рассчитаны по формуле Коулбрука-Уайта (Colebrook-White):

$$Q = -6,95 \times \log \left( \frac{0,74}{D_i \times 10^6 \times \sqrt{D_i \times l}} + \frac{k}{3,71 \times D_i} \right) \times D_i^2 \times \sqrt{D_i \times l} \quad (3.1)$$

где:  $Q$  - расход воды, м<sup>3</sup>/сек;  $D_i$  - внутренний диаметр трубы, м;  
 $l$  - удельные потери напора на трение, м/м (безразмерная величина);  
 $k$  - коэффициент шероховатости, м.  
 $k = 0,00001$  м, при диаметре 200 мм или меньше  
 $k = 0,00005$  м, при диаметре 200 мм или больше.

У кривых проставлены типоразмеры, т.е. наружные диаметры труб, хотя расчеты выполнены в соответствии с внутренним диаметром труб. Благодаря этому значения пропускной способности труб устанавливаются непосредственно, без интерполяции графиков.

По номограммам определяются потери на трение в самих пластмассовых трубах. Потери напора, вызываемые местными сопротивлениями (отводами, вентилями, переходами, тройниками, впускными и выпускными кранами и т.д.), здесь не учтены.

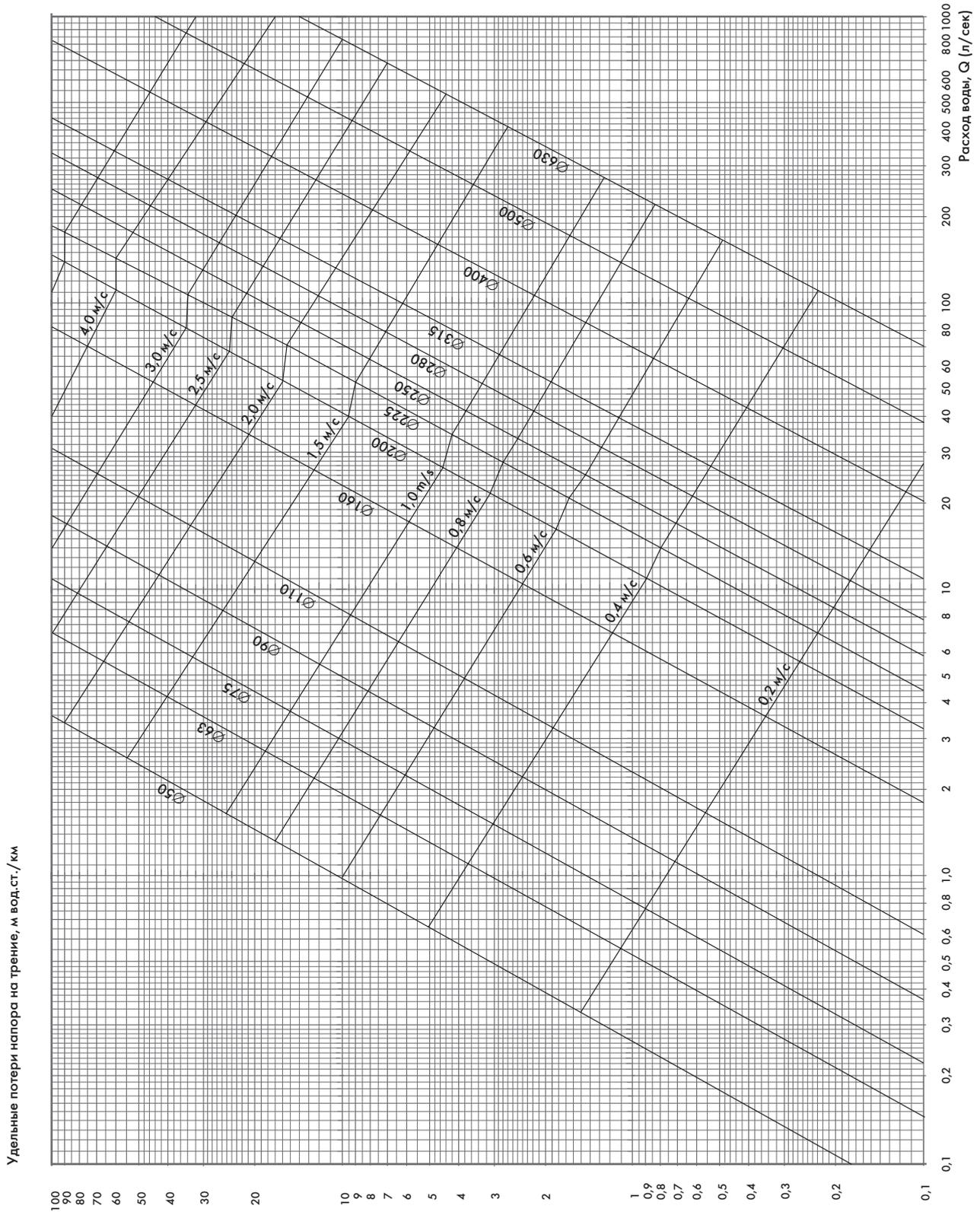
При проектировании большинства систем подачи воды потери индивидуально по каждому отдельному местному сопротивлению обычно не подсчитывают. В таких случаях просто добавляют 2-5 % к потерям на трение в трубах.

При проектировании систем с большой скоростью течения воды, а также в тех случаях, когда желателен подсчет потерь по каждому местному сопротивлению, можно воспользоваться формулой (3.2).

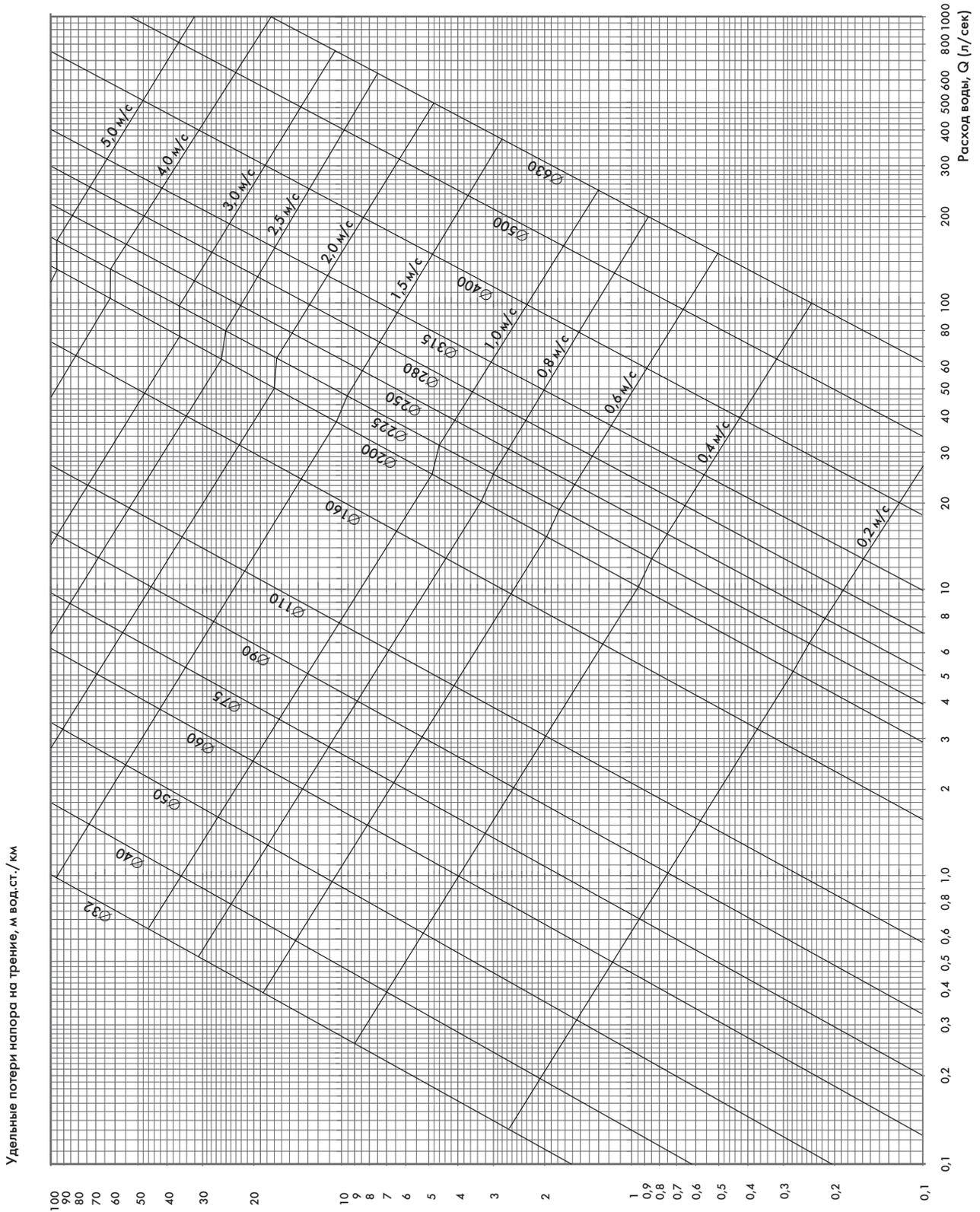
$$\Delta H = \zeta \times \frac{v^2}{2g} \quad (3.2)$$

где:  $\Delta H$  - потеря напора, м;  
 $\zeta$  - коэффициент местного сопротивления, (безразмерная величина);  
 $v$  - скорость, м/с;  
 $g$  - ускорение силы тяжести, 9,81 м/с<sup>2</sup>.

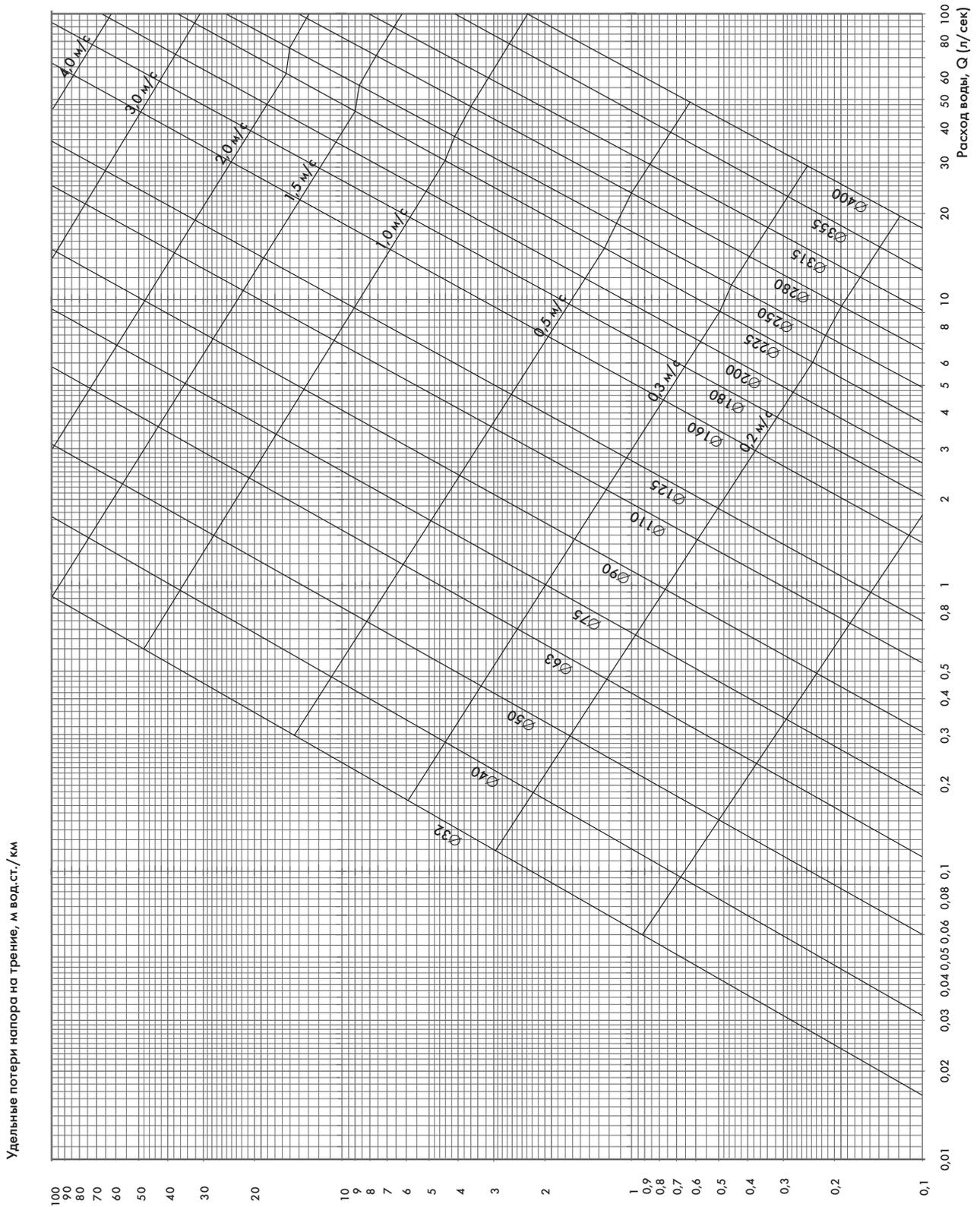
**3.2. НОМОГРАММА ВОДЯНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПВХ  
НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН" PN 6**



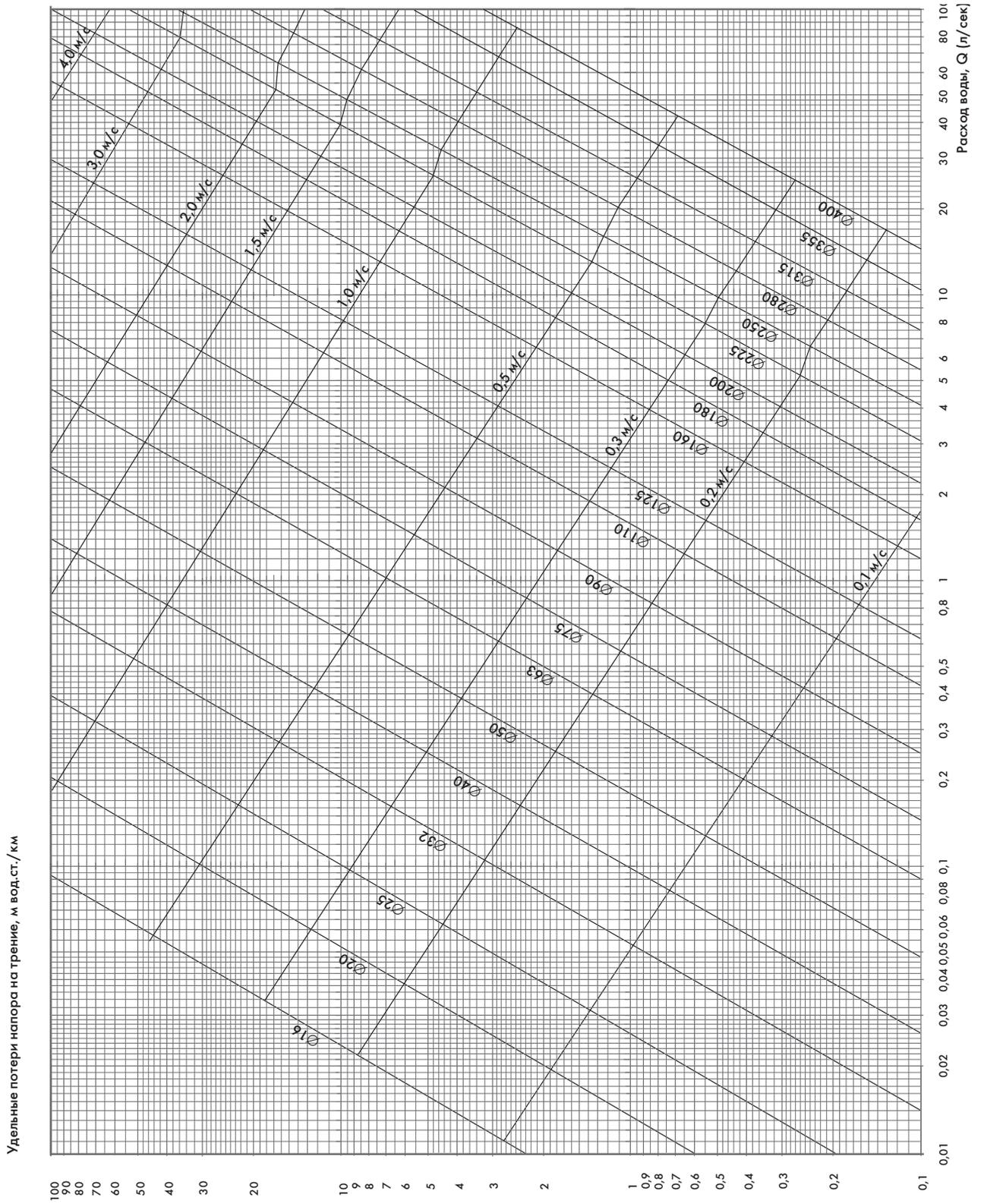
**3.3. НОМОГРАММА ВОДЯНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПВХ НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН" PN 10**



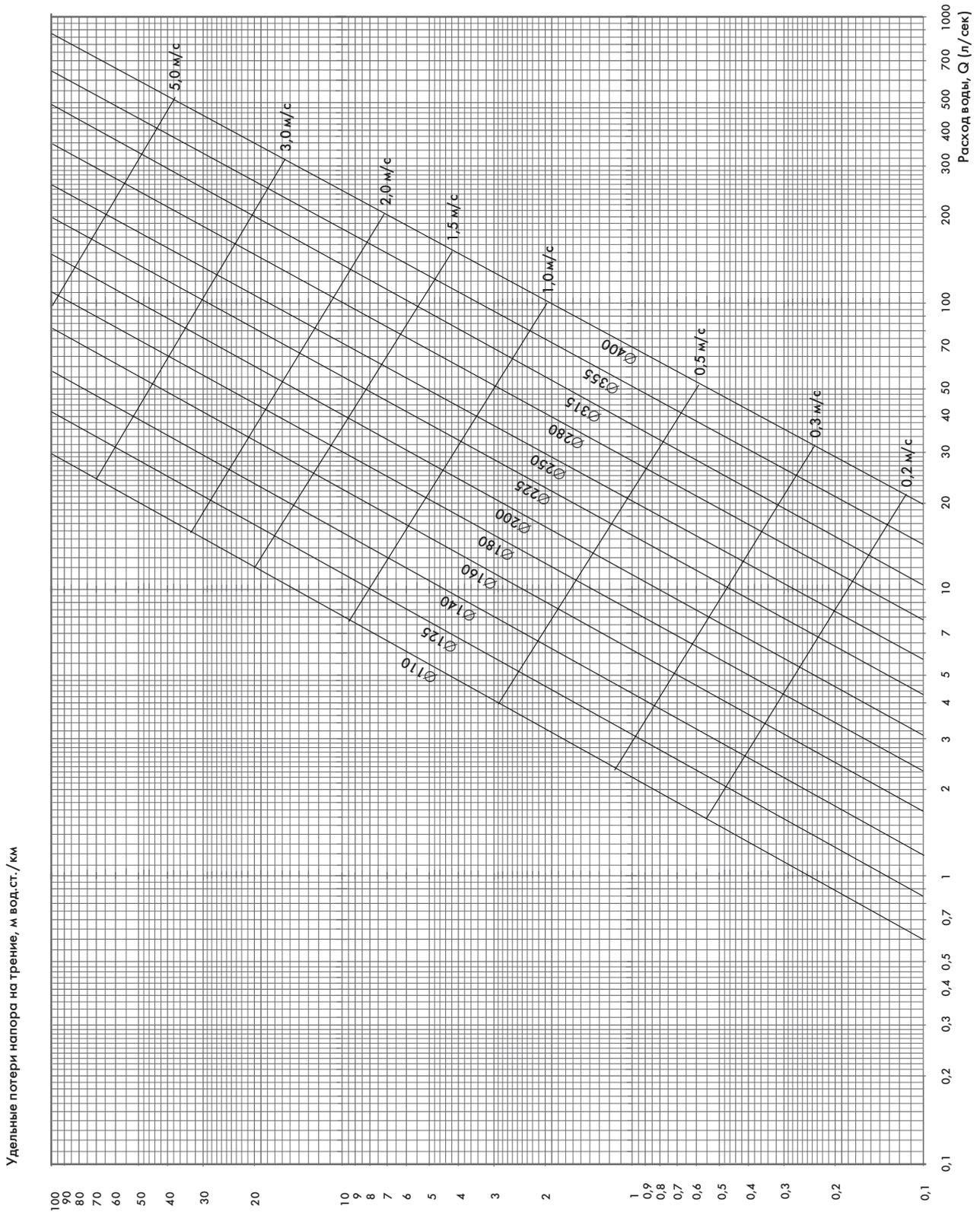
**3.4. НОМОГРАММА ВОДЯНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПЭ (РЕ 80)  
НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН" КЛАССА PN 6,3**



**3.5. НОМОГРАММА ВОДЯНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПЭ (РЕ 80)  
НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН" КЛАССА PN 10**

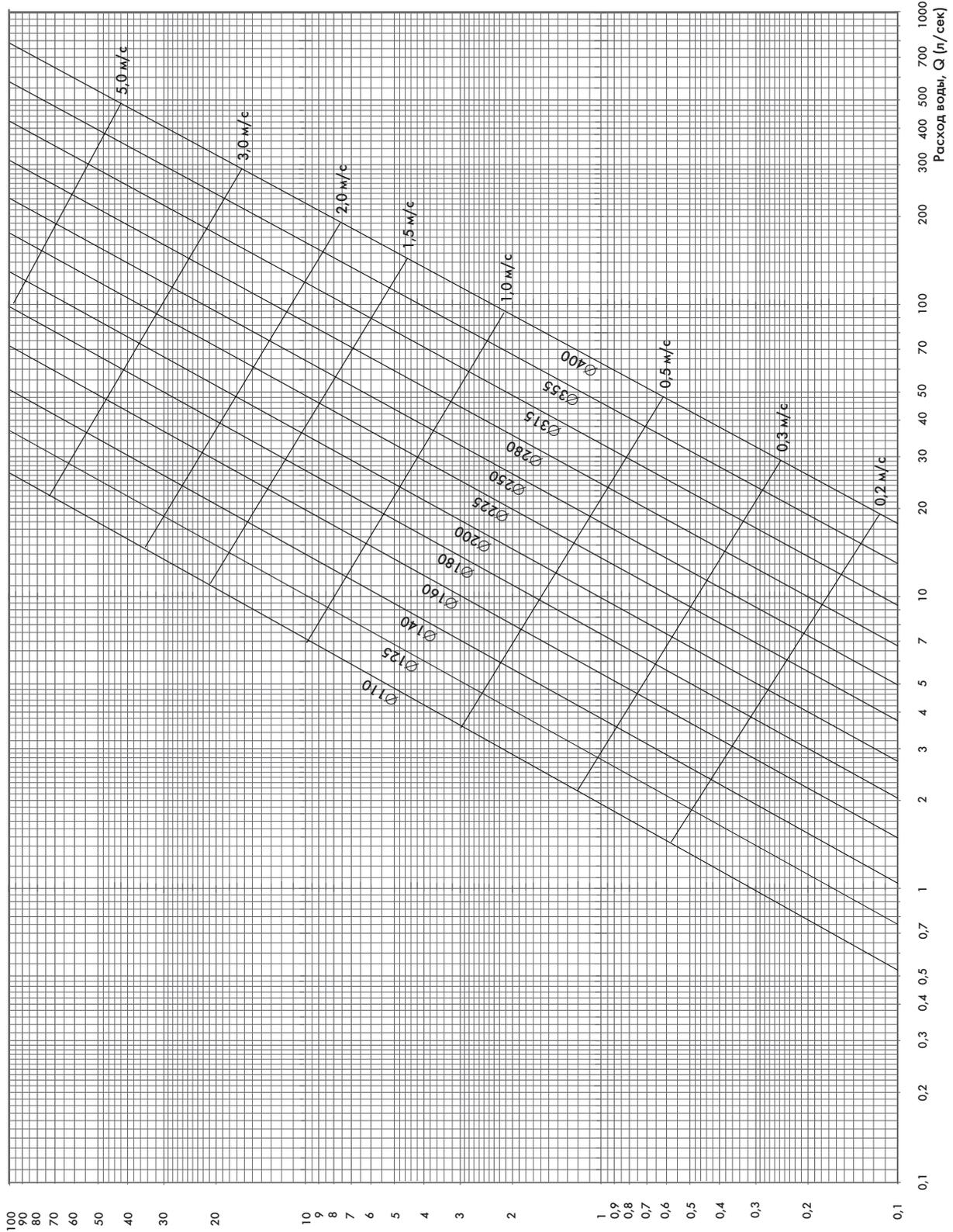


**3.6. НОМОГРАММА ВОДЯНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПЭ (РЕ 100)  
НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН" КЛАССА PN 6,3**

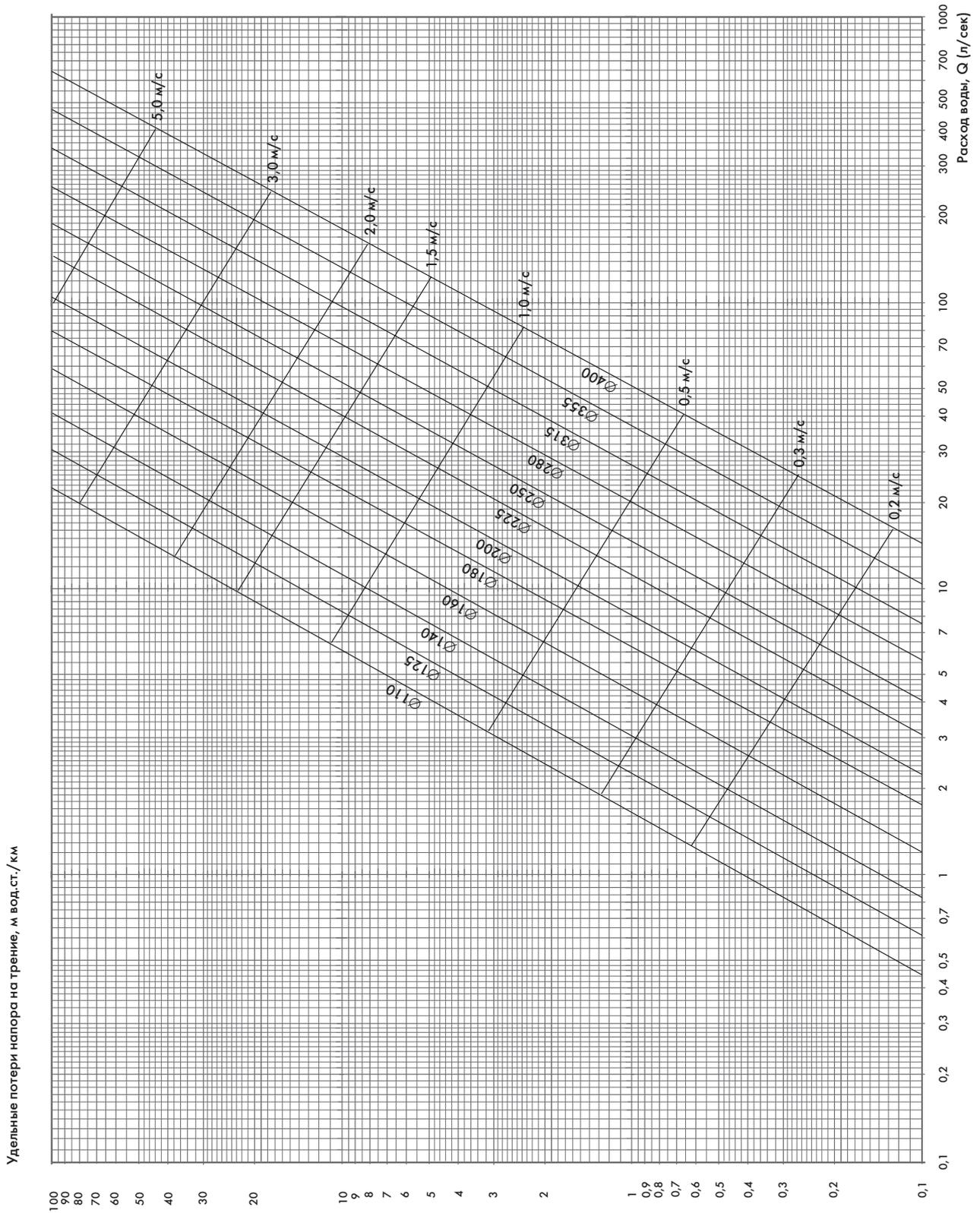


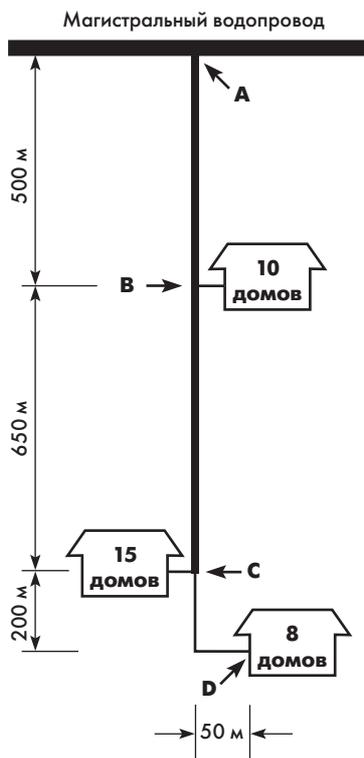
**3.7. НОМОГРАММА ВОДЯНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПЭ (РЕ 100)  
НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН" КЛАССА PN 10**

Гидравлическая характеристика полипропиленовых трубных систем Wavin PN10



**3.8. НОМОГРАММА ВОДЯНОГО ПОТОКА ДЛЯ ПЭ (РЕ 100)  
НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН" КЛАССА PN 16**





### 3.9. ПРИМЕР РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДА\*

Данный пример основывается на следующих исходных данных:

- Давление в пункте А равно 3,5 бар (35 м вод.ст.);
- Для сооружения трубопровода применяются трубы класса PN 10 из PE 80;
- Максимальное суточное водопотребление ( $Q_{max}$ ) составляет 400 л/сут./чел.;
- Максимальное часовое потребление равно  $2,5 \times Q_{max}$
- Необходимое давление у потребителя равно 2 бар (20 м вод.ст.);
- Состав каждой семьи - 4 человека.

Рис. 3.1. Схема трубопровода для рассматриваемого примера.

#### Вычисления

Водопотребление в расчете на один дом:

$$400 \text{ л/сут./чел.} \times 2,5 \times 4 \text{ чел./24 час} = 167 \text{ л/час} = 0,046 \text{ л/сек.}$$

Рассчитывают расход воды на каждом участке водопровода, например:

$$A - B: (10 + 15 + 8) \text{ домов} \times 0,046 \text{ л/сек.} = 1,52 \text{ л/сек.}$$

Потери напора на трение определяются по номограмме водяного потока для напорных труб класса PN 10 из материала PE 80

Определение потерь напора на трение с использованием номограммы для рассматриваемого примера

Участок	Расход воды л/сек	Длина м	Типоразмер трубы, мм	Удельные потери напора на трение, м вод.ст./км	Потери напора на трение на участке, м вод.ст.
A-B	1,52	500	63	15	7,5
B-C	1,06	650	63	7	4,6
C-D	0,37	250	50	3,7	0,9
Итого					13

При указанных выше типоразмерах труб давление у потребителей в пункте D составит:  
35 м вод.ст. - 13 м вод.ст. = 22 м вод.ст. > 20 м вод.ст., т. е. требуемое условие выполнено.

\* расчет выполнен согласно требованиям практического руководства Датской инженерной ассоциации (ДИА) по водопроводам.

### 3.10. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР

Все известные материалы в той или иной степени проявляют тенденцию к усталости под действием динамических нагрузок. Поэтому в результате гидравлических ударов снижается срок службы труб, причем степень этого снижения определяется рядом характеристик динамических нагрузок, в том числе:

- продолжительностью увеличения напора,
- разницей максимального и номинального напора,
- промежутком времени между ударами.

Для водопроводных труб допускается такое максимальное увеличение давления:

- когда давление увеличивается нечасто (например, испытывается система, отключается электричество и т.п.), максимальное давление может превышать номинальное давление на 50%;
- при частом увеличении давления (макс.  $10^6$  раз в 50 лет) максимальное давление в ПВХ трубах может превышать номинальное давление на 25%, но амплитуда скачков давления не должна превышать 30%.

Резкое увеличение давления может быть вызвано и быстрым наполнением системы водой и разными массами "закрытого" воздуха, поэтому в проектах должна быть предусмотрена возможность спуска воздуха, а скорость заполнения системы водой должна быть как можно меньше.

**4. ИСПЫТАНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ****4.1. ИСПЫТАНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ПВХ/ПЭ ТРУБОПРОВОДОВ**

Испытание под давлением должно быть включено в проект с соблюдением следующих условий:

- 1) Продольный профиль должен иметь небольшой подъем для обеспечения удаления воздуха.
- 2) Для всех самых высоких точек должны быть предусмотрены ручные или автоматические воздухопускные устройства, причем правильная установка предусматривает размещение их немного ниже самой высокой точки по направлению течения.
- 3) Должен быть намечен такой порядок запуска, чтобы в случае необходимости испытания под давлением его можно было бы выполнять поэтапно.
- 4) Место заполнения водой должно быть предусмотрено в самой нижней точке, а места вентиляции (выпуска воздуха) - в начале и конце линии.
- 5) ПВХ отводы, тройники, переходные патрубки, вентили и концевые заглушки должны быть закреплены ("заанкерены") перед проведением испытания давлением. (ПЭ соединительные части "Вавин" анкеровки не требуют).
- 6) Требования заказчика к испытанию под давлением должны быть четко изложены в описании проекта, а подрядчик должен быть наделен правом принимать необходимые меры перед проведением испытания.

Только после выполнения указанных условий можно приступить к испытаниям. Испытания облегчаются, если будет обеспечено:

- Правильное транспортирование и хранение труб и арматуры.
- Правильное рытье траншей, укладка труб, засыпка и уплотнение.
- Правильное применение соединительных устройств и методов соединения.

**4.2. ПРОЦЕДУРА ИСПЫТАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ\***

Перед проведением испытания под давлением необходимо выполнить следующие требования:

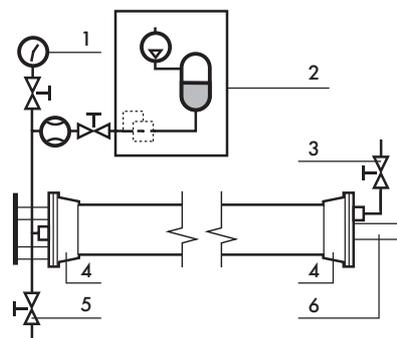
- 1) Все концы системы должны быть оборудованы либо концевыми раструбными заглушками, либо фланцевыми заглушками. На заглушку устанавливают отвод 90°, шаровый кран и устойчивый к растягивающим нагрузкам штуцер с внутренним диаметром 32 мм для подключения ПЭ трубы типоразмера 32 мм
- 2) Все концевые заглушки должны быть заанкерены.
- 3) Система должна быть заполнена водой по крайней мере за 24 ч до начала испытания давлением. Убедитесь в том, что из системы полностью удален воздух.
- 4) В течение первых 6 ч давление в системе должно составлять 1,3 номинального давления. Это имеет очень важное значение для получения хороших результатов испытания. Проведение этой части испытания должно подтверждаться необходимыми документами.
- 5) На испытательной площадке должна быть обеспечена возможность подачи воды;

Во время испытания под давлением:

- 1) Измеряют фактическое давление, и в случае необходимости добавляют воду.
- 2) В системе создают давление, соответствующее 1,3 номинального значения (испытательное давление).
- 3) Это давление выдерживают в течение 2 ч. Допускается пополнение системы водой.
- 4) В течение следующих 60 мин добавлять воду нельзя.
- 5) После 60-минутной выдержки измеряют давление и добавляют воду, чтобы вновь достичь давления, равного 1,3 номинального значения (испытательное давление).
- 6) падение давления и количество добавленной воды не должны превышать предельных значений:
  - а) максимальное допускаемое падение давления = 2% от начального значения;
  - б) максимальное допускаемое количество добавленной воды (в литрах на 1 м трубопровода) вычисляется по формуле:  $V_{доб} = 0,02d_i - 0,001 + \Delta V$ , где  $\Delta V = 0,05 \times d_i^2$  для ПВХ труб;  $\Delta V = 0,08 \times d_i^2$  для ПЭ труб;  $d_i$  - внутренний диаметр в метрах.

После испытания под давлением концевые заглушки снимают.

\* Примечание. Описываемая процедура испытания систем труб под давлением соответствует стандарту датской инженерной ассоциации ДС 455 "Герметичность подземных канализационных систем" (1-е издание, январь 1985 г.).



1 - Манометр; 2 - Насос для создания испытательного давления; 3 - Вентиляция; 4 - Фланцевый адаптер Вавин/АВК, устойчивый к растягивающим нагрузкам; 5 - Сливной кран; 6 - Упор.

$$N = \frac{\pi \times d_y^2 \times p}{4 \times 10^4} \quad (5.1)$$

где:  $N$  - осевая сила, кН;  
 $d_y$  - наружный диаметр трубы, мм;  
 $p$  - наибольшее давление в трубопроводе, бар  
 (чаще всего, это испытательное давление)

$$N = p \times N_1 \quad (5.2)$$

где:  $N$  - осевая сила, кН;  
 $N_1$  - осевая сила, соответствующая давлению 1 бар, кН;  
 $p$  - наибольшее давление в трубопроводе, бар  
 (чаще всего, это испытательное давление)

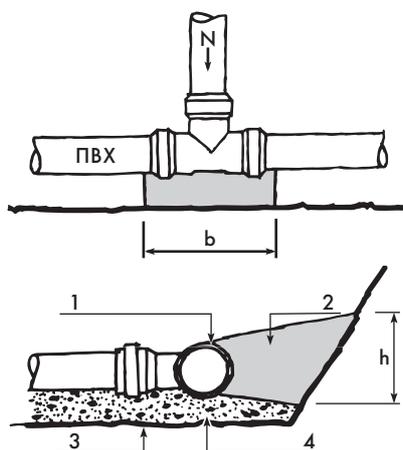


Рис. 5.1

1. Промежуточный слой (пластиковая плёнка);
2. Бетон;
3. Дно трубопроводной траншеи;
4. Выравнивающий слой.

$$R = 2 \times N_1 \times p \times \sin \frac{\alpha}{2} \quad (5.3)$$

пусть  $2 \times \sin \frac{\alpha}{2} = k$ , тогда

$$R = k \times p \times N_1, \text{ где:} \quad (5.4)$$

где:  $R$  - результирующая сила, кН;  
 $N_1$  - осевая сила, соответствующая давлению 1 бар, кН;  
 $p$  - наибольшее давление в трубопроводе, бар  
 (чаще всего, это испытательное давление)  
 $\alpha$  - угол отвода, град.;  
 $k$  - угловой коэффициент (см. табл. 5,2)

## 5. АНКЕРОВКА

Анкеровке подлежат только ПВХ соединительные части, ПЭ фасонные изделия, монтируемые посредством сварки, в большинстве случаев анкеровки не требуют. Некоторые примеры, когда анкеровка рекомендуется, описаны в п. 5.7. Величина осевой силы зависит от размеров трубопровода и номинального (испытательного) давления и рассчитывается по формуле (5.1)

### 5.1. АНКЕРОВКА ПВХ ТРОЙНИКОВ, ЗАГЛУШЕК И ВЕНТИЛЕЙ

Арматура, на которую действует выталкивающая сила, обусловленная внутренним давлением воды (например, отводы, тройники, заглушки и вентили), должна быть заанкерена. Усилие, которое должно выдержать анкерное крепление, может быть рассчитано на основании значений, приведенных в таблице 5.1, по упрощенной формуле (5.2).

Таблица 5.1 Осевые силы, кН, соответствующие внутреннему давлению 1 бар

Наружный диаметр мм	Осевая сила $N_1$ , соответствующая давлению 1 бар кН
40	0,13
50	0,20
63	0,32
75	0,45
90	0,64
110	0,95
125	1,23
140	1,54
160	2,00
200	3,15
225	4,00
250	4,90
280	6,16
315	7,80
400	12,60
500	19,60
630	31,20

### 5.2. АНКЕРОВКА ПВХ ОТВОДОВ (КОЛЕНЬЕВ)

Сила, действующая на отвод, может быть рассчитана по формуле (5.3). Усилие, которому должно противостоять анкерное крепление, легко вычисляется на основании значений, приведенных в таблице 5.1 и в табл. 5.2, по следующей упрощенной формуле (5.4).

Таблица 5.2. Угловые коэффициенты

угол $\alpha$	11°	22°	30°	45°	60°	90°
k	0,19	0,38	0,52	0,77	1,00	1,41

### 5.3. АНКЕРНЫЕ КРЕПЛЕНИЯ

При расчете размеров крепежного блока (анкера) следует учитывать допустимое давление на грунт, которое должно устанавливаться на основании геотехнических изысканий. В большинстве случаев достаточно воспользоваться формулой (5.5)

Чтобы крепление было прочным, бетон следует укладывать на прочную стенку траншеи. Однако иногда может возникнуть необходимость укладки на тщательно уплотненную засыпку, и в таком случае нужно учитывать прочность засыпки. Закрепляемую фасонную часть и арматуру нужно до бетонирования защитить от бетона промежуточным слоем, например, из пластиковой пленки.

### 5.4. ПРИМЕР АНКЕРОВКИ ПВХ ОТВОДА

Данный пример основывается на следующих исходных данных:

- ПВХ отвод 45° диаметра 200 мм;
- Испытательное (наибольшее) давление 9 бар.

#### Вычисления

Расчёт ведём по формуле (5.4), где угловой коэффициент  $k = 0,77$  (табл. 5.2); из условия наибольшее (испытательное) давление  $p = 9$  бар; осевая сила соответствующая давлению 1 бар  $N_1 = 3,15$  (табл. 5.1).

Результирующая сила:

$$R = 0,77 \times 9 \times 3,15 = 21,83 \text{ кН}$$

Теперь размеры бетонного крепежного блока можно рассчитать по формуле (5.5):

Значение  $\sigma_{\text{грунта}}$  вычисляется в  $\text{кН/м}^2$

Для высоты  $h$  принимается значение 0,2 м (высота трубы), наименьшее значение ширины равно:

$$b = 21,83 / 0,2 \times 200 = 0,55 \text{ м.}$$

### 5.5. АНКЕРОВКА ПВХ ПЕРЕХОДНОГО ПАТРУБКА

Действующая на переходный патрубок осевая сила рассчитывается по формуле (5.6):

$$N = \frac{\pi \times (d_1^2 - d_2^2) \times p}{4 \times 10^4} \quad (5.6)$$

где:  $N$  - осевая сила, кН;

$d_1$  - наружный диаметр большей трубы, мм;

$d_2$  - наружный диаметр меньшей трубы, мм;

$p$  - наибольшее давление в трубопроводе, бар.

### 5.6. ПРИМЕР АНКЕРОВКИ ПВХ ПЕРЕХОДНОГО ПАТРУБКА

Данный пример основывается на следующих исходных данных:

- ПВХ переходный патрубок для перехода от диаметра 200 мм к диаметру 110 мм;
- испытательное (наибольшее) давление 9 бар.

#### Вычисления

Расчет выполняется по формуле (5.6), для которой  $d_1 = 200$  мм,  $d_2 = 110$  мм,  $p = 9$  бар,

подставив эти значения в формулу получаем:  
 $N = 3,14 \times (200^2 - 110^2) \times 9 / 4 \times 10^4 = 19,72 \text{ кН.}$

Анкер (бетонный блок) рассчитывается по формуле (5.5), принимая следующие значения для расчёта:  $h = 0,2$  м,  $\sigma_{\text{грунта}} = 200 \text{ кН/м}^2$

$$b = 19,72 / 0,2 \times 200 = 0,49 \text{ м.}$$

$$b = \frac{R}{h \times \sigma_{\text{грунта}}} \quad (5.5)$$

где:  $b$  - ширина крепежного блока, м;

$h$  - высота крепежного блока, м;

$R$  - результирующая сила, кН;

$\sigma_{\text{грунта}}$  - допускаемое давление на грунт, которое в большинстве случаев может быть принято равным  $200 \text{ кН/м}^2$

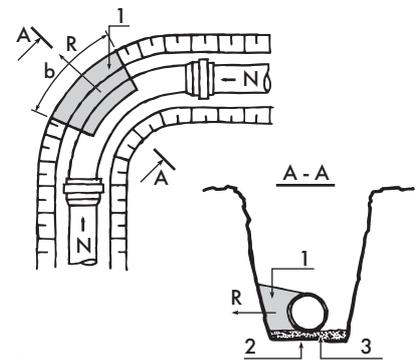


Рис. 5.2

1. Бетон;
2. Дно трубопроводной траншеи;
3. Выравнивающий слой.

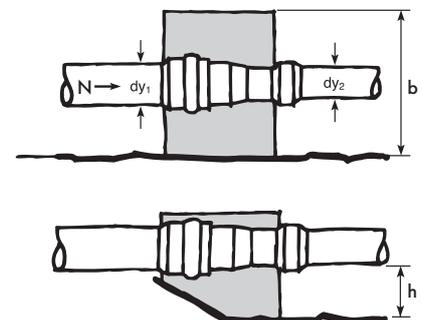


Рис. 5.3

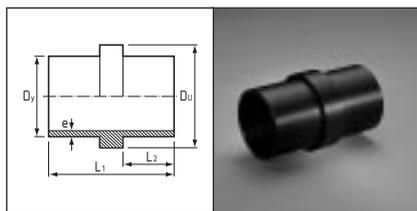
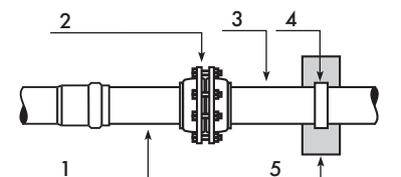


Рис. 5.4

### 5.7. ПРИМЕР АНКЕРОВКИ НА ПЭ ТРУБОПРОВОДАХ

На ПЭ трубопроводах анкерное крепление требуется на тех участках, где необходимо жестко зафиксировать определенный участок трубопровода.

Для выполнения "мертвой опоры" (анкера) в ПЭ трубопровод вваривают встраиваемый фланец (рис. 5.4)



1. ПВХ труба; 2. Фланцевое соединение;  
3. ПЭ труба; 4. Встраиваемый фланец;  
5. Бетонная опора.

Рис. 5.5 Переход с ПЭ трубы на ПВХ

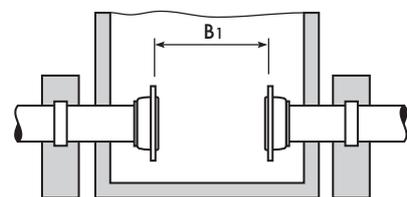


Рис.5.6. Анкерирование перед входом в колодец.

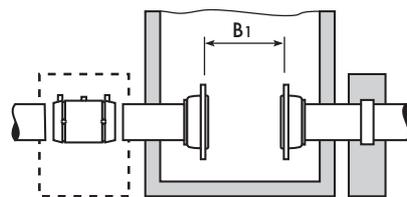


Рис. 5.7. Монтаж бетонной опоры на электросварную муфту

#### Анкеровку на ПЭ трубопроводах выполняют в следующих случаях:

- 1. Переход с ПЭ трубы на ПВХ.**  
Необходимость монтажа встраиваемого фланца в данном случае обусловлена высоким коэффициентом температурных расширений ПЭ, в связи с чем в случае понижения температуры участок трубопровода из ПЭ может "выдернуть" из раструба ближайшую ПВХ трубу.
- 2. Фиксация трубы перед входом в колодец.**  
В данном случае анкерное крепление позволяет зафиксировать трубу перед входом в колодец. Таким образом мы "фиксируем" установочный размер B1, что позволяет осуществлять демонтаж оборудования без риска, что размер B1 изменится (по причине температурных изменений длины трубы) после снятия болтов крепления с фланцевого соединения. Для возможности регулирования расстояния между фланцами может применяться дополнительное оборудование (см. раздел 9). Соединение ПЭ трубы и приварного фланца может быть выполнено как сваркой встык, так и с помощью электросварной муфты. Последний способ является единственно возможным при бестраншейной прокладке труб, когда пространство около колодца ограничено.

#### Необходимость анкерирования определяется с учетом следующих факторов:

- Длина участка ПЭ труб перед входом в колодец (чем больше длина, тем выше изменение длины трубы под влиянием перепада температур).
- Величина перепада температур. Т.к. трубы устанавливаются на глубине более 1,5м, то температурный режим самих труб постоянный. Единственное, что может создать напряжение в трубах - это температурный перепад транспортируемой воды.
- Вид укладки труб. Если ПЭ трубы установлены в грунт, и песок вокруг труб хорошо утрамбован, то риск "подвижек" трубы минимален. Если трубы проложены методом "протаскивания" в старой трубе с зазором между трубами - то изменение линейных размеров трубы наиболее вероятно.

## 6. ИНСТРУКЦИИ ПО УКЛАДКЕ

Трубопровод должен располагаться на таком расстоянии от других трубопроводов и сооружений, чтобы не допустить их повреждения, а также не мешать их ремонту. Высокие требования предъявляются к траншеям для трубопроводов.

Равномерная опора для труб обеспечивается выравнивающим слоем, который следует насыпать или создавать за счет разрыхления грунта.

Слой боковой засыпки должен обеспечивать достаточную опору для труб, поэтому важно обеспечить его уплотнение, например, за счет утаптывания ногами.

Материал, используемый для выравнивающего слоя и боковой засыпки, должен удовлетворять следующим критериям:

- Размер частиц не должен быть более 16 мм.
- Частиц с размерами от 8 до 16 мм не должно быть более 10%.
- Материал не должен быть заморожен.
- Не допускается применение острой кремневой гальки или других дробленых материалов.

Верхняя засыпка должна соответствовать требованиям сооружения (дороги, тротуара и т.д.), которое будет располагаться над трубопроводом.

Высота слоя грунта над трубопроводом ( $h_d$ ) должна быть не менее 0,6 м, если над трубопроводом не будет движения транспорта или если не будут приниматься специальные меры. Исходя из требования о том, чтобы трубопровод находился в непромерзающем грунте, трубопроводы, например, для питьевой воды, обычно укладывают так, чтобы над ними был слой грунта толщиной 1,6 м.

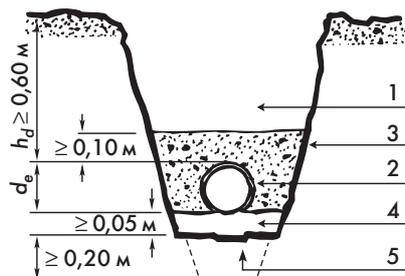


Рис. 6.1 Конструкция траншеи

- 1 - Верхняя засыпка; 2 - Боковая засыпка;  
3 - Откос; 4 - Выравнивающий слой;  
5 - Усиливающий слой (при необходимости)  
Слой  $\geq 0,20$  м (фиксированной глубины)

### 6.1 УДЛИНЕНИЕ И СОКРАЩЕНИЕ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ

Пластмассы обладают сравнительно большим коэффициентом линейного теплового расширения (см. табл. 2.1), что должно приниматься во внимание при укладке пластмассовых труб.

Для труб с раструбными соединениями обычно не требуется специальных мер в части расширения, вызываемого изменениями температуры, поскольку каждое раструбное соединение выполняет функции компенсатора.

Однако в случае длинных секций из ПВХ труб с клеевыми соединениями или сваренных ПЭ труб вся секция ведет себя как одна длинная труба. Удлинения или сокращения суммируются, и вся секция удлиняется или сокращается.

#### Пример

Температура 500-метровой трубы из материала PE 80, сваренной над траншеей в летний день, легко может достичь 40°C, если труба будет подвергаться солнечному освещению. После укладки трубы и засыпки траншеи температура может снизиться за ночь до 10°C. На основе этих данных получаем:

$$\Delta L = (10 - 40) \times 500 \times 1,8 \times 10^{-4} = -2,7 \text{ м}$$

Это означает, что на следующее утро труба будет на 2,7 м короче.

Такое сокращение может быть скомпенсировано за счет увеличения длины укладываемой трубы на 2,7 м. Однако, если секция, как в рассматриваемом примере, будет покрыта землей, грунт в определенной мере будет удерживать трубу, и поэтому сокращение будет меньше 2,7 м. Наилучшим решением является закрепление трубопровода по обоим концам. Разумеется, в результате этого в секции возникнут продольные напряжения, но никаких повреждений не будет, если только изменение температуры не превысит 70°C. В противоположном случае, если температура укладки будет ниже конечной температуры, секция трубопровода будет удлиняться. Однако это обычно не вызывает таких серьезных проблем, как в случае сокращения. Лучше всего дать возможность трубе сравняться по температуре с траншеей, для чего обычно бывает достаточно суток, и только после этого выполнить окончательные соединения.

$$\Delta L = \Delta t \times L \times \alpha \quad (6.1)$$

где:  $\Delta L$  - удлинение или сокращение, м;

$L$  - длина секции, м;

$\alpha$  - коэффициент линейного теплового расширения (см. табл. 2.1 на стр. 5);

$\Delta t$  - разница температур, °C,

$\Delta t = T_1 - T_2$ , °C

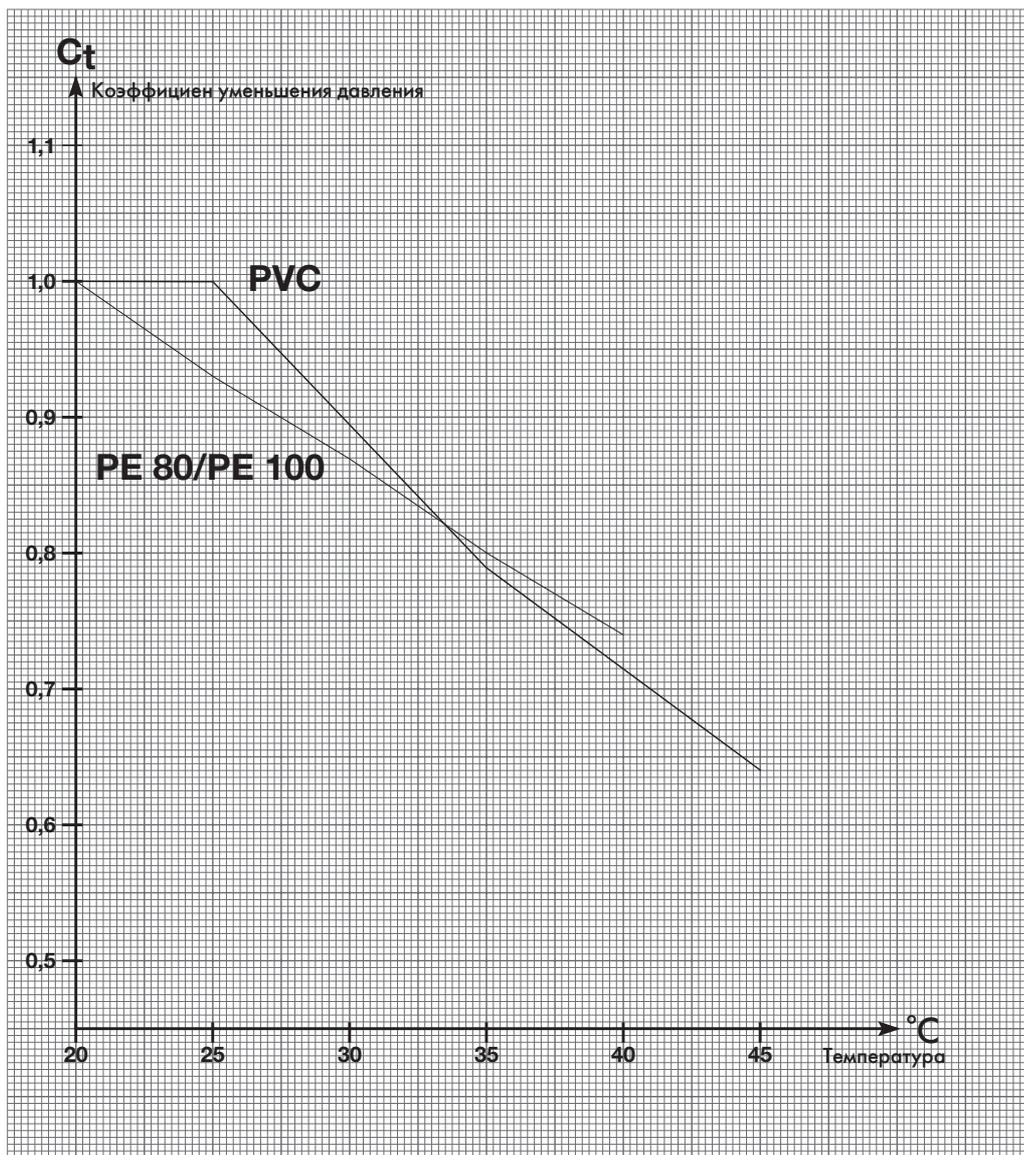
$T_1$  - установившаяся температура грунта, °C;

$T_2$  - температура труб при укладке, °C

**Использование пластмассовых труб при температуре выше 20°C**

Если требуется, чтобы трубы работали при температуре, превышающей наибольшую нормальную рабочую температуру, то по нижеприведенной номограмме можно определить, насколько должно быть снижено давление, для того чтобы срок службы труб был таким же, как при температуре 20°C.

Номограмма 6.1 Допускаемое рабочее давление при температуре выше 20°C



$$PN_i = PN \times C_t$$

Пример  
Напорная труба класса PN 10 из материала PE 100 должна эксплуатироваться при температуре материала 40°C.

$$PN_{40^\circ C} = 10 \text{ бар} \times 0,74$$

При температуре материала 40°C срок службы трубы не уменьшится, если рабочее давление не будет превышать 7,4 бар.

**7. ОБРАЩЕНИЕ С ИЗДЕЛИЯМИ**

Напорные трубы "Вавин" поставляют упакованными в связки для обеспечения необходимой защиты во время транспортирования и хранения. На заводе-изготовителе в трубы устанавливают неподвижные резиновые кольца, на которые наносят специальную силиконовую смазку с большим сроком службы. Как ПВХ, так и ПЭ трубы поставляются с концевыми заглушками, которые эффективно защищают их от попадания мусора и т.п.

**7.1. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

При транспортировании и хранении неполных связок труб следует соблюдать следующие правила:

1. Трубы следует перевозить и как можно дольше хранить в связках завода-изготовителя (Рис. 7.1).
2. На дно кузова грузовика должны быть уложены подкладки, поддерживающие груз по всей длине. Соблюдайте аккуратность при погрузке и выгрузке. Не поднимайте трубы за один конец и не сбрасывайте их с грузовика (Рис. 7.2).
3. Связки труб и нескрепленные трубы следует хранить на устойчивом основании. Нескрепленные раструбные трубы следует укладывать попеременно раструбами и гладкими концами, чтобы исключить опору труб на раструбы (Рис. 7.3).

**7.2. ОБРАЩЕНИЕ С ТРУБАМИ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ**

При работе по монтажу труб следует соблюдать следующие правила:

1. Трубы малого диаметра можно легко переносить без использования вспомогательного оборудования (Рис. 7.4).
2. Не тащите трубы по земле и избегайте острых предметов (Рис. 7.5).
3. Трубы малого диаметра можно укладывать в траншею вручную (Рис. 7.6).
4. Для труб большого диаметра могут потребоваться грузоподъемные петли или специальная подъемная траверса (Рис. 7.7). Всегда используйте не менее двух петель.

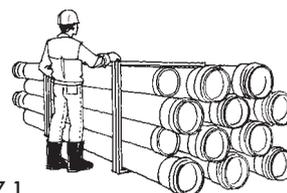


Рис. 7.1

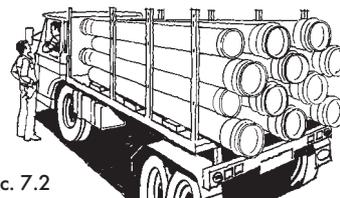


Рис. 7.2

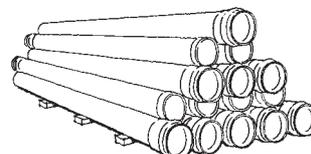


Рис. 7.3

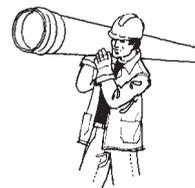


Рис. 7.4

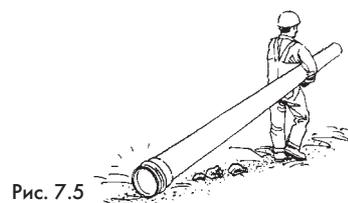


Рис. 7.5

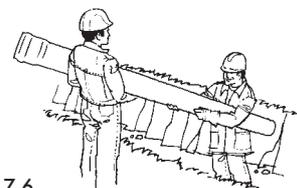


Рис. 7.6

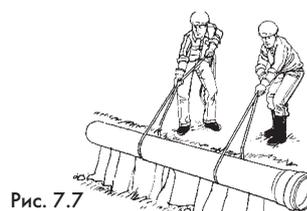


Рис. 7.7

## **8. СОЕДИНЕНИЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

### **8.1 ИНСТРУКЦИИ ПО СОЕДИНЕНИЮ И МОНТАЖУ ПВХ НАПОРНЫХ ТРУБ "ВАВИН"**

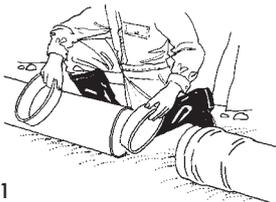


Рис. 8.1



Рис. 8.2



Рис. 8.3



Рис. 8.4



Рис. 8.5

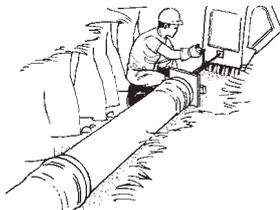


Рис. 8.6

ПВХ напорные трубы и фасонные части "Вавин" на заводе оборудуются неподвижными резиновыми кольцами, что обеспечивает высокую надёжность соединений. На резиновые кольца наносится специальная силиконовая смазка с большим сроком службы, обладающая следующими достоинствами:

- необходимой консистенцией как при высоких, так и при низких температурах;
- водонепроницаемостью;
- отсутствием вредных веществ.

Чтобы не допустить попадания загрязнений внутрь труб даже в траншее, оба конца трубы плотно закрываются специальными пластмассовыми заглушками.

#### **Соединение и монтаж ПВХ напорных труб "Вавин"**

1. Снимите защитные заглушки с раструбного конца уже уложенной трубы и с гладкого конца следующей трубы (Рис. 8.1).
2. Установленное на заводе резиновое кольцо уже смазано силиконовой смазкой с большим сроком службы (Рис. 8.2).  
**Внимание.**  
При установке фасонной части не забудьте нанести смазку на гладкий конец.
3. Направьте в трубу в раструб. Обеспечьте ввод гладкого конца в раструб под правильным углом. снятие фаски на конце трубы не требуется. Если трубу потребуется обрезать, то конец ее должен быть очищен от заусенцев и на нем должна быть снята фаска (Рис. 8.3).
4. Задвиньте втулочный конец в раструб на глубину, указанную монтажной меткой, не продвигая ее дальше. Сборка выполняется вручную. При необходимости можно воспользоваться лапчатым ломом, подложив под него деревянный брусок для защиты конца трубы (Рис. 8.4).
5. Если при помощи лома не удастся достичь достаточного усилия, для соединения можно воспользоваться специальным приспособлением, состоящим из стропов и ручной лебедки (Рис. 8.5), либо домкратом, используя в качестве упора ковш экскаватора (Рис. 8.6).

#### **Внимание.**

Никогда не задвигайте трубы непосредственно ковшом экскаватора.

## 8.2 ВЫПОЛНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ ИЗ ПЭ ТРУБ "ВАВИН"

В настоящее время сварка является наиболее популярным способом соединения ПЭ труб. Этот способ позволяет соединять трубы непосредственно друг с другом или с фасонными частями. Кроме того, ПЭ трубы можно соединять с помощью подвижных фланцев.

### Соединение сваркой

- Трубы, соединенные сваркой, имеют не меньшую прочность, чем до выполнения соединения; таким образом сваренный трубопровод можно сравнить с одной очень длинной трубой.
- Техника сварки гарантирует, что по всей длине трубопровода сохранится присущая полиэтиленовым трубам гибкость. Можно соединить длинный трубопровод на поверхности земли, а затем уложить его в траншею. При такой процедуре не возникает никаких проблем, независимо от того, предусматривается ли проектом традиционная укладка труб, открытым способом или бестраншейная реновация.

Чаще всего для ПЭ напорных труб используют два метода сварки:

- стыковую сварку (Рис. 8.7);
- электромуфтовую сварку (Рис. 8.8).

### Стыковая сварка

Стыковая сварка - это технология, которая уже многие годы применяется для соединения полиэтиленовых труб диаметром более 50 мм. Концы труб устанавливают и соединяют в специальной машине для стыковой сварки. После выравнивания и фиксации края труб гладко зачищают при помощи специального электрического приспособления, обеспечивая их взаимную параллельность. Затем концы труб разогревают нагревательной плитой с фторопластовым покрытием, температура которой регулируется термостатом. Нагревательную плиту помещают между подлежащими соединению концами труб. Когда края труб достаточно расплавятся, плиту убирают, а концы труб прижимают друг к другу и дают трубам остыть.

После сварки стыка на наружной и внутренней поверхности трубы образуется шов. Его можно легко удалить при помощи специального оборудования. Качество соединения быстро и надежно устанавливается визуальным контролем шва снаружи.

### Электромуфтовая сварка

При электромуфтовой сварке разогрев труб обеспечивается за счёт применения полиэтиленовых фасонных частей с заделанными в них при изготовлении нагревательными элементами. Выпускаются оборудованные смонтированными электроспиральными ответвительными седлами, отводы, тройники, заглушки.

Когда по спирали проходит электрический ток, она действует как нагревательный элемент, в результате чего полиэтилен расплавляется, и фасонная часть приваривается к стенке трубы.

Перед сваркой поверхность на свариваемых участках должна быть механически зачищена для удаления возможных загрязнений и окисной плёнки.

Важно обеспечить полную неподвижность трубы и фасонной части как в процессе нагрева при прохождении электрического тока, так и в процессе остывания. В случае приваривания ответвительного седла должны применяться правильно подобранные зажимы.

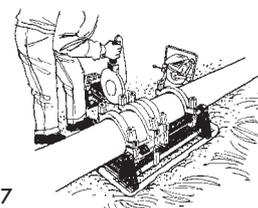


Рис. 8.7

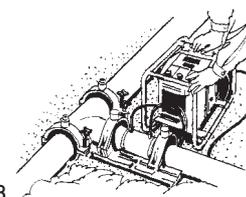


Рис. 8.8

**8.3. КРИТЕРИИ ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ ПЭ ТРУБ**

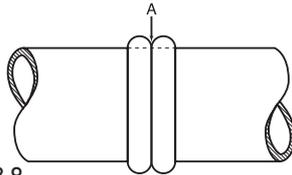


Рис. 8.9

1. Стыковой шов не должен быть ниже уровня поверхности трубы (рис 8.9).

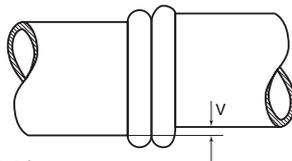


Рис. 8.10

2. Взаимное смещение "V" сваренных труб не должно быть более 10 % толщины стенки трубы (рис 8.10):  
 $V \leq 0,1 \times e_v$ , где  $e_v$  - толщина стенки трубы

Смещение можно измерять относительно поверхностей двух труб, трубы и фасонной части, либо двух фасонных частей.

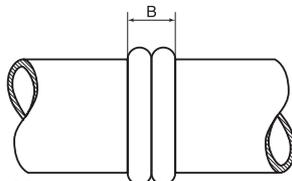


Рис. 8.11

3. Ширина сварочных валиков (рис 8.11) должна соответствовать нижеуказанным размерам. Эти размеры распространяются на швы, полученные при стыковой сварке. В случае сваривания трубы с фасонной деталью или двух фасонных деталей отклонения ширины сварочного валика могут быть на 1 мм больше в любую сторону.

Таблица 8.1

Наименьшая толщина стенки, мм	Ширина сварочных валиков, мм	Наименьшая толщина стенки, мм	Ширина сварочных валиков, мм
2	3 - 5	22	13 - 18
3	4 - 6	24	14 - 19
4	4 - 7	27	15 - 20
5	5 - 8	30	16 - 21
6	6 - 9	34	17 - 22
8	7 - 10	40	18 - 23
9	8 - 11	45	20 - 25
11	9 - 12	50	22 - 27
13	10 - 14	55	24 - 30
16	11 - 15	60	26 - 32
18	12 - 16	65	28 - 36
19	12 - 18		

**Пример использования таблицы 8.1:**

ширина валиков сварочного шва при стыковой сварке двух труб, у которых толщина стенки равна 8,2 мм:

- в столбце "наименьшая толщина стенки" перемещаемся по направлению стрелки до ближайшего к числу 8,2 целого значения, т.е. до 8, которому соответствует ширина сварочных валиков 7-10 мм;

- соответственно, ширина шва при соединении трубы с фасонной деталью должна быть 6-11 мм.

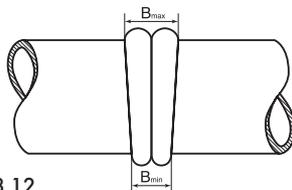


Рис. 8.12

4. Ширина валиков сварочного шва может изменяться в пределах  $\pm 10\%$  от среднего значения ширины валиков (рис 8.12). Среднее значение ширины валиков сварочного шва ( $V_m$ ) вычисляется по формуле:  $V_m = (V_{мин} + V_{макс}) / 2$ ,  
 соответственно:  $V_{мин} \geq 0,9 \times V_m$ , а  $V_{макс} \leq 1,1 \times V_m$

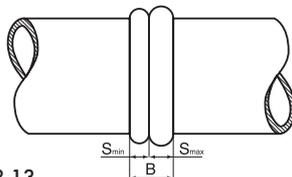


Рис. 8.13

5. Относительная разность ширин двух отдельных валиков одного и того же шва (рис 8.13):

$X = (\Delta S / B) \times 100\%$ , где:  $S$  - ширина одного валика,  
 $\Delta S$  - разность значений ширины ( $S_{макс} - S_{мин}$ ),  $B$  - ширина обеих валиков.

- При сваривании трубы с трубой ( $X \leq 10\%$ ):  $\Delta S \leq 0,1 \times B$ .

- При сваривании трубы с фасонной частью или фасонной части с фасонной частью ( $X \leq 20\%$ ):  $\Delta S \leq 0,2 \times B$

**8.4. СВАРКА ЭЛЕКТРОМУФТАМИ "ВАВИН АГ"**

1. После сварки индикаторы должны выступать не менее чем на 2 мм (Рис. 8.14).
2. Расстояние от края трубы до середины муфты (Рис. 8.15) не должно превышать нижеуказанных значений X:

диаметр муфты	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	160	180	200
размер X, мм	2	2,5	3,5	3,5	4	4	4	4,5	5	5	5,5	6	6

3. Длина сплавленного участка (Рис. 8.16) должна быть не менее нижеуказанных значений F:

диаметр муфты	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	160	200
размер F, мм	8	8	8	8	8	10	12	14	18	20	22	24

4. Нигде не должно быть вытекшего или расплавившегося материала муфты либо выступающей проволоки нагревательного элемента (Рис. 8.17).
5. Нигде не должно быть протекшего в привариваемую муфту материала трубы (Рис. 8.18).  
Примечание.  
Допускается небольшое выпучивание трубы при наваривании электромuft на трубы диаметра 20-63 мм. Выпучивание не должно превышать 50 % толщины стенки трубы.
6. Уменьшение внутреннего диаметра трубы (в свету) вследствие вытекания материала муфты внутрь трубы не должно быть более 50 % толщины стенки и не должно превышать 5 мм (Рис. 8.19).  
 $i$  - высота плавления (максимум 5 мм),  $e_n$  - номинальная толщина стенки трубы
7. Муфта должна быть приварена по всей сплавляемой поверхности. Площадь возможных пустот (газовых полостей) на внутренней привариваемой поверхности муфты не должна быть более 20 % всей сплавляемой площади муфты (Рис. 8.20).

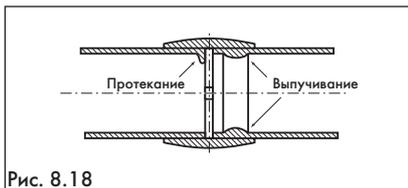


Рис. 8.18

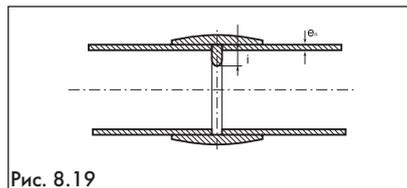


Рис. 8.19



Рис. 8.14

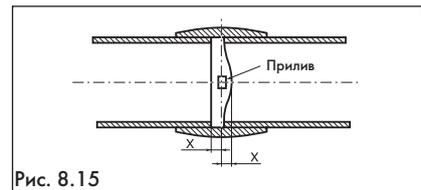


Рис. 8.15

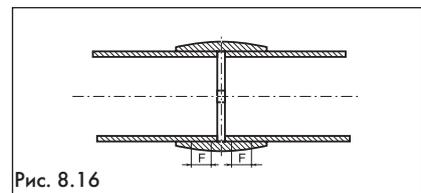


Рис. 8.16

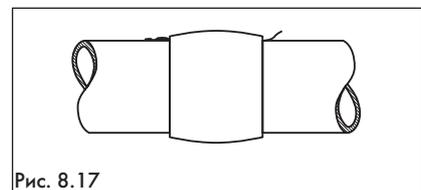


Рис. 8.17

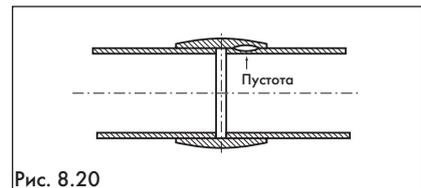
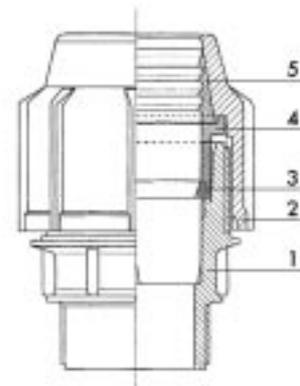


Рис. 8.20

**8.5. Другие способы соединения ПЭ труб**

При сооружении ПЭ сетей могут возникать такие ситуации, когда отсутствует возможность соединения элементов контактной сваркой или электромuftами, либо это экономически нецелесообразно. В таком случае проблема решается за счет применения соответствующих механических соединений. Не разрешается применять соединительные детали, изготовленные в "домашних условиях" или предназначенные для других целей (для соединения изделий из других материалов или для работы в других условиях). Примером подходящих зажимных соединительных деталей являются детали ПОЛИПАК или аналогичные изделия, изготавливаемые швейцарской фирмой ГЕОРГ ФИШЕР+СФ. Они удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к соединительным деталям для ПЭ трубопроводов. Не допускается применение этих соединительных деталей в газопроводах.

Широкий ассортимент соединительных деталей ПОЛИПАК позволяет решить большинство проблем, возникающих при выполнении соединений в водопроводных системах, системах снабжения строительных площадок, ирригационных системах и др. Достоинством этой системы является простота и быстрый монтаж, возможность многократного использования, устойчивость к коррозии и ультрафиолетовым лучам. Популярность таких систем возрастает в связи с тем, что для их монтажа не требуется специального оборудования. Соединительные детали монтируются просто. Для соединений диаметром до 32 мм достаточно отпустить гайку, вставить конец трубы до упора и рукой завернуть гайку. При больших диаметрах соединительное устройство нужно разобрать, установить его элементы на трубу и после полной сборки затянуть резьбовое соединение. Для герметизации резьбовых соединений (например, при установке переходной муфты с внутренней резьбой на стальную трубу) можно воспользоваться фторопластовой лентой (вместо традиционного льняного волокна).



1. Корпус (ПП сополимер)
2. Гайка (ПП сополимер)
3. Уплотнительная прокладка (НБ резина)
4. Прижимная втулка (ПП сополимер)
5. Зажимное кольцо (ПОМ полиацетол)

Рис. 8.21

**9. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

**9.1. СОЕДИНЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛАНЦЕВОГО КОЛЬЦА И ПЭ ПРИВАРНОГО ФЛАНЦА**

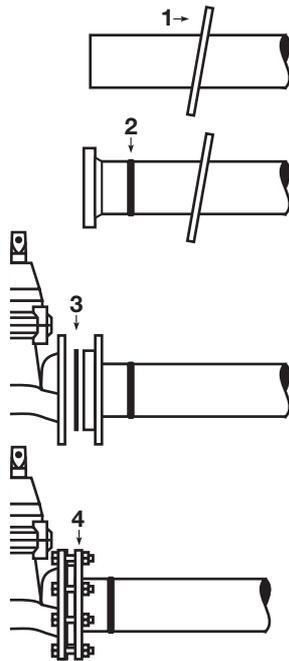


Рис. 9.1  
Схема соединения с использованием фланцевого кольца и ПЭ фасонной части.

Во всех случаях фланцевые соединения следует затягивать тарированным (динамометрическим) гаечным ключом с усилием, указанным в таблице 9.1. Затягивать "как можно сильнее" в этом случае не рекомендуется, поскольку существует большая вероятность превышения допустимых напряжений в соединении.

Таблица. 9.1. Усилие затяжки болтов фланцевых соединений

Ду, мм	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	200	225
NW, мм	20	25	32	40	50	65	80	100	110	125	150	175	200
Крутящий момент, Нм	9	10	20	25	30	35	40	45	50	50	60	75	75

На практике возможны отклонения, например, если трубы противодействуют затягиванию или в случае тугой резьбы в болтовом соединении. Однако и в таких ситуациях увеличение усилия затяжки не является решением проблемы. Если применяются не стандартные прокладки "Вавин", то изменение затягивающего усилия может быть обусловлено другим значением твердости прокладки.

Рекомендуется использовать для фланцевых соединений плоские прокладки. Плоские прокладки из резины на основе бутилкаучука для труб типоразмера более 90 мм должны быть усилены с учетом внутреннего давления трубопровода. Твердость прокладки должна быть приблизительно 65 ед. по Шору.

**Процедура соединения:**

1. Наденьте фланцевое кольцо на ПЭ трубу.
2. Приварите стыковой сваркой к концу трубы приварной фланец, руководствуясь инструкцией по сварке. Можно воспользоваться также электромуфтовой сваркой, при этом не забудьте предварительно расположить фланцевое кольцо на фасонной части.
3. Установите фланцевую прокладку.
4. Соедините фланцы болтами при помощи тарированного гаечного ключа, как указано в инструкции.

Для затягивания фланцевых соединений с плоскими прокладками также следует пользоваться тарированным гаечным ключом. Во всех случаях болты затягивать "крест-накрест".

Таблица 9.2 Сводная таблица диаметров и длин болтов

Типоразмер	число болтов	резьба	S	А			В			С		D		E	
				L	Lfix	Bmin	L	Lfix	Bmin	L	Bmin	L	Bmin	L	Bmin
63	4	M16	24	80	110	38	70	110	46	70	38	90	38	80	38
75	4	M16	24	80	110	38	70	110	46	70	38	100	38	80	38
90	8	M16	24	90	120	38	70	110	46	80	38	100	38	80	38
110	8	M16	24	90	120	38	80	110	46	80	38	100	38	80	38
125	8	M16	24	90	120	38	80	110	46	80	38	100	38	80	38
160	8	M20	30	110	150	46	90	120	46	80	46	120	46	100	46
180	8	M20	30	110	150	46	90	120	46	80	46	130	52	100	46
200	8	M20	30	120	160	46	100	150	60	90	46	140	52	110	46
225	8	M20	30	120	160	46	100	150	60	90	46	140	52	110	46
250	12	M20	30	150	190	60	110	150	60	90	46	150	52	120	46
280	12	M20	30	150	190	60	110	150	80	90	60	150	52	130	46
315	12	M50	30	170	220	73	130	190	80	100	60	160	52	130	46
355	16	M20	30	190	260	100	130	190	80	100	60	190	52	150	52
400	16	M24	36	220	280	100	160	220	80	120	60	220	60	160	60
500	20	M24	36	250	330	100	170	220	80	130	73	-	-	-	-

**А** - соединение между собой свободных фланцев и устойчивых к растягивающим нагрузкам свободных фланцев;

**В** - соединение свободного фланца с фланцевой запорной арматурой или фланцевой фасонной частью;

**С** - соединение между собой фланцевой запорной арматуры и (или) фланцевых фасонных частей;

**D** - соединение между собой свободных фланцев из ПЭСП;

**E** - соединение свободного фланца их ПЭСП с фланцевой арматурой или фланцевой фасонной частью.

Lfix - длина четырех используемых в соединении вспомогательных болтов. В варианте **A** для чугунных фланцев типоразмера 500 мм следует принимать L = 330. В варианте **B** для чугунных фланцев типоразмера 500 мм следует принимать L = 220

**9.2 СОЕДИНЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНОГО СВОБОДНОГО ФЛАНЦА "ВАВИН/АВК" ДЛЯ ПВХ ТРУБ, НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАГРУЗОК**

Свободные (комбинированные) фланцы "Вавин/АВК" используются для соединения двух труб или для присоединения одной трубы к фланцевой арматуре или фасонной части класса давления PN 10 (или PN 16).

Соединительное устройство со свободным фланцем состоит из двух частей: чугунного фланца и резиновой прокладки. Такие фланцы предназначены для работы в трубопроводах, транспортирующих воду или другую нейтральную жидкость при температуре не более 70°C, и имеют допуски  $\pm 1$  мм.

**Монтаж**

1. Обрежьте ПВХ трубу под прямым углом мелкозубой пилой.
2. Удалите опилки, смазку и другие загрязнения с конца трубы. Не делайте фаску.
3. Наденьте чугунный фланец на трубу так, чтобы сторона с меньшим диаметром была направлена от конца трубы.
4. Установите на трубу резиновую прокладку так, чтобы конец с большим диаметром был заподлицо с краем ПВХ трубы (а конец с меньшим диаметром - направлен внутрь фланца).
5. Нанесите тонкий слой смазки на наружную поверхность резиновой прокладки. Установите конец трубы с фланцем и резиновой прокладкой напротив фланца арматуры или фасонной части.
6. Рукой надвиньте чугунный фланец на резиновую прокладку до упора.
7. Установите болты и затяните от руки. Обеспечив соединение частей.
8. Убедитесь в том, что все части установлены точно.
9. Затяните болты гаечным ключом. Для обеспечения равномерной затяжки затягивайте болты "крест-накрест".

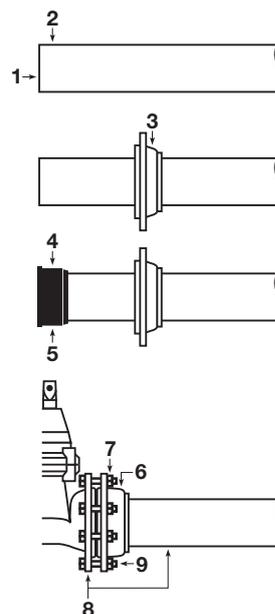


Рис. 9.2. Схема присоединения свободного фланца для ПВХ труб, не предназначенного для растягивающих нагрузок

**9.3 СОЕДИНЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТОЙЧИВОГО К РАСТЯГИВАЮЩИМ НАГРУЗКАМ СВОБОДНОГО ФЛАНЦА "ВАВИН/АВК" ДЛЯ ПВХ ТРУБ**

Устойчивые к растягивающим нагрузкам свободные фланцы "Вавин/АВК" используются для соединения двух ПВХ труб или для присоединения одной ПВХ трубы к фланцевой арматуре или фасонной части класса давления (PN 10 или PN 16).

Соединительное устройство со свободным фланцем состоит из двух частей: чугунного фланца и резиновой прокладки с зажимным кольцом из бронзы.

Такие фланцы предназначены для работы в трубопроводах, транспортирующих воду или другую нейтральную жидкость при температуре не более 70°C, и имеют допуски  $\pm 1$  мм.

**Монтаж:**

1. Обрежьте ПВХ трубу под прямым углом мелкозубой пилой.
2. Удалите опилки, смазку и другие загрязнения с конца трубы. Не делайте фаску.
3. Наденьте чугунный фланец на трубу так, чтобы сторона с меньшим диаметром была направлена от конца трубы.
4. Установите на трубу резиновую прокладку с зажимным кольцом так, чтобы конец с большим диаметром выступал на 20 мм по отношению к краю ПВХ трубы (а конец с меньшим диаметром - был бы направлен внутрь фланца).
5. Нанесите тонкий слой смазки на наружную поверхность резиновой прокладки. Установите конец трубы с фланцем, зажимным кольцом и резиновой прокладкой напротив фланца арматуры или фасонной части.
6. Рукой надвиньте чугунный фланец на резиновую прокладку с зажимным кольцом до упора.
7. Установите болты и затяните от руки, обеспечив соединение частей.
8. Убедитесь в том, что все части установлены ровно.
9. Затяните болты гаечным ключом. Для обеспечения равномерной затяжки затягивайте болты "крест-накрест".

**Внимание.**

Аналогично соединяются между собой два устойчивых к растягивающим нагрузкам свободных фланца. При затягивании потребуются два более длинных "вспомогательных" болта.

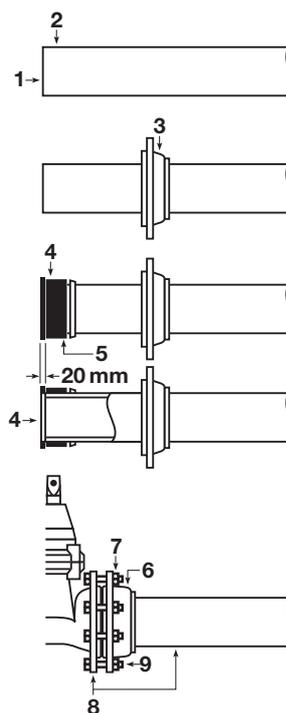


Рис. 9.3. Схема присоединения устойчивого к растягивающим нагрузкам свободного фланца для ПВХ труб.

**9.4 СОЕДИНЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТОЙЧИВОГО  
К РАСТЯГИВАЮЩИМ НАГРУЗКАМ СВОБОДНОГО ФЛАНЦА  
"ВАВИН/АВК" ДЛЯ ПЭ ТРУБ (С РАСПОРНОЙ ГИЛЬЗОЙ)**

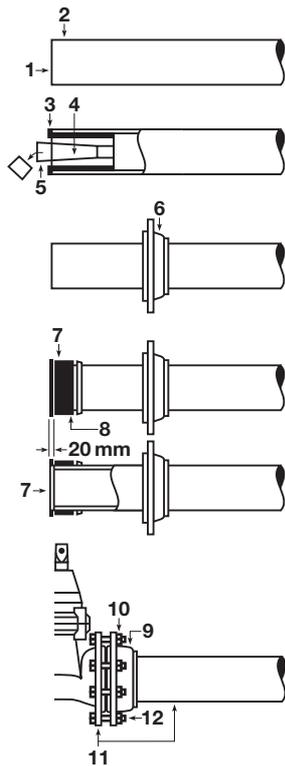


Рис. 9.4 схема присоединения устойчивого к растягивающим нагрузкам свободного фланца для ПЭ труб

Устойчивые к растягивающим нагрузкам свободные фланцы "Вавин/АВК" можно использовать для соединения двух ПЭ труб или для присоединения одной ПЭ трубы к фланцевой арматуре или фасонной части класса давления PN 10 (или PN 16). Соединительное устройство со свободным фланцем состоит из двух частей: чугунного фланца и резиновой прокладки с зажимным кольцом из бронзы. При этом применяются круглые гильзы из нержавеющей стали с клиновыми замками. Такие фланцы предназначены для работы в трубопроводах, транспортирующих воду или другую нейтральную жидкость при температуре не более 70°С, и имеют допуски ± 1 мм.

**Монтаж:**

1. Обрежьте ПЭ трубу под прямым углом мелкозубой пилой.
2. Удалите опилки, смазку и другие загрязнения с внутренней и наружной поверхностей конца трубы. Не делайте фаску.
3. Слегка сожмите распорную гильзу и вдвиньте ее в трубу до упора буртиком в торец трубы.
4. Вставьте от руки клин в канавки гильзы и аккуратно забейте его молотком на место.
5. Если клин не заходит настолько, чтобы его конец был заподлицо с краем трубы, отрежьте выступающую часть ножовкой.
6. Наденьте чугунный фланец на трубу так, чтобы сторона с меньшим диаметром была направлена от конца трубы.
7. Установите на трубу резиновую прокладку с зажимным кольцом так, чтобы конец с большим диаметром выступал на 20 мм по отношению к краю ПЭ трубы (а конец с меньшим диаметром - был бы направлен внутрь фланца).
8. Нанесите тонкий слой смазки на наружную поверхность резиновой прокладки. Установите конец трубы с фланцем, зажимным кольцом, резиновой прокладкой и гильзой напротив фланца арматуры или фасонной части.
9. Ручкой надвиньте чугунный фланец на резиновую прокладку с зажимным кольцом до упора.
10. Установите болты и затяните от руки, обеспечив соединение частей.
11. Убедитесь в том, что все части установлены ровно.
12. Затяните болты гаечным ключом. Для обеспечения равномерной затяжки затягивайте болты "крест-накрест".

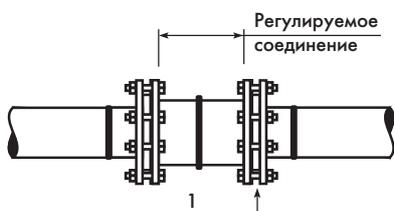
**Внимание.**

Аналогично соединяются между собой два устойчивых к растягивающим нагрузкам свободных фланца. При затягивании потребуются два более длинных "вспомогательных" болта.

**9.5.СОЕДИНЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ФЛАНЦЕВОГО АДАПТЕРА**

Фланцевый адаптер - это устройство, которое позволяет облегчить монтаж арматуры за счет регулировки расстояния между фланцами (рис. 9.5).

Адаптеры выполняются на диаметры до 1200 мм.  
Более подробное описание адаптера - см. к каталоге



1. Фланцевое соединение адаптера с трубой

Рис. 9.5

**9.6 ИНСТРУКЦИЯ ПО ВРЕЗКЕ ОТВЕТВЛЕНИЯ В  
СУЩЕСТВУЮЩИЙ ПЛАСТМАССОВЫЙ ТРУБОПРОВОД**

1. Очистите участок трубы, в котором будет выполняться отверстие, и установите на трубе обе половины ответвительного хомута. Обе половины могут находиться на трубе в независимых друг от друга положениях. Соедините половины, обеспечив попадание "зубьев" в соответствующие пазы.
2. Надвиньте замки в направлении, указанном стрелкой. При необходимости можно воспользоваться молотком с мягким бойком. При правильном положении замков их торцы должны быть заподлицо с торцами хомута.
3. Нанесите тонкий слой смазки на резиновое кольцо крана и вверните кран в отверстие хомута до отказа. Нужное направление крана обеспечивается за счет отворачивания его на необходимый угол.
4. Прежде чем устанавливать в кран сверлильное приспособление, установите переходную муфту с наружной резьбой и, если это требуется размерами сверлильного приспособления, ниппель.
5. Убедившись в том, что кран открыт (ручка должна быть направлена вдоль корпуса крана), установите приспособление и начните сверлить.
6. Просверлив отверстие, извлеките шпindel приспособления. Теперь можно закрыть кран и снять приспособление.
7. Нанесите тонкий слой смазки на резиновое кольцо резьбовой заглушки и вверните ее в верхнее отверстие корпуса крана. Слегка смажьте резиновое кольцо выбранного штуцера и вверните штуцер в боковое отверстие.
8. Отрежьте ПЭ трубу под прямым углом и снимите заусенцы. Нанесите смазку (Внимание. Смазка должна быть без силикона) на конец трубы. Задвиньте трубу в штуцер до отказа. Разборку можно выполнять за счет снятия штуцера. Перед повторной сборкой очистите детали тканью.
9. После окончания сборки откройте кран. На иллюстрациях показано сверление сверху.

**Внимание.** Боковое сверление

Сверление сбоку можно выполнять таким же образом, но система должна быть повернута на 90°.

Если сверление выполняется при отсутствии давления, нужны только хомут и штуцер.



**10. ОПОРЫ ДЛЯ ТРУБ**

Иногда требуется укладка труб над поверхностью земли или в защитных каналах. В таком случае расстояния между опорами для труб не должны превышать значений, указанных в нижеприведенных таблицах.

Таблица 10.1. Наибольшее допускаемое расстояние [м] между опорами для ПВХ труб

Наружный диаметр Dy, мм	PVC, PN 6 (классов Н и С, для канализации)		PVC, PN 10	
	сигма 125 20°C	сигма 100	сигма 125 20°C	сигма 100 40°C
50	-	-	1	1
63	-	-	1,5	1,5
75	1,5	1,5	1,5	1,5
90	1,5	1,5	1,5	1,5
110	1,5	1,5	2	1,5
160	2	2	2	2
200	2	2	2	2
225	2	2	3	2
250	3	2	3	3
280	3	3	3	3
315	3	3	3	3
400	3	3	3	3
500	3	3	3	3
630	4	4	4	4

Таблица 10.2. наибольшее допускаемое расстояние [м] между опорами для труб ПЕ 100

Наружный диаметр Dy, мм	PE100, PN 6 (SDR 26)		PE100, PN 10 (SDR 17)		PE100, PN 16 (SDR 11)	
	20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
90	1	0,9	1,15	1,05	1,25	1,15
110	1,15	1,05	1,3	1,2	1,4	1,3
125	1,3	1,2	1,4	1,3	1,6	1,45
160	1,55	1,45	1,7	1,6	1,9	1,75
180	1,7	1,55	1,9	1,75	2,1	1,95
200	1,85	1,7	2,05	1,9	2,25	2,1
225	2	1,85	2,25	2,1	2,45	2,3
250	2,15	2	2,4	2,2	2,65	2,45
280	2,35	2,2	2,6	2,4	2,9	2,7
315	2,6	2,4	2,85	2,65	3,15	2,95
400	3,1	2,85	3,4	3,2	3,8	3,5

Таблица 10.3. наибольшее допускаемое расстояние [м] между опорами для труб ПЕ 80

Наружный диаметр Dy, мм	PE80, PN 6 (SDR 17)		PE80, PN 10 (SDR 11)	
	20°C	40°C	20°C	40°C
20	-	-	0,45	0,4
25	-	-	0,5	0,45
32	0,6	0,55	0,6	0,55
40	0,65	0,6	0,75	0,7
50	0,7	0,65	0,75	0,7
63	0,8	0,75	0,9	0,85
75	0,95	0,85	1,05	0,95
90	1	0,9	1,1	1
110	1,15	1,05	1,25	1,15
125	1,25	1,15	1,35	1,25
160	1,5	1,4	1,65	1,55
180	1,65	1,55	1,8	1,5
200	1,8	1,65	1,95	1,8
225	1,95	1,8	2,15	2
250	2,1	1,95	2,35	2,15
280	2,3	2,15	2,55	2,35
315	2,5	2,3	2,75	2,55
400	3	2,8	3,3	3,1

**11 ПРОКЛАДКА ПЭ ТРУБ В СТАРЫХ ТРУБОПРОВОДАХ**

Прокладка новых труб в старых трубах представляет собой широко известный способ обновления старых трубопроводных систем. Однако при этом весьма важно иметь полное представление об усилиях и напряжениях, которым подвергаются трубы при установке.

**11.1 ТОЛЩИНА СТЕНКИ ПЭ ТРУБ**

При введении ПЭ трубы в существующих трубопровод наружная поверхность ПЭ трубы может получить какие-нибудь повреждения, например, может быть поцарапана, если не принять специальных мер. К этим мерам относятся удаление заусенцев и острых кромок с существующих труб, осмотр при помощи замкнутой телевизионной системы и защита новой трубы в зоне введения, в частности, при прохождении ею обрезанного края старой трубы. Следует следить за тем, чтобы глубина царапин не превосходила 10% от толщины стенки. Поэтому рекомендуется применять ПЭ трубы с толщиной стенки не менее 5 мм.

**11.2. НАИБОЛЬШАЯ ДЛИНА ВВОДИМОЙ ТРУБЫ****Длина прямой трубы.**

Сила  $F_f$  необходимая для протягивания секции через существующий трубопровод, может быть рассчитана по формуле (11.1).

Сила необходимая для протягивания секции не должна превышать допустимого значения протягивающей силы, указанного в таблицах 11.1 и 11.2, либо длина секции не должна превышать значения, рассчитываемого по формуле (11.2).

Таблица 11.1 Допустимая протягивающая сила  $F$ (кН) для ПЭ труб PE 80

Типоразмер D, мм	PN 6.3			PN 10		
	F, кН	e, мм	Вес*, кг/м	F, кН	e, мм	Вес*, кг/м
63	5,65	3,8	0,71	8,34	5,8	1,05
75	7,97	4,5	1,00	11,66	6,8	1,46
90	11,48	5,4	1,44	16,86	8,2	2,12
110	17,15	6,6	2,15	25,13	10,0	3,16
125	21,87	7,4	2,75	32,55	11,4	4,09
140	27,47	8,3	3,45	40,63	12,7	5,10
160	35,93	9,5	4,51	53,35	14,6	6,70
180	45,53	10,7	5,72	67,43	16,4	8,47
200	56,26	11,9	7,07	83,16	18,2	10,45
225	71,26	13,4	8,95	105,36	20,5	13,23
250	87,49	14,8	10,99	129,68	22,7	16,29
280	109,89	16,6	13,80	162,53	25,4	20,42
315	139,26	18,7	17,49	205,86	28,6	25,86
355	177,07	21,1	22,24	261,96	32,3	32,91
400	224,14	23,7	26,15	332,63	36,4	41,78

Растягивающее напряжение: 8 МПа

\*Вес = 1,06 минимального веса

$$F_f = q \times L (\mu \cos \phi \pm \sin \phi) \quad (11.1)$$

где:  $q$  - погонный вес трубы, Н/мм;  
 $L$  - длина трубы, мм;  $\mu$  - коэффициент трения (до 0,8 в зависимости от состояния поверхности старой трубы);  $\phi$  - угол уклона существующего трубопровода, град.

$$L_{\text{доп}} = \frac{F}{q \times (\mu \cos \phi \pm \sin \phi)} \quad (11.2)$$

где:  $L_{\text{доп}}$  - допускаемая длина вводимой прямой ПЭ трубы, ;  $F$  - допускаемая протягивающая сила, (см. таблицы);  
 $q$  - погонный вес трубы, ;  
 $\mu$  - коэффициент трения (до 0,8 в зависимости от состояния поверхности старой трубы);  $\phi$  - угол уклона существующего трубопровода, град.

Таблица 11.2 Допустимая протягивающая сила F(кН) для ПЭ труб PE 100

Типоразмер D, мм	PN 6.3			PN 10			PN 16		
	F, кН	e, мм	Вес*, кг/м	F, кН	e, мм	Вес*, кг/м	F, кН	e, мм	Вес*, кг/м
63				8,48	3,8	0,71	12,51	5,8	1,05
75				11,96	4,5	1,00	17,48	6,8	1,47
90				17,22	5,4	1,45	25,29	8,2	2,12
110	16,75	4,2	1,41	25,73	6,6	2,16	37,70	10,0	3,17
125	21,75	4,8	1,83	32,81	7,4	2,76	48,82	11,4	4,10
140	27,40	5,4	2,30	41,21	8,3	3,46	60,95	12,7	5,12
160	35,95	6,2	3,02	53,90	9,5	4,53	80,03	14,6	6,72
180	45,03	6,9	3,78	68,29	10,7	5,74	101,15	16,4	8,50
200	55,82	7,7	4,69	84,39	11,9	7,09	124,74	18,2	10,48
225	70,16	8,6	5,89	106,89	13,4	8,98	158,04	20,5	13,28
250	87,00	9,6	7,31	131,23	14,8	11,02	194,52	22,7	16,34
280	108,63	10,7	9,13	164,84	16,6	13,85	243,79	25,4	20,48
315	138,17	12,1	11,61	208,88	18,7	17,55	308,79	28,6	25,94
355	175,04	13,6	14,70	265,60	21,1	22,31	392,95	32,3	33,01
400	221,89	15,3	18,64	336,21	23,7	28,24	498,95	36,4	41,91

Растягивающее напряжение: 12МПа

\* Вес = 1,06 минимального веса

**Длина изогнутой трубы.**

$$L_{\beta} = \frac{L_{\text{доп}}}{e^{\mu\beta}} \quad (11.3)$$

где:  $L_{\beta}$  - допускаемая длина вводимой изогнутой ПЭ трубы, мм;  $L_{\text{доп}}$  - допускаемая длина вводимой прямой ПЭ трубы, мм;  $e$  - толщина стенки, мм;  $\beta$  - кривизна ПЭ трубы, рад.;  $\mu$  - коэффициент трения.

Если ПЭ труба вставляется в изогнутую трубу, то протягивающая сила  $F_{\beta}$  возрастает в  $e^{\mu\beta}$  раз, т.е. наибольшая допускаемая длина вводимой трубы уменьшается до значения, которое можно определить по формуле (11.3)

**11.3. НАПРЯЖЕНИЕ В НОСОВОМ КОНУСЕ**

$$p = \frac{F}{A_1} = \frac{F}{D \times e \times n} \leq P_{\text{доп}} = 10 \text{ Н/мм}^2 \quad (11.4)$$

где:  $p$  - напряжение в болтовых отверстиях, Н/мм<sup>2</sup>;  $F$  - протягивающая сила, Н;  $A_1$  - площадь поперечного сечения болтовых отверстий, мм<sup>2</sup>;  $D$  - диаметр болтового отверстия, мм;  $e$  - толщина стенки, мм;  $n$  - количество отверстий.

В зависимости от конструкции носового конуса протягивающая сила может передаваться ПЭ трубе через соединение, выполненное стыковой сваркой (Рис. 11.2), что является предпочтительным, или через болтовое соединение (Рис.11.1).

Протягивающая сила создает в болтовых отверстиях напряжение  $p$ , Н/мм<sup>2</sup>, которое не должно превышать допускаемого значения:  $P_{\text{доп}} = 10 \text{ Н/мм}^2$ . Напряжение, вызванное протягивающей силой, можно определить по формуле (11.4).

$$T = \frac{F}{A_2} = \frac{F}{2b \times e \times n} \leq T_{\text{доп}} = 4 \text{ Н/мм}^2 \quad (11.5)$$

где:  $T$  - напряжение сдвига, Н/мм<sup>2</sup>;  $F$  - протягивающая сила, Н;  $A_2$  - площадь поперечного сечения, мм<sup>2</sup>;  $e$  - толщина стенки, мм;  $n$  - количество отверстий.

Напряжение сдвига (срезающее напряжение), возникающее в болтовом соединении, не должно превышать допустимое значение  $T_{\text{доп}} = 4 \text{ Н/мм}^2$  и определяется по формуле (11.5).

Уменьшение поперечного сечения ПЭ трубы, обусловленное болтовыми отверстиями, может, таким образом, привести к уменьшению длины вставляемой трубы.

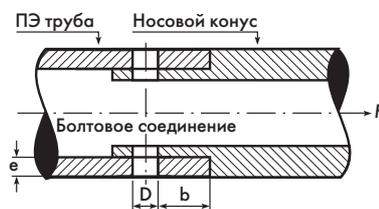


Рис.11.1 Пример болтового соединения между трубой и носовым конусом



Рис.11.2 Фотография носового конуса, приваренного стыковой сваркой

## 11.4 ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ПОДАЮЩЕЙ ТРАНШЕИ

Длина подающей траншеи, например, от места, где ПЭ труба вводится в существующий трубопровод (Рис. 11.3.), может быть рассчитана как функция глубины залегания и допустимого радиуса кривизны (11.6).

Если увеличить высоту до  $2H$ , то требуемая длина траншеи может быть уменьшена до значения: (11.7).

Определение длины вскрываемого участка существующего трубопровода определяется по формуле (11.8).

Уклон траншеи можно рассчитать по формуле (11.9).

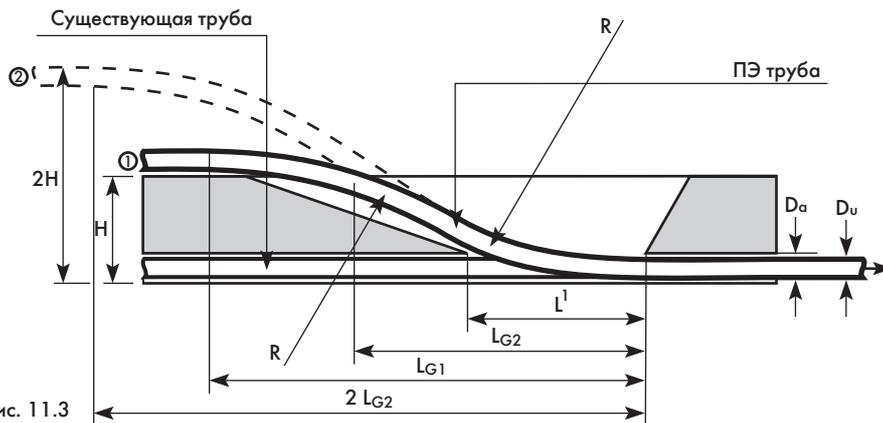


Рис. 11.3

$$L_{G1} = \sqrt{H \times (4R - H)} \quad (11.6)$$

$$\text{для } R \geq 50 \times D_u \Rightarrow$$

$$L_{G1} = \sqrt{H \times (200 \times D_u - H)}, \text{ мм}$$

где:  $L_{G1}$  - длина падающей траншеи, мм;  
 $H$  - глубина залегания существующего трубопровода, мм;  $D_u$  - наружный диаметр ПЭ трубы, мм;  $R$  - радиус кривизны ПЭ трубы, мм.

$$L_{G2} = \sqrt{H \times (2R - H)} \quad (11.7)$$

$$L^1 = \sqrt{D_a \times (2R - D_a)} \approx \sqrt{2 \times R [D_a]}, \text{ мм} \quad (11.8)$$

$$\text{для } R = 50 \times D_u \Rightarrow L^1 = 10 \times D_a, \text{ мм}$$

где:  $L^1$  - длины вскрываемого участка, мм;  
 $D_a$  - внутренний диаметр старой трубы, мм;  
 $R$  - радиус кривизны ПЭ трубы, мм.

$$\text{tg } \phi = \frac{H - D_a}{L_G - L^1} \quad (11.9)$$

где:  $L^1$  - длины вскрываемого участка, мм;  
 $D_a$  - внутренний диаметр старой трубы, мм;  
 $L_G$  - длина падающей траншеи, мм;  $H$  - глубина залегания существующего трубопровода, мм;  
 $\phi$  - угол падающей траншеи.

## **12. ПРИМЕР МОНТАЖА ВОЗДУШНЫХ КЛАПАНОВ И ПОЖАРНЫХ ГИДРАНТОВ**

### **12.1. МОНТАЖ ПОЖАРНЫХ ГИДРАНТОВ НА ПЭ ТРУБОПРОВОДЫ**

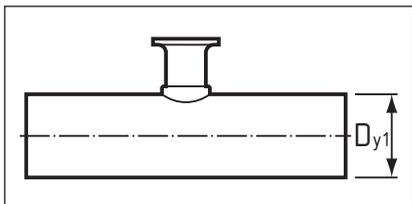


Рис. 12.2 Тройник для подключения пожарного гидранта с фланцевым подключением

Для монтажа пожарных гидрантов используется специальный тройник с фланцевым подключением, выполненным под Российский стандарт крепления гидрантов. При монтаже в колодцах под тройником желательно выполнить опору.

ПЭ - достаточно технологический материал, и позволяет выполнить практически любое фасонное изделие. В частности, может быть выполнена крестовина с подключением пожарного гидранта в центре, тройник, отвод на любой угол поворота.

При выполнении проектов по перекладке старых сетей это свойство ПЭ является достаточно важным, т.к. приходится выполнять фасонные изделия под реальную развязку сетей. При этом единственным требованием к проектной организации является предоставление чертежей требуемого изделия.

### **12.2. МОНТАЖ ВОЗДУШНЫХ КЛАПАНОВ**

В данном разделе показан один возможный вариант крепления воздушного клапана на трубопроводе.

Для монтажа воздушного клапана используется стандартный тройник (1), который устанавливается на трубопровод и обсыпается песком. Поверх трубопровода устанавливается глухое днище колодца, в которое через уплотнительное кольцо герметично заводится ответвление от тройника. Через электросварную муфту (2) приваривается фланец, к которому через задвижку (3) крепится воздушный клапан (4).

Преимущество подобного соединения в том, что ПЭ трубопровод остается цельным, без фланцевых соединений, что повышает надежность системы. Кроме того, существенно упрощается монтаж системы, т.к. не требуется дорогостоящее сооружение бетонных камер (особенно на больших диаметрах), и появляется возможность установить колодец непосредственно на самой высокой точке трубопровода в случае, если в процессе монтажа таковая сместилась немного в сторону от проектной.

В данном случае колодец не давит на трубу, ибо он выполнен из ПЭ с поперечными ребрами жесткости, которые, сцепляясь с грунтом, держат колодец по всей его высоте.

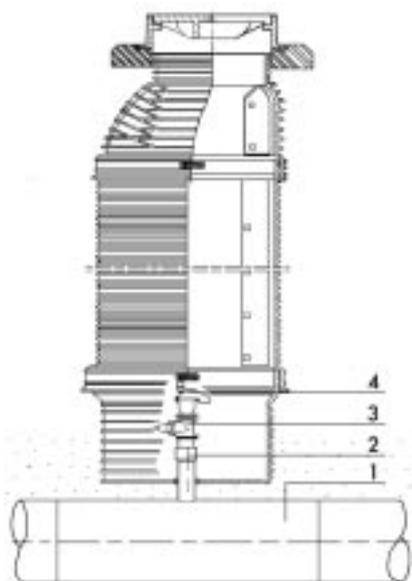


Рис. 12.2

**13.1 Химическая стойкость непластифицированного ПВХ**

Не подвергающегося механическим нагрузкам, к веществам при температурах 20°C и 60°C.

П/п	Вещество	Концентрация	20°C	60°C
1	Ацетон	100%	Н	Н
2	Этилакрилат	100%	Н	Н
3	Бензойный альдегид	0.1%	Н	Н
4	Кротонный альдегид	100%	Н	Н
5	Ацетатный альдегид	40%	Н	-
6	Ацетатный альдегид	100%	Н	-
7	Спирт аллиловый	96%	О	Н
8	Спирт амиловый		У	О
9	Спирт фурфуриловый	100%	Н	Н
10	Аммиак, сухой газ	13%	У	У
11	Аммиак, жидкость	100%	О	Н
12	Аммиак, водный раствор	Раств. развед.	У	О
13	Аммония нитрат	Раств. насыщ.	У	У
14	Аммония хлорид	Раств. насыщ.	У	У
15	Аммония фторид	20%	У	О
16	Аммония сульфат	Раств. насыщ.	У	У
17	Анилин	100%	Н	Н
18	Анилин	Раств. насыщ.	Н	Н
19	Анилин хлористоводородный	Раств. насыщ.	Н	Н
20	Сурьмы хлорид	90%	У	У
21	Бензол	100%	Н	Н
22	Бензин (алифатические углеводы)	-	У	У
23	Бензин (алифатические углеводы), бензол	80/20	Н	Н
24	Ацетатный ангидрид	100%	Н	Н
25	Бура	Раств. насыщ.	У	О
26	Бром, жидкость	100%	Н	Н
27	Бутадиен	100%	У	У
28	Бутан, газ	100%	У	-
29	Бутанолы	до 100%	У	О
30	Бутилфенол	100%	О	Н
31	Хлор, сухой газ	100%	О	Н
32	Хлор, водный раствор	Раств. насыщ.	О	Н
33	Сахар	Раств. насыщ.	У	У
34	Циклогексанол	100%	Н	Н
35	Циклогексанон	100%	Н	Н
36	Олова хлорид	Раств. насыщ.	У	У
37	Цинка хлорид	Раств. насыщ.	У	У
38	Декстрин	Раств. насыщ.	У	О
39	Дрожжи	Раств. ненасыщ.	У	О
40	Дихлорацетат	100%	Н	Н
41	Диметиламин	30%	У	-
42	Этанол	95%	У	О
43	Этиловый эфир	100%	Н	-
44	Этиловый гликоль	Раств. промышл.	У	У
45	Фенол	90%	О	Н
46	Фенилгидразин	100%	Н	Н
47	Фенилгидразина хлористый водород	97%	О	Н
48	Формальдегид	Раств. развед.	У	О
49	Формальдегид	40%	У	У
50	Фосфин	100%	У	У
51	Хлора фосфид	100%	Н	-
52	Глицерин	100%	У	У
53	Алюмо-калиевые квасцы	Раств. насыщ.	У	У
54	Алюминия хлорид	Раств. насыщ.	У	У
55	Алюминия сульфат	Раств. насыщ.	У	У
56	Глюкоза	Раств. насыщ.	У	О
57	Гексадеканол	100%	-	У
58	Крезолы	Раств. насыщ.	-	Н
59	Ксилол	100%	Н	Н
60	Адипиновая кислота	Раств. насыщ.	У	О
61	Антрахиносульфаниловая кислота	Раств. ненасыщ.	У	О

П/п	Вещество	Концентрация	20°C	60°C
62	Мышьяковая кислота	Раств. насыщ.	У	О
63	Азотная кислота	до 45%	У	О
64	Азотная кислота	от 50% до 98%	Н	Н
65	Бензойная кислота	Раств. насыщ.	О	Н
66	Борная кислота	Раств. развед.	У	О
67	Бромводородная кислота	10%	У	О
68	Бромводородная кислота	50%	У	О
69	Бромовая кислота	10%	У	-
70	Хлоруксусная кислота	Раств. ненасыщ.	У	О
71	Хлоросульфаниловая кислота	100%	О	Н
72	Соляная кислота	20%	У	О
73	Соляная кислота	>30%	У	У
74	Хромовая кислота	от 1% до 50%	У	О
75	Лимонная кислота	Раств. насыщ.	У	У
76	Дигликолиевая кислота	18%	У	О
77	Фторсиликатная кислота	32%	У	У
78	Плавиновая кислота	40%	О	Н
79	Плавиновая кислота	60%	О	Н
80	Плавиновая кислота, газ	100%	О	Н
81	Гликолиевая кислота	30%	У	У
82	Крезоловая кислота	Раств. насыщ.	-	Н
83	Малеиновая кислота	Раств. насыщ.	У	О
84	Масляная кислота	98%	Н	Н
85	Масляная кислота	20%	У	О
86	Молочная кислота	10%	У	О
87	Молочная кислота	от 10% до 90%	О	Н
88	Муравьиная кислота	от 1% до 50%	У	О
89	Хлорная кислота	10%	У	О
90	Хлорная кислота	70%	О	Н
91	Никотиновая кислота	Раств. промышл.	У	У
92	Уксусная кислота	25%	У	О
93	Уксусная кислота		О	Н
94	Уксусная кислота	60%	У	О
95	Олеиновая кислота	100%	У	У
96	Ортомышьяковая кислота	Раств. развед.	У	-
97	Ортофосфорная кислота	30%	У	О
98	Ортофосфорная кислота, водный раствор	>30%	У	У
99	Пикриновая кислота	Раств. насыщ.	У	У
100	Сернистая кислота	Раств. ненасыщ.	У	У
101	Серная кислота	96%	О	Н
102	Серная кислота	от 40% до 90%	У	О
103	Серная дымящая кислота /олеум/	10% SO <sub>3</sub>	Н	Н
104	Щавелевая кислота	Раств. насыщ.	У	У
105	Щавелевая кислота	Раств. развед.	У	О
106	Галлодубильная кислота	Раств. ненасыщ.	У	У
107	Винная кислота	Раств. ненасыщ.	У	У
108	Магния хлорид	Раств. насыщ.	У	У
109	Магния сульфат	Раств. насыщ.	У	У
110	Меласса	Раств. промышл.	У	О
111	Метанол	100%	У	О
112	Метилметакрилан	100%	Н	Н
113	Меди хлорид	Раств. насыщ.	У	У
114	Меди фторид	2%	У	У
115	Меди сульфат	Раств. насыщ.	У	У
116	Молоко	-	У	У
117	Моча	-	У	О
118	Мочевина	10%	У	О
119	Мыло	Раств. ненасыщ.	У	О
120	Никеля сульфат	Раств. насыщ.	У	У
121	Уксус	до 8%	У	У
122	Амиллацетат	100%	Н	Н
123	Бутилацетат	100%	Н	Н

П/п	Вещество	Концентрация	20 °С	60 °С
124	Этилацетат	100%	Н	Н
125	Свинца ацетат	Раств. насыщ.	У	У
126	Свинца ацетат	Раств. развед.	У	У
127	Винилацетат	100%	Н	Н
128	Масла и жиры		У	У
129	Тетраэтилсвинец	10%	У	-
130	Озон	100%	У	У
131	Пиридин	до 100%	Н	-
132	Пиво		У	У
133	Калия нитрат	Раств. насыщ.	У	У
134	Калия бромид	Раств. насыщ.	У	У
135	Калия хлорид	Раств. насыщ.	У	У
136	Калия хромат	40%	У	У
137	Калия цианид	Раств. ненасыщ.	У	У
138	Калия бихромат	40%	У	У
139	Калия персульфат	Раств. насыщ.	У	О
140	Калия перманганат	20%	У	У
141	Калия гидроксид	Раств. ненасыщ.	У	У
142	Калия феррицианид /   /	Раств. насыщ.	У	У
143	Калия ферроцианид /  /	Раств. насыщ.	У	У
144	Пропан, сжиженный газ	100%	У	-
145	Двуокись серы (II), жидкая	100%	О	Н
146	Двуокись серы (II), сухая	100%	У	У
147	Сероводород, газ	100%	У	У
148	Натрия бензоат	35%	У	О
149	Натрия хлорат	Раств. насыщ.	У	У

П/п	Вещество	Концентрация	20 °С	60 °С
150	Натрия хлорид	Раств. насыщ.	У	У
151	Натрия гипохлорит (13% хлора)	100%	У	О
152	Натрия сульфат	Раств. насыщ.	У	О
153	Натрия гидросульфид	Раств. насыщ.	У	У
154	Натрия гидроксид	Раств. ненасыщ.	У	У
155	Натрия феррицианид /III/	Раств. насыщ.	У	У
156	Натрия ферроцианид /II/	Раств. насыщ.	У	У
157	Серебра нитрат	Раств. насыщ.	У	О
158	Кислород	100%	У	У
159	Толуол	100%	Н	Н
160	Трихлорэтилен	100%	Н	Н
161	Триметилпропан	до 10%	У	О
162	Кальция нитрат	50%	У	У
163	Кальция хлорид	Раств. насыщ.	У	У
164	Тетрахлорэтан	100%	О	Н
165	Сероуглерод	100%	О	Н
166	Углекислый газ	Раств. насыщ.	У	О
167	Углекислый газ, сжиженный	-	У	У
168	Углекислый газ, сухой	100%	У	У
169	Вино	-	У	У
170	Морская вода	-	У	О
171	Водород	100%	У	У
172	Перекись водорода	30%	У	У
173	Фотопроявители	Раств. промышл.	У	У
174	Железа хлорид	Раств. насыщ.	У	У

### 13.2 Химическая стойкость ПЭ

Не подвергающегося механическим нагрузкам, к веществам при температурах 20 °С и 60 °С.

П/п	Вещество	Концентрация	20 °С	60 °С
1	Ацетон	100%	О	О
2	Ацетатный альдегид	100%	У	О
3	Спирт аллиловый	96%	У	У
4	Спирт амиловый (пентанол)	100%	У	О
5	Спирт бутиловый (бутанол)	до 100%	У	У
6	Спирт циклогексильный (циклогексанол)	100%	У	У
7	Спирт этиловый (этанол)	40 %	У	О
8	Спирт фурфуриловый	100%	У	О
9	Спирт метиловый (метанол)	100%	У	У
10	Квасцы	Раств. ненасыщ.	У	У
11	Аммиак, сухой газ	100%	У	У
12	Аммиак, жидкость	100%	У	У
13	Аммиак, водный раствор	Раств. разб.	У	У
14	Аммония нитрат	Раств. насыщ.	У	У
15	Аммония хлорид	Раств. насыщ.	У	У
16	Аммоний фтористый	Раств. ненасыщ.	У	У
17	Аммония сульфат	Раств. насыщ.	У	У
18	Аммония сульфид	Раств. ненасыщ.	У	У
19	Анилин	100%	У	О
20	Сурьмы хлорид	90 %	У	У
21	Бария хлорид	Раств. насыщ.	У	У
22	Бария сульфат	Раств. насыщ.	У	У
23	Бария карбонат	Раств. насыщ.	У	У
24	Бария гидроксид	Раств. насыщ.	У	У
25	Бензальдегид	100%	У	О
26	Бензол	100%	О	О
27	Бензин (алифатические углеводы)		У	О
28	Бура	Раств. насыщ.	У	У
29	Бром, сухой газ	100%	Н	Н
30	Бром, жид кость	100%	Н	Н
31	Бутан, газ	100%	У	У
32	Хлор, сухой газ	100%	О	Н
33	Хлор, водный раствор	Раств. насыщ.	О	Н
34	Хлороформ	100%	Н	Н
35	Циклогексанол	100%	У	О
36	Олова хлорид	Раств. насыщ.	У	У

П/п	Вещество	Концентрация	20 °С	60 °С
37	Цинка хлорид	Раств. насыщ.	У	У
38	Цинка сульфат	Раств. насыщ.	У	У
39	Цинка оксид	Раств. насыщ.	У	У
40	Цинка карбонат	Раств. насыщ.	У	У
41	Олова хлорид	Раств. насыщ.	У	У
42	Декалин	100%	У	О
43	Декстрин	Раств. ненасыщ.	У	У
44	Диоксан	100%	У	У
45	Дрожжи	Раств. ненасыщ.	У	У
46	Этиленгликоль (этанодиол)	100%	У	У
47	Этиловый эфир	100%	О	-
48	Этилфталат	100%	У	О
49	Фенол	Раств. ненасыщ.	У	У
50	Фтор, газ	100%	Н	Н
51	Формальдегид	40 %	У	У
52	Хлора фосфид	100%	У	О
53	Глицерин	100%	У	У
54	Алюминия хлорид	Раств. насыщ.	У	У
55	Алюминия фторид	Раств. насыщ.	У	У
56	Алюминия сульфат	Раств. насыщ.	У	У
57	Глюкоза	Раств. насыщ.	У	У
58	Гептан	100%	У	Н
59	Гидрохинон	Раств. насыщ.	У	У
60	Ксилол	100%	О	Н
61	Кислота адипиновая	Раств. насыщ.	У	У
62	Кислота мышьяковая	Раств. насыщ.	У	У
63	Кислота азотная	100%	Н	Н
64	Кислота азотная	50 %	О	Н
65	Кислота азотная	75 %	Н	Н
66	Кислота азотная	25 %	У	У
67	Кислота бензойная	Раств. насыщ.	У	У
68	Кислота борная	Раств. насыщ.	У	У
69	Кислота бромисто-водородная	50 %	У	У
70	Кислота бромисто-водородная	100%	У	У
71	Кислота хлоруксусная	Раств. ненасыщ.	У	У
72	Кислота соляная	Концентрир.	У	У

П/п	Вещество	Концентрация	20°С	60°С
73	Кислота соляная	10 %	У	У
74	Кислота хромовая	50 %	У	О
75	Кислота хромовая	20 %	У	О
76	Кислота синильная	10 %	У	У
77	Кислота лимонная	Раств. насыщ.	У	У
78	Кислота фторсиликатная	40 %	У	У
79	Кислота фторсиликатная	4 %	У	У
80	Кислота фторсиликатная	50 %	У	О
81	Кислота галлодубильная	Раств. ненасыщ.	У	У
82	Кислота гликолевая	Раств. ненасыщ.	У	У
83	Кислота крезолловая (метилбензойная)	Раств. насыщ.	О	-
84	Кислота малеиновая	Раств. насыщ.	У	У
85	Кислота масляная	100%	У	О
86	Кислота молочная	100%	У	У
87	Кислота муравьиная	от 98% до 100%	У	У
88	Кислота муравьиная	50 %	У	У
89	Кислота никотиновая	Раств. разб.	У	-
90	Кислота уксусная	10 %	У	У
91	Кислота уксусная (ледяная)	> 96 %	У	О
92	Кислота олеиновая	100%	У	У
93	Кислота ортофосфорная	50 %	У	У
94	Кислота ортофосфорная	95 %	У	О
95	Кислота пикриновая	Раств. насыщ.	У	-
96	Кислота пропионовая	100%	У	О
97	Кислота пропионовая	50 %	У	У
98	Кислота салициловая	Раств. насыщ.	У	У
99	Кислота сернистая	30 %	У	У
100	Кислота серная дымящая		Н	Н
101	Кислота серная	98 %	У	Н
102	Кислота серная	100%	У	У
103	Кислота серная	50 %	У	У
104	Кислота щавелевая	Раств. насыщ.	У	У
105	Кислота винная	Раств. ненасыщ.	У	У
106	Магния нитрат	Раств. насыщ.	У	У
107	Магния хлорид	Раств. насыщ.	У	У
108	Магния карбонат	Раств. насыщ.	У	У
109	Магния гидроксид	Раств. насыщ.	У	У
110	Меласса	Раств. пром.	У	У
111	Метил хлорид	100%	О	-
112	Меди нитрат	Раств. насыщ.	У	У
113	Меди сульфат	Раств. насыщ.	У	У
114	Молоко		У	У
115	Моча		У	У
116	Мочевина	Раств. ненасыщ.	У	У
117	Никеля нитрат	Раств. насыщ.	У	У
118	Никеля хлорид	Раств. насыщ.	У	У
119	Никеля сульфат	Раств. насыщ.	У	У
120	Уксус		У	У
121	Амиллацетат	100%	У	О
122	Этилацетат	100%	У	Н
123	Свинца ацетат	Раств. насыщ.	У	У
124	Серебра ацетат	Раств. насыщ.	У	У
125	Альдегид уксусный	100%	У	О
126	Масла и жиры		У	О
127	Масла минеральные		У	О
128	Озон	100%	О	Н
129	Пиридин	100%	У	О
130	Пиво		У	У
131	Калия нитрат	Раств. насыщ.	У	У
132	Калия бромид	Раств. насыщ.	У	У
133	Калия бромат	Раств. насыщ.	У	У
134	Калия хлорат	Раств. насыщ.	У	У
135	Калия хлорид	Раств. насыщ.	У	У
136	Калия хромат	Раств. насыщ.	У	У
137	Калия цианид	Раств. ненасыщ.	У	У
138	Калия бихромат	Раств. насыщ.	У	У
139	Калия фторид	Раств. насыщ.	У	У
140	Калий надхромовокислый	Раств. насыщ.	У	У
141	Каля перманганат	20 %	У	У

П/п	Вещество	Концентрация	20°С	60°С
142	Каля персульфат	Раств. насыщ.	У	У
143	Каля (орто)фосфат	Раств. насыщ.	У	У
144	Каля гипохлорит	Раств. ненасыщ.	У	О
145	Каля сульфат	Раств. насыщ.	У	У
146	Каля сульфид	Раств. ненасыщ.	У	У
147	Каля карбонат	Раств. насыщ.	У	У
148	Каля углеводород	Раств. насыщ.	У	У
149	Каля гидросульфат	Раств. насыщ.	У	У
150	Каля гидросульфат	Раств. ненасыщ.	У	У
151	Каля гидроксид	Раств. ненасыщ.	У	У
152	Каля гидроксид	10 %	У	У
153	Каля феррицианид	Раств. насыщ.	У	У
154	Каля ферроцианид	Раств. насыщ.	У	У
155	Ртуть	100%	У	У
156	Ртути цианид	Раств. насыщ.	У	У
157	Ртути нитрат	Раств. ненасыщ.	У	У
158	Ртуть хлористая	Раств. насыщ.	У	У
159	Серы оксид (II), сухой	100%	У	У
160	Серы оксид	100%	Н	Н
161	Сероводород	100%	У	У
162	Натрия нитрат	Раств. насыщ.	У	У
163	Натрия нитрит	Раств. насыщ.	У	У
164	Натрия бензоат	Раств. насыщ.	У	У
165	Натрия бромид	Раств. насыщ.	У	У
166	Натрия хлорат	Раств. насыщ.	У	У
167	Натрия хлорид	Раств. насыщ.	У	У
168	Натрия цианид	Раств. насыщ.	У	У
169	Натрия фторид	Раств. насыщ.	У	У
170	Натрия фосфат	Раств. насыщ.	У	У
171	Натрия гипохлорит	15 %	У	У
172	Натрия сульфат	Раств. насыщ.	У	У
173	Натрия сульфид	Раств. насыщ.	У	У
174	Натрия карбонат	Раств. насыщ.	У	У
175	Натрия гидросульфит	Раств. ненасыщ.	У	У
176	Натрия гидроксид	Раств. ненасыщ.	У	У
177	Натрия гидроксид	40 %	У	У
178	Натрия гидрокарбонат	Раств. насыщ.	У	У
179	Натрия феррицианид	Раств. насыщ.	У	У
180	Натрия ферроцианид	Раств. насыщ.	У	У
181	Серебра нитрат	Раств. насыщ.	У	У
182	Серебра цианид	Раств. насыщ.	У	У
183	Тионилхлорид	100%	Н	Н
184	Кислород	100%	У	О
185	Толуол	100%	О	Н
186	Трихлорэтилен	100%	Н	Н
187	Триэтанолламин	Раств. ненасыщ.	У	О
188	Кальция нитрат	Раств. насыщ.	У	У
189	Кальция хлорат	Раств. насыщ.	У	У
190	Кальция хлорид	Раств. насыщ.	У	У
191	Кальция гипохлорит	Раств. ненасыщ.	У	У
192	Кальция сульфат	Раств. насыщ.	У	У
193	Кальция сульфид	Раств. разб.	О	О
194	Кальция карбонат	Раств. насыщ.	У	У
195	Кальция гидроксид	Раств. насыщ.	У	У
196	Тетрахлорэтан	100%	О	Н
197	Сероуглерод	100%	О	Н
198	Углекислый газ, сухой	100%	У	У
199	Углерода оксид	100%	У	У
200	Вино и алкогольные напитки		У	У
201	Вода		У	У
202	Царская водка	HCL/HNO <sub>3</sub> = 3/1	Н	Н
203	Водород	100%	У	У
204	Водорода перекись	30 %	У	У
205	Водорода перекись	90 %	У	Н
206	Фотопроявители	Раств. пром.	У	У
207	Железа сульфат	Раств. насыщ.	У	У
208	Железа нитрат	Раств. ненасыщ.	У	У
209	Железа хлорид (II)	Раств. насыщ.	У	У
210	Железа хлорид (III)	Раств. насыщ.	У	У
211	Железа сульфат	Раств. насыщ.	У	У