

# Техническая характеристика для труб безнапорных из НПВХ.



**VALROM**  
UKRAINE  
*Это так просто.*



Простота обозначает для нас совершенство.  
Простота обозначает для нас эффективность и развитие  
чувство практичности.  
Простота – это фундаментальное правило в наших  
отношениях с клиентами, в особенности, в том, что  
касается, методов разработки систем, производителями и  
дистрибьюторами которых мы являемся.

Просто.

**Drain KIT** 

**Системы наружной канализации и дренажные системы**

На рынке Румынии мы снискали статус лидера в области производства пластиковых трубопроводов и фитингов и доказали свою компетентность в качестве дистрибьютора товаров для санитарных и отопительных установок.

Но наиболее важным является тот факт, что мы сумели завоевать доверие наших сотрудников благодаря высоким стандартам качества, применимостью наших товаров, быстротой работы и профессионализмом наших работников, а также благодаря нашему непрерывному стремлению, приспособиться к требованиям рынка.

### Эффективность

Поддержание эффективных связей с собственной дистрибутивной сетью, с торговцами и предпринимателями, обеспечивается за счет постоянного наличия наших товаров на складе, устранения коллапсов в поставках, а также за счет эффективности в области закупок.

### Интегрированные услуги

Valrom Industrie предоставляет в Ваше распоряжение полную гамму услуг, упрощающих выбор самой эффективной системы. Кроме того, по требованию клиента, мы можем обеспечить и бесплатную транспортировку товаров с наших складов до местонахождения клиента.

### Качество

Компания Valrom Industrie внедрила и сертифицировала новую систему менеджмента качества в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001/2000.

Все товары компании Valrom Industrie прошли тестирование в собственной испытательной лаборатории, оцененной и сертифицированной PENAR в соответствии с требованиями стандарта SR EN ISO 17025/2001.

Кроме того, все товары производства компании Valrom Industrie получили соответствующие разрешения и заключения со стороны компетентных учреждений (MLPTL, ICECON), а товары, используемые для транспортировки пищевых жидкостей обладают, в том числе, и заключением Министерства Здравоохранения

Система предлагает полную гамму товаров для создания систем наружной канализации и дренажных систем (D. 100-500):

- Труба из ПВХ, однородного или многослойного;
- Трубопровод из полиэтилена высокой плотности, гофрированный;
- Соответствующие фитинги (раструбы, колена, соединительные трубопроводы, ответвления, части для проведения осмотра, части для переходных конструкций ПВХ-бетон);
- Смотровые колодцы, плотный полиэтилен высокой плотности;
- Смотровые колодцы
- Крышки и рамы из чугуна и полиэтилена высокой плотности для колодцев;
- Осушительные и канализационные насосы.

### Трубопровод из ПВХ для систем наружной канализации и дренажные системы из ПВХ

Размеры:

Диаметры между 110-500 (или D = 10, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500 мм) для всех типов задач, начиная от простых и до самых сложных.

### Гофрированный трубопровод из полиэтилена для систем наружной канализации и дренажных систем

Размеры:

Диаметры между 400-1200 (или D = 400, 500, 630, 830, 1000, 2000 мм) для всех типов задач, начиная от простых и до самых сложных.

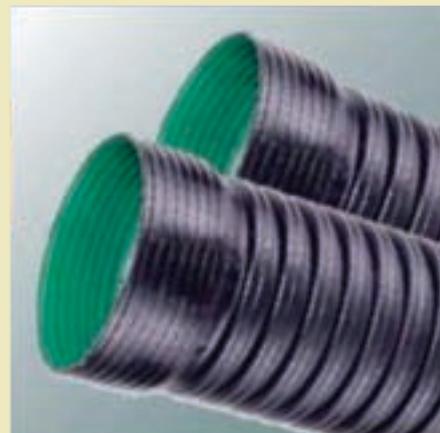
Гофрированные полиэтиленовые трубы тип «ECOPAL» могут соединяться при помощи двойного раструба и уплотнительных прокладок, а также по методу стыковой сварки. Для выполнения наружных канализационных сетей из полиэтиленового трубопровода тип «ECOPAL», Valrom Industrie продает необходимые фитинги, изготовленные из того же материала: раструбы, уплотнительные прокладки, ответвления, переходные патрубки.

### КОМПАКТНОСТЬ

КОМПАКТНОСТЬ – это одна из важных характеристик системы DrainKIT, обеспечивающаяся за счет смотровых колодцев.

Компактные моноблочные изделия или модули, изготовленные из полиэтилена по методу ротационного формования, колодцы спроектированы для подземной установки и оборудованы зажимами для обслуживания и монтажа, а также лестницами.

Благодаря характеристикам конструкции полностью исключается возможность просачивания сточных вод, при этом колодцы из полиэтилена представляют собой идеальную конструкцию для защиты окружающей среды.



# Содержание

	Стр.
1. Общие технические характеристики. Стандарты	<b>3</b>
2. Области и условия применения	<b>4</b>
3. Модель гидравлического расчета	<b>4</b>
4. Статический расчет	<b>9</b>
5. Транспортировка и хранение труб и фитингов	<b>16</b>
6. Укладка	<b>17</b>
7. Типы соединений	<b>20</b>
8. Специальные фитинги и соединения	<b>21</b>
9. Приемка	<b>27</b>
10. Характеристики. Таблицы	<b>28</b>



# 1. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. СТАНДАРТЫ

## Общие характеристики материала

Наиболее важные характеристики исходного материала – ПВХ, предназначенного для изготовления труб и фитингов:

- плотность:  $1,37 \div 1,47 \text{ кг/дм}^3$ ;
- максимальная единичная нагрузка:  $\geq 45 \text{ МПа}$  ( $450 \text{ кгс/см}^2$ );
- растяжимость:  $\approx 3000 \text{ МПа}$  ( $30000 \text{ кгс/см}^2$ );
- поверхностное электрическое сопротивление:  $\geq 10^{12} \Omega$ ;
- коэффициент линейного теплового расширения:  $\approx 0,08 \text{ мм/мК}$ ;
- тепловая проводимость:  $\approx 0,18 \text{ Вт м}^{-1}\text{К}^{-1}$
- разрывное удлинение:  $\leq 10\%$

Многослойная труба обладает структурой, образованной из трех слоев ПВХ, а именно:

- внутренний слой из плотного ПВХ;
- сердцевина выполнена из вспененного ПВХБ
- наружный слой из плотного ПВХ.

## Преимущества использования трубопровода из ПВХ

Трубопровод из ПВХ обладает хорошей механической прочностью.

Простая эксплуатация и укладка ввиду специфического сниженного веса в сочетании с хорошей механической прочностью.

Трубы из ПВХ просты в эксплуатации, и их не сложно монтировать.

## Устойчивость к воздействию химических агентов

Трубы из ПВХ обладают хорошей устойчивостью к воздействию химических агентов, присутствующих в сточных водах и в почве: соли, кислоты, растворенные щелочи, минеральные и растительные масла, спирты и алифатические углеводороды.

Ароматические, а также хлорсодержащие углеводороды разъедают ПВХ.

Материал является экологическим, Благодаря герметичным соединениям возможность утечек очень мала, а негативное взаимодействие с окружающей средой ограничено.

## Устойчивость к воздействию микроорганизмов и грызунов

Практический опыт подтверждает, что ПВХ не разъедается грызунами, микроорганизмами или бактериями.

По сравнению с трубами из плотного ПВХ, трубы из многослойного ПВХ обладают следующими преимуществами:

- они легче примерно на 20%;
- цена и себестоимость меньше;
- сниженное потребление сырьевого материала.

## Стандарты производства

При производстве трубопроводов и фитингов из ПВХ строго соблюдаются следующие стандарты:

- EN 1401-1/98: Канализационные системы из пластика, подземные, для соединительных трубопроводов и безнапорных выпускных систем, непластифицированный поливинилхлорид (PVC-U) – часть 1: Спецификации для труб, фитингов и систем;
- SR ENV 1401-2/2001: Канализационные системы из пластика, подземные, для соединительных трубопроводов и безнапорных выпускных систем, непластифицированный поливинилхлорид (PVC-U) – часть 2: Справочник по оценке соответствия;
- UNI 7449: Фитинги и раструбы из жесткого ПВХ (методы испытания);
- UNI ISO/TR 10358/1993: Plastic pipes and fittings combined chemical resistance classification table;
- PR EN 13476-1/1999: Thermoplastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage – Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) – Part 1: Specifications for pipes, fittings and the system

Другие ссылки:

- ISO/DTR 7073/1988: Рекомендация для укладки подземных трубопроводов из ПВХ;
- ISO/TS 10303-1062/2004: Безнапорные пластиковые трубы. Методы расчета для гибких подземных труб.

## 2. ОБЛАСТИ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

### Области применения

Трубы и фитинги из жесткого ПВХ используются для транспортировки:

1) сливов бытовых и промышленных сточных вод;

2) сливов промышленных, сельскохозяйственных сточных вод, в целом, в пределах химической стойкости материалов (смотри параграф 10).

### Условия применения:

Обычные условия применения могут быть описаны следующим образом:

- Тип SN8: Максимально допустимая постоянная рабочая температура: 40°C. Максимальная глубина укладки (измеренная от верхней образующей трубы) составляет 6 м, не менее 1,2 м. Максимальная грузоподъемность (при установке под проезжей частью) – 18 т /ось. Устанавливаются в широкой или узкой канаве (смотри главу 6), правильная укладка (смотри главу 6).
- Тип SN2: Максимально допустимая постоянная рабочая температура: 40°C. Максимальная глубина укладки (измеренная от верхней образующей трубы) составляет 4 м, не менее 1,2 м. Максимальная грузоподъемность (при установке под проезжей частью) – 12 т /ось. Устанавливаются в широкой или узкой канаве (смотри главу 6), правильная укладка (смотри главу 6).

Примечание: Для труб SN8 действуют такие же условия монтажа, как и для труб SN4.

Необходимо уточнить, что исследования в области гибких труб (к которым относятся и трубы из ПВХ) заметно прогрессировали за последние годы. Сейчас уже не вызывает сомнения, что подтверждается и проведенными испытаниями, способность гибкой трубы передавать боковую нагрузку на грунт. Проектировщик, будучи хорошо знаком с характеристиками грунта, может контролировать условия нагрузки и укладки.

Необходимо подчеркнуть, что трубы из ПВХ не нуждаются в бетонном укреплении или покрытии. При необходимости это может быть выполнено в частном порядке. Обмуровка бетоном вредит гибкой трубе, поскольку превращает ее в жесткий стержень, который может порваться под воздействием движений грунта.

## 3. МОДЕЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

### Цель

Гидравлический расчет призван подтвердить, что трубопровод из ПВХ в состоянии выдержать предусмотренный расход воды. Далее мы предоставим Вам модель расчета параметров канализационного трубопровода из ПВХ, цель которого предоставить информацию о способах и параметрах, являющихся частью расчета параметров. При этом строгий проектный расчет рекомендуется проводить с соблюдением национальных стандартов.

### Расход

Для расчета расхода дождевой воды существует многообразие специализированной литературы, посвященной данной сложной проблеме.

Более простым является расчет расхода сточных вод.

Основные параметры для определения размеров труб из ПВХ:

- население (число жителей)
- ежедневное количество воды на жителя.

Ежедневное количество воды на жителя варьирует от города к городу и фиксируется государственными компетентными учреждениями и центрами стандартизации. При нормальных условиях данный показатель колеблется от 250 до 350 литров / житель в день.

Расход Q (л/с) сборника сточных вод определяется по формуле:

$$Q = \frac{a \cdot d \cdot P}{86400}$$

где:

a = коэффициент коррекции (~ 0,80);

d = количество воды на жителя (л/житель-день)

P = число жителей (демографический прогноз).

При этом, однако, следует учитывать перегрузку в часы пик.

Необходимый для использования в расчетах расход  $Q_c$ :

$$Q_c = K \cdot Q \text{ (l/s)}$$

где K варьирует между: 1,3 для больших трубопроводов и 2 для малых трубопроводов. Данная величина может быть и больше.

**Основная формула определения пропускной способности**

Для определения скорости течения в трубопроводах используется формула Прандтля - Кольбука (Prandtl-Colenbrook).

$$V = -2\sqrt{2 \cdot g \cdot D_i \cdot J} \cdot \log\left(\frac{K}{3,71 \cdot D_i} + \frac{2,51 \cdot v}{D_i \sqrt{2 \cdot g \cdot D_i \cdot J}}\right)$$

где:

$V$  = средняя скорость потока (м/с) (соотношение между расходом и смоченным сечением);

$g$  = гравитационное ускорение (9,81 м/с<sup>2</sup>);

$D_i$  = внутренний диаметр трубы (м);

$J$  = наклон трубы (абсолютная величина);

$K$  = абсолютная шероховатость трубопровода (м) – средняя высота выступов на внутренней стенке трубы;

$v$  = кинематическая вязкость (м<sup>2</sup>/с) (соотношением между динамической вязкостью и плотностью жидкости  $\nu = \eta/\rho$ ).

**Шероховатость**

Известно, что  $K = K_e$  (например) = 0,25 мм (2,25 x 10<sup>-4</sup> м). Данная величина в (~ 35 раз) больше коэффициента шероховатости ( $K = 0,007$  мм) новых труб из ПВХ. Если исходить из того, что  $K = K_e = 0,25$  мм (рекомендуемая величина), следует учитывать следующее:

- уменьшение водопропускного отверстия за счет отложений и налета;
- изменение со временем шероховатости стенки трубы;
- отсутствие выравнивания
- выпуклость трубы;
- изменение направления;
- наличие боковых соединений.

**Кинематическая вязкость**

Известно, что  $\nu = 1,31 \times 10^6$ , независимо от перепадов температуры. Данная величина рекомендуется А.Т.В. (Технический союз системы стоков).

**Расходы – уклоны - диаметры**

При помощи формулы Прандтля - Кольбука (Prandtl-Colenbrook) и вышеуказанной гипотезы расчета, была определена средняя пропускная способность для всех диаметров, предусмотренных нормой UNI 7447. Поскольку в любом случае говорится о стоке сплошного сечения, легко определить расход, воспользовавшись следующей формулой:

$$Q = \pi \cdot \frac{D_i^2}{4} \cdot V$$

Все параметры для удобства проектировщика приводятся в форме таблицы (таблица 1 и 2), а также в форме графика (рис. 1).

Параметры, приведенные в таблицах 1 и 2, были получены в результате расчета по формуле Прандтля - Кольбука (Prandtl-Colenbrook).

На рисунке 1, непрерывные кривые указывают диаметры, а пунктирные кривые – скорость потока.

При расчете диаметра и уклона рекомендуется:

- предусмотреть рекомендуемые параметры уклона. Если существуют сомнения, определите размеры трубопроводов с припуском, таким образом, чтобы уклоны были меньше. Это позволит установить трубы на грунте на меньшей глубине, что упрощает и сам процесс укладки.
- следует предусмотреть увеличение расхода сточных вод, вследствие расширения канализационной сети.

**Скорость потока**

Вышеприведенные расчеты относятся к пропускной способности через плоское сечение, то есть речь идет о максимальной нагрузочной способности, что не случается часто.

В большинстве случаев пропускное отверстие трубопровода частично занято жидкостью, и по этой причине средняя скорость и расходы варьируют одновременно с изменением уровня воды в трубе согласно графику (рис. 2 и таблица 3). Следует обратить внимание на то, что в данном случае труба наполовину заполнена, а средняя скорость потока совпадает с динамической скоростью тогда, когда труба полностью заполнена. Это свойство следует учитывать при самоочищении трубы, которое осуществляется периодически путем слива жидкости со скоростью  $V = 0,6$  м/с.

Для чтения графика и прилагающейся к нему таблицы, используемые символы обозначают следующее:

$Q_p$  = относительный расход при частичном заполнении (л/с)

$Q$  = относительный расход при полном заполнении (л/с)

$h$  = уровень заполнения (м)

$D_i$  = внутренний диаметр трубы (м)

$V_p$  = относительная скорость потока при частичном заполнении (м/с)

$V$  = относительная скорость потока при полном заполнении (м/с)

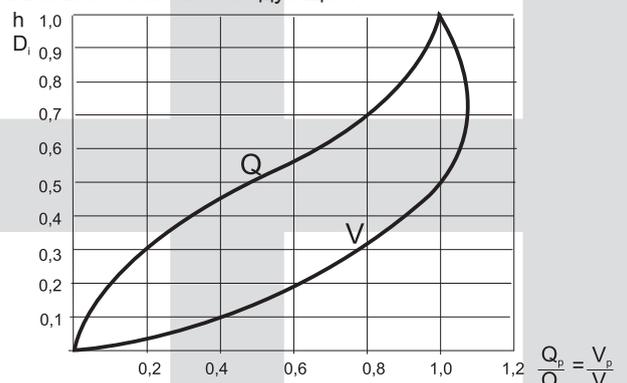
**Рисунок 2**

Диаграмма коэффициента коррекции в случае частичного заполнения

Ø mm	110		125		160		200		250		315		400		500		630		710		800		
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	
0.4																							
0.6																							
0.8																							
1																							
2																							
3																							
4																							
5	5.11	0.80	6.52	0.89	10.93	0.60	16.01	0.56	29.85	0.64	36.80	0.52	69.28	0.61	111.29	0.63	176.27	0.62	195.45	0.54	267.77	0.59	
6	5.82	0.66	8.06	0.73	12.70	0.69	19.79	0.69	35.38	0.80	65.19	0.93	99.31	0.87	178.95	0.70	229.84	0.73	241.49	0.67	330.88	0.73	
7	6.09	0.72	8.73	0.79	15.68	0.86	26.35	0.99	50.61	1.04	84.82	1.21	159.13	1.25	255.46	1.44	404.53	1.44	449.67	1.17	615.06	1.36	
8	6.53	0.77	9.36	0.84	16.99	0.93	30.70	1.07	54.78	1.24	100.79	1.43	188.99	1.67	339.92	1.92	528.06	1.87	553.40	1.55	756.74	1.67	
9	6.94	0.82	9.95	0.90	18.20	1.00	32.88	1.15	59.67	1.33	107.91	1.54	202.32	1.79	363.82	2.06	666.82	2.37	851.95	2.39	1076.80	2.38	
10	7.33	0.87	10.50	0.95	19.34	1.06	34.94	1.22	62.32	1.41	114.61	1.63	214.83	1.90	386.28	2.18	707.90	2.52	911.68	2.56			
11	7.70	0.91	11.03	1.00	21.45	1.17	38.72	1.36	69.06	1.56	126.96	1.81	237.94	2.10	427.73	2.42							
12	8.05	0.95	11.54	1.04	22.43	1.23	40.49	1.42	72.20	1.63	132.72	1.97	259.02	2.29	447.04	2.53							
13	8.39	0.99	12.03	1.09	23.37	1.28	42.18	1.48	75.21	1.70	138.24	1.97	269.02	2.29									
14	8.72	1.03	12.50	1.13	24.27	1.33	43.81	1.53	78.11	1.77	143.56	2.04	288.96	2.38									
15	9.04	1.07	12.95	1.17	25.15	1.38	45.39	1.59	80.90	1.83	148.68	2.12	278.54	2.46									
16	9.34	1.11	13.38	1.21	25.99	1.42	46.91	1.64	83.61	1.89	153.64	2.19											
17	9.64	1.14	13.81	1.25	26.81	1.47	48.38	1.70	86.23	1.95	158.45	2.26											
18	9.93	1.18	14.22	1.28	27.61	1.51	49.81	1.75	88.78	2.01	163.12	2.32											
19	10.21	1.21	14.62	1.32	28.38	1.55	51.21	1.79	91.25	2.06	167.66	2.39											
20	10.48	1.24	15.01	1.36	29.14	1.60	52.56	1.84	93.67	2.12	172.08	2.45											
21	10.75	1.27	15.39	1.39	29.87	1.64	53.89	1.89	96.02	2.17	176.40	2.51											
22	11.01	1.30	15.76	1.42	30.59	1.68	55.18	1.93	98.32	2.22													
23	11.26	1.33	16.12	1.46	31.29	1.71	56.44	1.98	100.56	2.27													
24	11.51	1.36	16.48	1.49	31.98	1.75	57.68	2.02	102.76	2.32													
25	11.75	1.39	16.83	1.52	32.65	1.79	58.89	2.06	104.91	2.37													
26	11.99	1.42	17.17	1.55	33.31	1.83	60.08	2.11	107.02	2.42													
27	12.23	1.45	17.50	1.58	33.96	1.86	61.24	2.15	109.09	2.47													
28	12.46	1.48	17.83	1.61	34.59	1.90	62.39	2.19	111.13	2.51													
29	12.68	1.50	18.15	1.64	35.22	1.93	63.51	2.23															
30	12.90	1.53	18.47	1.67	35.83	1.96	64.61	2.27															
32	13.34	1.58	19.09	1.73	37.03	2.03	66.77	2.34															
34	13.76	1.63	19.69	1.78	38.19	2.09	68.85	2.41															
36	14.16	1.68	20.27	1.83	39.32	2.16	70.88	2.49															
38	14.56	1.73	20.84	1.88	40.41	2.22																	
40	14.95	1.77	21.39	1.93	41.48	2.27																	
44	15.69	1.86	22.45	2.03	43.54	2.39																	
48	16.40	1.95	23.47	2.12	45.50	2.50																	
52	17.09	2.03	24.45	2.21																			
56	17.74	2.10	25.38	2.30																			
60	18.38	2.18	26.29	2.38																			
70	19.87	2.36	28.43	2.57																			
80	21.27	2.52																					

Таблица 1

Средняя скорость (V = м/с), расход (Q = л/с) и уклон (J = м/км)  
 воды для труб из жесткого ПВХ согласно SN4 (формула Прандтля - Кольбрука)

Ø mm	110		125		160		200		250		315		400		500		630		710		800	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4																						
0,6																						
0,8																						
1																						
2																						
3																						
4			6,52	0,59	11,09	0,60																
5	5,11	0,60	7,33	0,66	12,89	0,70	23,39	0,69	36,38	0,80	67,02	0,93	77,74	1,08	146,10	1,26	262,65	1,45	482,10	1,68	668,88	1,81
6	5,62	0,66	8,06	0,73	15,91	0,86	28,85	1,00	52,04	1,15	95,74	1,33	179,82	1,55	323,08	1,79	592,72	2,06	809,86	2,22	1058,10	2,28
7	6,09	0,72	8,73	0,79	17,24	0,93	31,24	1,08	56,33	1,25	103,61	1,44	194,55	1,68	349,48	1,93	641,04	2,23	875,81	2,40	1143,70	2,47
8	6,53	0,77	9,36	0,84	18,47	1,00	33,46	1,16	60,33	1,33	110,94	1,55	208,26	1,80	374,06	2,07	686,02	2,39	937,20	2,57		
9	6,94	0,82	9,95	0,90	19,62	1,06	35,55	1,23	64,08	1,42	117,82	1,64	221,14	1,91	397,14	2,20	728,28	2,54				
10	7,33	0,87	10,50	0,95	20,72	1,12	37,53	1,30	67,43	1,50	124,33	1,73	233,33	2,02	416,98	2,32						
11	7,70	0,91	11,03	1,00	21,76	1,18	39,41	1,36	71,01	1,57	130,52	1,82	244,92	2,12	439,75	2,43						
12	8,05	0,95	11,54	1,04	22,76	1,23	41,20	1,42	74,24	1,64	136,43	1,90	256,00	2,21	459,60	2,54						
13	8,39	0,99	12,03	1,09	23,71	1,28	42,92	1,48	77,33	1,71	142,11	1,98	266,62	2,30								
14	8,72	1,03	12,50	1,13	24,63	1,33	44,58	1,54	80,31	1,78	147,52	2,06	276,85	2,39								
15	9,04	1,07	12,95	1,17	25,52	1,38	46,18	1,60	83,19	1,84	152,84	2,13	286,71	2,48								
16	9,34	1,11	13,38	1,21	26,37	1,43	47,73	1,65	85,97	1,90	157,94	2,20										
17	9,64	1,14	13,81	1,25	27,21	1,47	49,23	1,70	88,67	1,96	162,88	2,27										
18	9,93	1,18	14,22	1,28	28,01	1,52	50,69	1,75	91,28	2,02	167,88	2,34										
19	10,21	1,21	14,62	1,32	28,80	1,56	52,11	1,80	93,83	2,08	172,85	2,40										
20	10,48	1,24	15,01	1,36	29,56	1,60	53,49	1,85	96,31	2,13	176,90	2,47										
21	10,75	1,27	15,39	1,39	30,31	1,64	54,83	1,90	98,73	2,19	181,33	2,53										
22	11,01	1,30	15,76	1,42	31,04	1,68	56,15	1,94	101,09	2,24												
23	11,26	1,33	16,12	1,46	31,75	1,72	57,44	1,99	103,40	2,29												
24	11,51	1,36	16,48	1,49	32,45	1,76	58,69	2,03	105,66	2,34												
25	11,75	1,39	16,83	1,52	33,13	1,80	59,93	2,07	107,88	2,39												
26	11,98	1,42	17,17	1,55	33,80	1,83	61,13	2,12	110,04	2,44												
27	12,23	1,45	17,50	1,58	34,46	1,87	62,32	2,16	112,17	2,48												
28	12,46	1,48	17,83	1,61	35,10	1,90	63,48	2,20	114,26	2,53												
29	12,68	1,50	18,15	1,64	35,73	1,94	64,62	2,24														
30	12,90	1,53	18,47	1,67	36,36	1,97	65,75	2,28														
32	13,34	1,58	19,09	1,73	37,57	2,04	67,94	2,35														
34	13,76	1,63	19,69	1,78	38,75	2,10	70,06	2,42														
36	14,16	1,68	20,27	1,83	39,89	2,16	72,12	2,50														
38	14,56	1,73	20,81	1,88	41,00	2,22																
40	14,95	1,77	21,39	1,93	42,09	2,28																
44	15,69	1,86	22,45	2,03	44,17	2,40																
48	16,40	1,95	23,47	2,12	46,17	2,50																
52	17,09	2,03	24,45	2,21																		
56	17,74	2,10	25,38	2,30																		
60	18,38	2,18	26,29	2,38																		
70	19,87	2,36	28,43	2,57																		
80	21,27	2,52																				

Таблица 2  
Средняя скорость (V = м/с), расход (Q = л/с) и уклон (J = м/км)  
воды для труб из жесткого ПВХ согласно SN2 (формула Прандтля – Кольбрука)

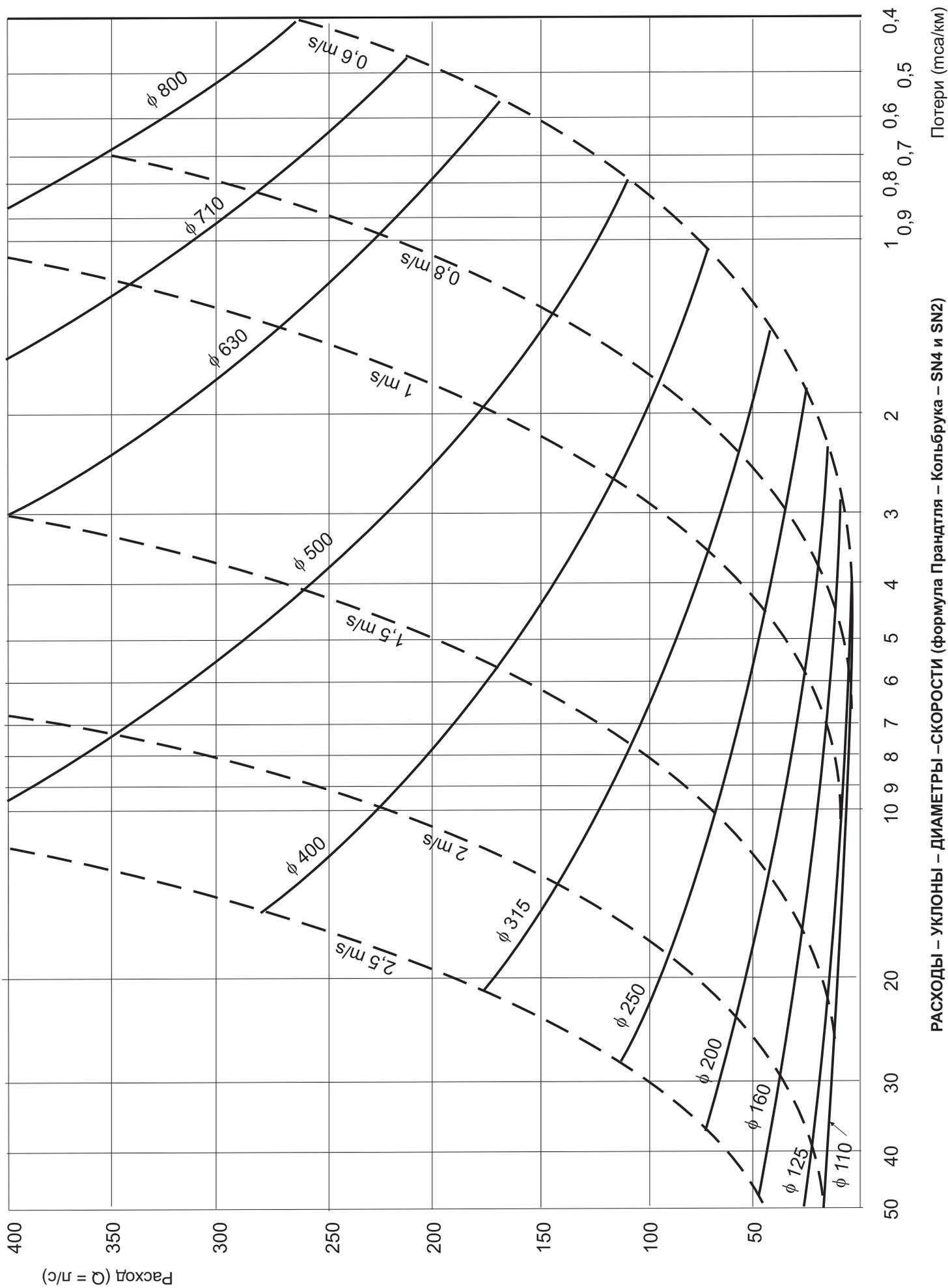


Таблица 3  
Коэффициент коррекции в случае частичного заполнения

$Q_p/Q$	$h/D_1$	$V_p/V$									
0,001	0,23	0,17	0,064	0,168	0,58	0,270	0,353	0,86	0,850	0,738	1,07
0,004	0,044	0,26	0,067	0,172	0,58	0,300	0,374	0,88	0,865	0,751	1,07
0,007	0,057	0,30	0,070	0,176	0,59	0,330	0,394	0,90	0,880	0,766	1,07
0,010	0,068	0,34	0,073	0,180	0,60	0,360	0,414	0,92	0,895	0,781	1,07
0,013	0,077	0,37	0,076	0,183	0,60	0,390	0,433	0,94	0,910	0,797	1,07
0,016	0,086	0,39	0,079	0,187	0,61	0,420	0,451	0,96	0,925	0,814	1,06
0,019	0,093	0,41	0,082	0,191	0,62	0,450	0,470	0,97	0,940	0,834	1,05
0,022	0,100	0,42	0,085	0,194	0,62	0,480	0,488	0,99	0,955	0,856	1,05
0,025	0,106	0,44	0,088	0,197	0,63	0,510	0,506	1,00	0,970	0,883	1,04
0,028	0,112	0,45	0,091	0,201	0,64	0,540	0,525	1,02	0,985	0,919	1,02
0,031	0,118	0,47	0,094	0,204	0,64	0,570	0,543	1,03	1,000	1,000	1,00
0,034	0,123	0,48	0,097	0,207	0,65	0,600	0,562	1,04			
0,037	0,129	0,49	0,100	0,211	0,65	0,630	0,581	1,05			
0,040	0,134	0,50	0,115	0,226	0,68	0,660	0,600	1,05			
0,043	0,138	0,51	0,130	0,241	0,70	0,690	0,620	1,06			
0,046	0,143	0,52	0,145	0,254	0,72	0,720	0,640	1,07			
0,049	0,148	0,53	0,160	0,268	0,74	0,750	0,660	1,07			
0,052	0,152	0,54	0,175	0,281	0,76	0,780	0,682	1,07			
0,055	0,156	0,55	0,190	0,293	0,78	0,805	0,701	1,08			
0,058	0,160	0,56	0,210	0,309	0,80	0,820	0,713	1,08			
0,061	0,164	0,57	0,240	0,331	0,83	0,835	0,725	1,08			

**ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА:**

Определите расход  $Q_c$  (расход сточных вод, использовать в расчетах) в дренажном / канализационном трубопроводе, имея следующие характеристики:

- длина:  $L = 2500$  м
- разность уровней:  $H = 25$  м
- население на текущий момент:  $P = 8000$  жителей
- население согласно оценке на следующие 50 лет:  $P = 14000$  жителей
- расход на жителя на текущий момент:  $d_1 = 250$  л/житель – в день
- расход на жителя согласно оценке на следующие 50 лет:  $d_2 = 300$  л/житель – в день

$$\text{Расход } Q = \frac{0,80 \cdot 300 \cdot 14000}{86400} \sim 40 \text{ (л/с)}$$

Учитывая коэффициент одновременности  $K = 2$

$$Q_c = K \times Q = 2 \times 40 = 80 \text{ (л/с)}$$

2) Определите на основании данных предыдущего упражнения диаметр трубопровода.

Следуя таблице Прандтля – Кольбука, на основании уклона  $25/2500 = 1/100$ , получаем:

$$Q = 66 \text{ (л/с)} \text{ с } D = 250 \text{ (мм)}$$

$$Q = 122 \text{ (л/с)} \text{ с } D = 315 \text{ (мм)}$$

Рекомендуемый диаметр равен  $D = 315$  (мм). При реальном расходе в 80 л/с, имеем:

$$Q_p/Q = 80/122 = 0,66, \text{ что соответствует } h/D = 0,6 \text{ и } V_p/V = 1,05$$

$$\text{Зная, что } V = 1,73, \text{ получаем } V_p = 1,73 \cdot 1,05 = 1,82 \text{ (м/с)}$$

3) Для трубопровода диаметром  $D = 315$  (мм) и уклона 3‰, определите расход в зависимости от соотношения  $h/D = 0,6$

Из таблицы 1 Прандтля – Кольбука, следует:  $Q = 65$  (л/с)  $V = 0,93$  (м/с)

Для  $h/D = 0,6$  согласно графику следует  $Q_p/Q = 0,66$

То есть:

$$Q_p = 0,66 \cdot Q = 0,66 \cdot 65 = 43 \text{ (л/с)}$$

Для  $h/D = 0,6$  также согласно графику следует  $V_p/V = 1,05$

$$\text{И, таким образом, } V_p = 1,05 \cdot 0,93 = 0,98 \text{ (м/с)}$$

## 4. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

В данном разделе выделены основные элементы, необходимые для выполнения статического расчета для закопанных трубопроводов из ПВХ, с тем чтобы доказать, что единственным параметром, который следует учитывать, как во время расчетов, так и во время гомологирования, является диаметральной деформация труб из ПВХ.

В этих целях, для получения более высоких качественных показателей, в обязательном порядке следует:

- подходящие материалы (песок или гальку) для основания, боковых стенок и поверхностного слоя;
- выполнять уплотнение самым эффективным способом;
- позаботиться о том, чтобы канава была, как можно уже.

Выбор толщины стенки трубы (SN4 или SN2) зависит в большой степени от вышеперечисленных трех условий.

Характеристики посыпных материалов, а также материалов, используемых для уплотнения, указаны в Разделе 6 (Укладка). В этом же разделе указаны и оптимальные характеристики для канав.

### Жесткие и гибкие трубы

Прогресс, отмеченный в области исследований жестких трубопроводов, подтвердил преимущества, предлагаемые гибкостью закопанных труб для выдерживания нагрузок, с учетом боковых реакций грунта.

Исследования и практические испытания доказали в очередной раз, что адекватное проектирование и правильное исполнение заполнения канавы существенно улучшают способность трубы, переносить нагрузки. Хотелось бы обратить внимание на то, что проектировщик должен учитывать скорее взаимодействие труба-грунт, чем только один элемент – трубу, что включает и преимущества, с точки зрения экономии, обусловленной меньшей толщиной трубы.

Трубы классифицируются на жесткие и гибкие трубы.

*Жесткими* являются трубы из цемента, асбестоцемента, волокнистого цемента, керамические трубы.

*Гибкими* являются трубы из ПВХ и из других пластичных материалов (полиэтилен, полипропилен, политетрафторэтилен).

Жесткие трубы деформируются меньше, чем окружающий их грунт, и принимают на себя большую часть нагрузки, приложенной по вертикали трубы.

Гибкие трубы деформируются больше, чем окружающий их грунт. Таким образом, самостоятельно они не были бы в состоянии выдержать большие нагрузки, приложенной вертикально. При правильном заполнении канавы, сопротивление труб возрастает существенным образом, а именно за счет того, что большая часть внешней нагрузки приходится на грунт. На рисунках 3 и 4 четко показаны деформации грунта для двух типов труб.

Гибкая труба, деформируясь в горизонтальной плоскости, вызывает боковую реакцию грунта. Таким образом, имеем дело с радиальной нагрузкой на трубу, что приводит к нагрузке на сжатие на стенки трубы.

Жесткая труба, в зависимости от оказываемой вертикальной нагрузки, подвергается изгибающему усилию трубы, идентичному для усилия, характерного для стержня.

Известно, что пружина, в отличие от стержня, представляет собой более сложное использование материала, из которого она состоит. В нашем случае действие грунта увеличивает несущую способность гибкой трубы.

### Нагрузки на трубы

Механическая прочность труб, предназначенных для дренажных и канализационных систем, определяется внешними нагрузками ( $Q$ ), а не случайным внутренним гидравлическим напором. Не забывайте, что они редко используются с полным заполнением. И, кроме того, толщина стенок труб из серии легких определена таким образом, чтобы покрывать внутреннее давление – 4 бара. Вышеназванные внешние нагрузки следуют из:

- нагрузка грунта
- нагрузка движения транспорта и подвижные нагрузки ( $q_m$ );
- вода из прослойки ( $q_f$ ).

В этом разделе обозначаем при помощи  $q$  ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ) нагрузку на единицу площади, а при помощи  $Q$  ( $\text{кг}/\text{м}$ ) =  $q \cdot D$ , нагрузку на единицу длины.

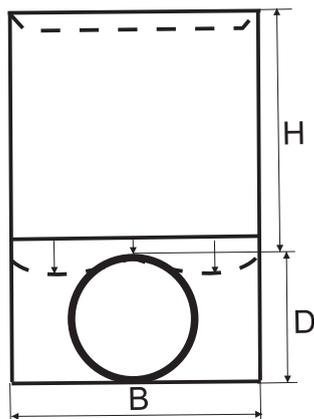


Рисунок 3  
Осадка грунта для жесткой трубы

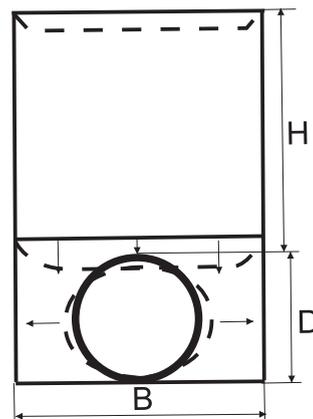


Рисунок 4  
Осадка грунта для гибкой трубы

**Нагрузка грунта (q<sub>г</sub>)**

Нагрузка грунта на гибкую трубу отличается в зависимости от того, как была исполнена выемка.

Узкая канава представляет собой самые благоприятные условия, поскольку нагрузка воспринимается частично, путем трения о стенки канавы.

Определение узкой канавы обусловлено соблюдением следующих геометрических пределов (смотри рис. 9)

$$B \leq 3D; B \leq H/2$$

Нагрузка грунта определяется по:

$$q_{(г)} = C_{d1} \cdot \gamma \cdot B$$

где:

$C_{d1} = 1 - e^{-2 \cdot K \cdot \text{tg} \theta \cdot H/B}$  = коэффициент нагрузки для заполнения в узкой канаве;

$$2 \cdot K \cdot \text{tg} \theta$$

$\gamma$  = удельный вес грунта (кг/м<sup>3</sup>);

$K = \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varnothing}{2} \right)$  = соотношение между горизонтальным и вертикальным

давлением в заполняющем материале;

$\theta$  = угол трения между заполняющим материалом и стенками канавы (таблица 4);

$\varnothing$  = угол внутреннего трения заполняющего материала (таблица 5);

H = высота заполнения в соответствии с верхней образующей трубы (м);

B = ширина канавы, измеренная по верхней образующей трубы (м).

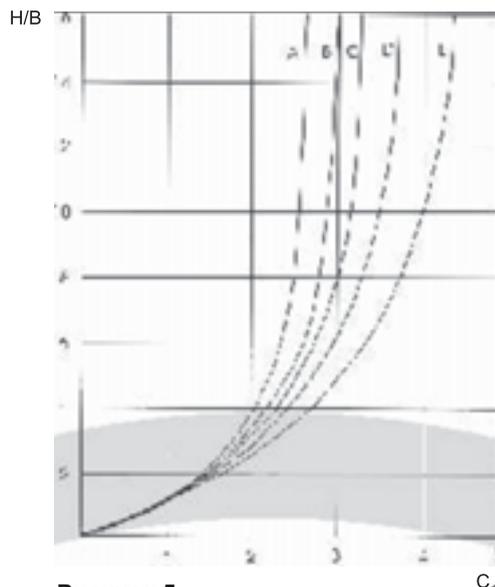
A)  $K \cdot \text{tg} \theta = 0,192$  (минимум для гранулированного материала)

B)  $K \cdot \text{tg} \theta = 0,165$  (максимум для песка и гравия)

C)  $K \cdot \text{tg} \theta = 0,150$  (максимум для влажного грунта)

D)  $K \cdot \text{tg} \theta = 0,130$  (стандарт для влажной глины)

E)  $K \cdot \text{tg} \theta = 0,110$  (максимум для влажной глины)



**Рисунок 5**  
Коэффициент нагрузки  $C_d$

На рисунке 5 показана эволюция коэффициента нагрузки ( $C_d$ ), в зависимости от изменения соотношения H/B и используемых различных заполняющих материалов.

Эволюция этого же коэффициента может быть также определена, если известны параметры углов  $\theta$  и  $\varnothing$ , а также воспользовавшись таблицами 6 и 7.

**Это так просто.**

**Таблица 4**  
Параметры угла трения  $\theta$   
между заполняющим материалом и стенками канавы

Тип грунта	Заполняющий материал	Угол $\theta$ (градусы)
Мергель	Песок	30
Мергель	Гравий	35
Мергель	Крупная галька	40
Гладка горная порода	Песок	25
Гладка горная порода	Гравий	30
Сланцевая горная порода	Песок	35
Сланцевая горная порода	Гравий	40

**Таблица 5**  
Параметры угла трения  $\theta$   
заполняющего материала

Заполняющий материал	Угол $\theta$ (градусы)
Глина	11 12
Грунт, обогащенный торфом	12
Обычная глина	14
Лес известковый	18
Песчанистый мергель	20
Белый мергель	22
Очень плотный мергель	24
Зеленый мергель	26
Влажный песок	30
Песок мелкий неуплотненный	31
Песок и гравий	33
Песок и галька	37
Крупная галька	44

**Таблица 6**  
Изменение параметра  $K \cdot \text{tg} \theta$  (соотношение между горизонтальным и вертикальным давлением в грунте) с изменением углов трения  $\theta$  и  $\varnothing$

$\theta$ / $\varnothing$ градусы	25	30	35	40
12	0,305	0,378	0,459	0,550
14	0,284	0,352	0,427	0,512
16	0,264	0,327	0,397	0,476
18	0,246	0,304	0,369	0,442
20	0,228	0,283	0,343	0,411
22	0,212	0,262	0,318	0,381
24	0,196	0,243	0,295	0,353
26	0,182	0,225	0,273	0,327
30	0,155	0,192	0,233	0,279
35	0,126	0,156	0,189	0,227
40	0,101	0,125	0,152	0,182
45	0,080	0,099	0,120	0,143

Параметры, представленные в таблице 6, были получены следующим образом:

$$\text{Учитывая, что } K = \text{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varnothing}{2} \right)$$

зная, что:  $\varnothing$   
получаем:

$$K = \text{tg}^2 (45^\circ - 12^\circ) = \text{tg}^2 33^\circ = 0,42173$$

$$K \cdot \text{tg} \theta = 0,421 \cdot 0,577 = 0,243$$

Таблица 7

Изменение Cd (коэффициент нагрузки) одновременно в изменением K tg θ соотношения Н/В

H/B \ K tg θ	2	4	6	8	10
0,110	1,618	2,660	3,331	3,763	4,041
0,130	1,559	2,486	3,037	3,365	3,560
0,150	1,503	2,329	2,782	3,030	3,167
0,170	1,451	2,186	2,558	2,747	2,843
0,190	1,400	2,056	2,362	2,505	2,572
0,220	1,330	1,881	2,110	2,205	2,244
0,250	1,264	1,729	1,900	1,963	1,986
0,300	1,164	1,515	1,621	1,652	1,662
0,350	1,076	1,341	1,407	1,423	1,427
0,400	0,997	1,199	1,239	1,247	1,249
0,450	0,927	1,080	1,060	1,110	1,110
0,500	0,864	0,981	0,997	0,999	0,999

Параметры, приведенные в таблице 7, были получены следующим образом (пример):

$$C_d = \frac{1 - e^{-2 \cdot K \cdot \text{tg} \theta \cdot H/B}}{2 \cdot K \cdot \text{tg} \theta}$$

зная, что H/B = 2/1, и заменив K tg θ на данную величину, получаем результат, представленный в таблице 7:

$$C_d = \frac{1 - e^{-2 \cdot 0,243 \cdot 2}}{2 \cdot 0,243} = \frac{1 - e^{-0,972}}{0,486}$$

$$C_{d1} = \frac{1 - \frac{1}{e^{0,972}}}{0,486} = \frac{1 - \frac{1}{2,643}}{0,486} = 1,279$$

**ПРИМЕР РАСЧЕТА:**

Предположим, что имеем трубу серии SN2, с номинальным диаметром de = 0,4, закопанную на глубине 4 м, в канаве шириной B = D + 0,5 м. Удельный вес заполняющего грунта составляет γ = 2000 кг/м3. Параметры для θ и Ø составяют 25° и, соответственно, 30°.

Требуется определить параметр qt (кг/м2).

Труба размещается в узкой канаве, в действительности:

$$B = 0,9 < 3 \cdot 0,4 \quad B = 0,9 < 4/2$$

То есть, применяется формула qt = CD1 · γ · B

Из таблиц 6 и 7, получаем для θ = 25° и Ø = 30°, что K tg θ = 0,155, а для H/B = 4,45 на Cd1 = 2,50.

Заменив параметры, получаем:

$$Q_{t1} = 2,5 \cdot 2000 \cdot 0,9 = 4500 \text{ кг/м}^2 = 0,45 \text{ кг/см}^2$$

Таким образом, можем получить тот же результат, воспользовавшись рисунком 5.

Для K tg θ = 0,150 кривая C при значении 4,5 ординаты H/B, дает, на оси абсцисс, значение C d1 = 2,50

$$B \geq 10 D; \quad B \geq H/2 \text{ (смотри рисунок 11)}$$

Нагрузка грунта определяется:

Q12 = Cd2 · γ · H = давление, оказываемое на трубу, где

Cd2 = коэффициент нагрузки для заполнения бесконечной канавы = 1

γ = высота заполнения, измеренная по верхней образующей трубы (м).

**Подвижные нагрузки (qm)**

Даже в случае подвижной нагрузки (уличное или железнодорожное движение), стенки канавы поглощают часть нагрузки. В целях упрощения, а также обеспечения максимальной безопасности, предлагаем Вам воспользоваться формулой, предусмотренной для менее благоприятного случая, то есть, тогда, когда гибкая труба расположена в канаве неограниченной длины или в оборонительном сооружении.

**Подвижная нагрузка состоит из:**

$$q_m = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{P}{(H + D/2)^2} \cdot \varphi$$

где:

P = концентрированная нагрузка (кг) под воздействием колеса или пары колес;

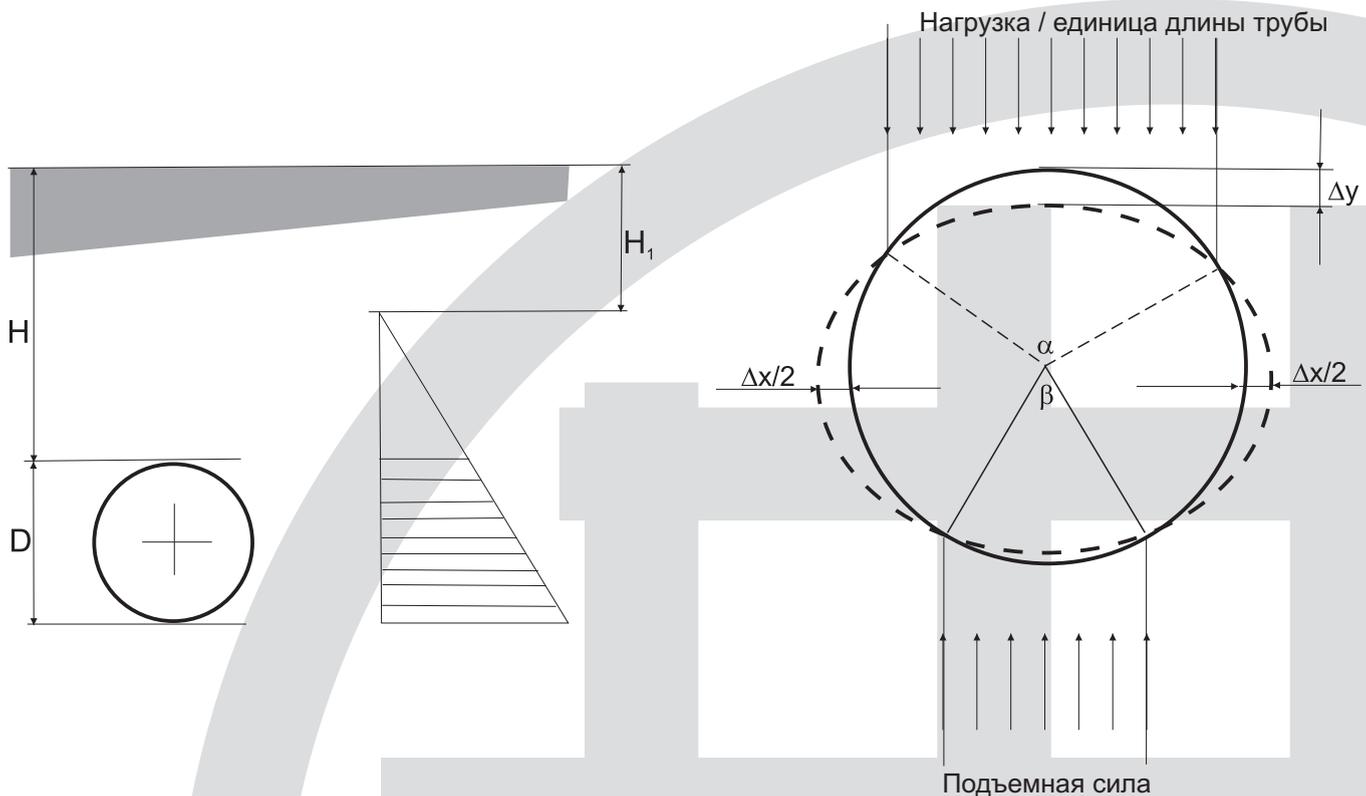
P = 3000 кг: представляет ситуацию, предусмотренную исключительно для прохождения строительной техники малой грузоподъемности;

P = 6000 кг: представляет ситуацию, предусмотренную исключительно для прохождения транспортных средств малой грузоподъемности;

P = 9000 кг: представляет ситуацию, предусмотренную исключительно для прохождения транспортных средств большой грузоподъемности;

D = номинальный наружный диаметр трубы (м);

$\varphi$  = общий коэффициент, учитывающий динамическое воздействие нагрузок, обозначенный буквой P. Считается, что он равен  $1 + 0,3/H$  (только для уличных средств) и  $1 + 0,6/H$  (только для железнодорожных средств), если гибкая труба не вставлена, как это, как правило, происходит, в стальную трубу.



**Рисунок 6**

Установка при наличии слоя, насыщенного водой

**Рисунок 7**

Деформация трубы под воздействием нагрузки

**Нагрузка для воды из водоносного слоя (qr)**

При наличии водоносного слоя, закопанная труба подвергается нагрузке (qr), в случае которой следует учитывать величину общей нагрузки Q, действующей на трубу (смотри рис. 6)

Эта нагрузка определяется следующим образом:

$q_r = \gamma_{H120} (H - H_1 + D/2)$ , где

H = высота заполнения, измеренная от верхней образующей трубы (м);

H<sub>1</sub> = высота заполнения, измеренная от уровня водоносного слоя (м);

D = номинальный наружный диаметр трубы (м)

$\gamma_{H120}$  = удельный вес воды из водоносного слоя (кг/м<sup>3</sup>)

**Взаимодействие труба - грунт**

Деформации при изгибе:  $\Delta x = N \Delta x \frac{Q \cdot D^3}{8 \cdot E \cdot I}$   $\Delta y = N \Delta y \frac{Q \cdot D^3}{8 \cdot E \cdot I}$

где:

$I$  = момент инерции стенки трубы =  $s^3/12$  для гладких труб ( $s$  = толщина трубы);

$E$  = коэффициент эластичности материала, из которого изготовлена труба;

$N \Delta x = N \Delta y$  = меняющиеся коэффициенты в зависимости от  $a$  и  $b$ ;

$\alpha$  = угол распределения нагрузки

$\beta$  = угол распределения нагрузки фундамента

Параметры  $N \Delta x$  и  $N \Delta y$ , рассчитанные теоретически, представлены на рисунке 8. Согласно данному графику следует, что траектория вертикальной деформации при изгибе достаточно схожа с траекторией горизонтальной деформации, даже и в экстремальных случаях, то есть для:

$\alpha = 0^\circ$  = нагрузка, сконцентрированная в верхней части трубы;

$\beta = 180^\circ$  = нагрузка, распределенная по всему полусечению трубы.

Допустим, что  $\alpha = 180^\circ$  и  $\beta = 180^\circ$ , согласно рисунку 8 следует:

$N \Delta x = N \Delta y = 0,083$

В результате замены получаем:

$$\Delta y = 0,083 \frac{Q \cdot D^3}{8 \cdot E \cdot 1}$$

Необходимо обратить внимание на тот факт, что в случае закопанной гибкой трубы, боковая деформация  $\Delta x$  сжимает грунт, который, в свою очередь, вызывает реакцию трубы, пропорциональную  $E_1$  (коэффициент эластичности трубы).

Таким образом, в зависимости от того, как ведет себя грунт, следует, что деформация трубы  $\Delta x$  и  $\Delta y$  (для  $\alpha = \beta = 180^\circ$ ) смягчается, выстраиваясь в следующие версии формулы Шпанглера:

$$\Delta x = \Delta y = \frac{0,083 \cdot D^3}{8 \cdot E \cdot 1 + 0,061 \cdot E_1 \cdot D^3}$$

и для гладкой трубы:

$$\Delta x = \Delta y = \frac{0,125 \cdot Q}{E \cdot (s/D)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

A) Горизонтальная деформация – линейная нагрузка

B) Вертикальная деформация – линейная нагрузка

C) Горизонтальная нагрузка, равномерно распределенная

D) Вертикальная нагрузка, равномерно распределенная

Вышеприведенная формула является действительной для определения исходной деформации для  $t = 0$ . Для того чтобы учесть изменения характеристик ПВХ, а также поведения грунта, имеющие место со временем, в вышеназванную формулу вводится коэффициент  $T$ .

Таким образом получаем:

$$\Delta x = \Delta y = \frac{0,125 \cdot T \cdot Q}{\frac{E}{T} \cdot (s/D)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

где:

$T = 2$  (рекомендуемая величина)

Параметры  $E_1$  можно рассчитать на основе выражения:

$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^4}{\alpha'} (H + 4) \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

где:

$H$  = высота заполнения, начиная с верхней части трубы;

$\alpha'$  = коэффициент, зависящий от плотности подпорной стенки трубы. Данный коэффициент взаимосвязан с испытанием по Проктору, представленным в таблице 8.

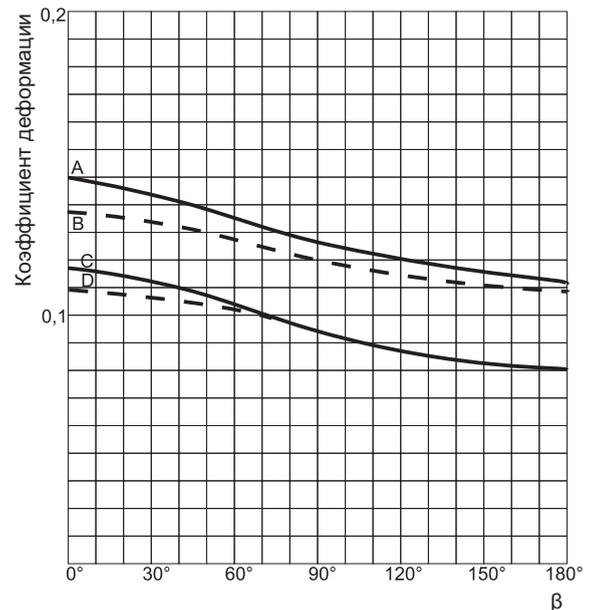


Рисунок 8  
Коэффициент деформации трубы под нагрузкой

**Таблица 8**  
Соотношение между результатом испытания по Проктору и коэффициентом плотности  $\alpha'$  подпорной стенки

Испытание по Проктору	$\alpha'$
95 %	1,0
90 %	1,5
85 %	1,5 <sup>2</sup>
80 %	1,5 <sup>3</sup>
75 %	1,5 <sup>4</sup>

Параметры E1 существенно изменяются в зависимости от типа материала, используемого для заполнения, а также от степени плотности. Следует учитывать, что гипотеза коэффициента эластичности E1 для грунта, вытекает из упрощения. В действительности же, грунт абсолютно не является эластичным, и величина E1 возрастает одновременно с сжиманием.

Предвосхищая то, о чем будет говориться еще раз в Разделе 9, считаем своевременным подчеркнуть, что 40 лет наблюдений и измерений, проводимых с закопанными трубопроводами из ПВХ, позволили нам вывести, исходя из диаметальной деформации  $\Delta x/\Delta$  единственный действительный параметр. Его предельные величины представлены в таблице 9.

**Таблица 9**  
Диаметральная деформация закопанных труб из ПВХ, наступающая со временем

Тип UNI EN 1401-1	Диаметральная деформация $\Delta x/\Delta$	
	спустя 1 ÷ 3 месяца	спустя 2 года
SN4	5 % средняя величина 8 % максимальная величина	10 % максимальная величина
SN2	5 % максимальная величина	8 % максимальная величина
Параметры, рекомендуемые согласно ISO / DTR 7073		

### Разрушающее давление

Труба с подвижными очень тонкими стенками может не выдержать не только по причине сверхнагрузки, но и по причине опасной чрезмерной диаметальной деформации. Величина 5% для деформации является предельным показателем.

### ПРИМЕР РАСЧЕТА

Предлагается новый пример расчета. Необходимо определить деформацию трубы после и во время укладки, принимая гипотезу, что показатель по Проктору грунта составляет 90%. Применяем формулу Шпанглера:

$$\Delta x = \frac{0,125 \cdot Q}{E \cdot (s/D)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

где:

$Q = 4500 \cdot D$  – общая внешняя нагрузка на трубу (кг/м);

$E = 30000 \cdot 10^4$  кг/м<sup>2</sup> – коэффициент эластичности трубы;

$s/D = 0,0078/0,4 = 0,0195$  = соотношение между толщиной трубы и диаметром;

$E_1$  = коэффициент эластичности грунта, определяется по формуле:

$$E_1 = \frac{9 \times 10^4 (H + 4)}{\alpha'}$$

Следует учитывать тот факт, что показатель по Проктору заполняющего грунта составляет 90%  $\alpha' = 1,5$ . Таким образом,  $E_1 = (90000/1,5) \cdot 8 = 480000$  кг/м<sup>2</sup>.

Проведя замену и выполнив указанные расчеты:

$$\frac{\Delta x}{\Delta} = \frac{0,125 \cdot T \cdot Q}{E \cdot (s/D)^3 + 0,0915 \cdot E_1}$$

Проведя замену и выполнив указанные расчеты:

$$\frac{\Delta x}{\Delta} = \frac{1125}{1112+43920} = \frac{1125}{45032} = 0,0249 = 2,49 \%$$

## 5. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ ТРУБ И ФИТИНГОВ

### Транспортировка

При транспортировке трубы необходимо закрепить по всей их длине, для того чтобы избежать повреждений концов труб по причине колебаний.

Необходимо избегать ударов, изгибов. Трубы не должны слишком выступать из транспортного средства, следует избегать контакта с режущими и острыми предметами. Ремни для крепления груза должны быть выполнены из пеньковой, нейлоновой или схожей веревки или ленты. Если используются стальные кабели, необходимо защитить трубы в области соприкосновения со стальным кабелем. Следите за тем, чтобы трубы, в особенности трубы, на одном из концов которых есть раструб, были уложены таким образом, чтобы раструб не привел к их поломке. При необходимости между трубами следует установить специальные распорки.

Было бы хорошо, если бы во время загрузки в транспортное средство, вначале уложить самые тяжелые трубы, с тем чтобы избежать деформации легких труб.

Каждый раз, когда осуществляете транспортировку на грузовых автомобилях, было бы хорошо, чтобы трубы не выходили за пределы погрузочной платформы больше, чем на один метр. Во время их транспортировки по территории строительного участка, в особенности, во время укладки вдоль котлованов, следует избегать волочения труб по грунту.

Это может причинить необратимый ущерб по причине канав, камней, а также других предметов.

### Загрузка и разгрузка

Эти операции должны проводиться с особой тщательностью для всех материалов / изделий. При загрузке и разгрузке труб, нельзя бросать и тащить трубы до края транспортного средства. Их следует осторожно поднимать и поддерживать. Если данные рекомендации не соблюдаются, не исключено, что, в особенности, зимой, при низких температурах, возникнут прорывы и трещины.

### Хранение

Трубы следует хранить на гладкой поверхности, в условиях отсутствия режущих предметов и веществ, которые могут разъедать трубы.

Трубы с раструбом, помимо вышеприведенных предупреждений, необходимо укладывать на деревянные шпалы, таким образом, чтобы не деформировать раструбы по нижней горизонтали. Помимо этого, сами раструбы должны быть размещены с одной и с другой стороны поддона таким образом, чтобы они выступали за пределы поддона. Таким образом, раструбы не будут подвергаться нагрузке, а трубы будут зафиксированы по всей своей длине.

Трубы не следует хранить на высоте более 1,50 м (независимо от их диаметра), во избежание возможной деформации со временем.

Если трубы не используются в течение длительного периода времени, они должны быть защищены от прямого воздействия солнечных лучей при помощи матовых экранов, не препятствующих проветриванию.

Когда трубы поставляются в пакетах, перевязанных ободками, было бы хорошо, соблюдать при их укладке инструкции производителя. На строительных участках, где температура окружающей среды может превышать 25°C, и может сохраняться в течение длительного периода, необходимо избегать хранения труб с резьбой в условиях их плотного прилегания друг к другу. Это, наверняка, приведет к овализации (ввиду чрезмерного веса) труб, находящихся в нижних слоях.

В конечном итоге, следует учитывать, что при низких температурах возрастает вероятность разрыва труб из ПВХ. В этих климатических условиях, операции по транспортировке (транспорт, укладка, установка и т.д.) должны проводиться с максимальной осторожностью.

### Фитинги и комплектующие

Как правило, фитинги и комплектующие поставляются в специальной упаковке. Если они не упакованы, следует избегать на этапе хранения и транспортировки, чтобы они были уложены беспорядочно. Также следует избегать их деформации и повреждения в результате столкновения между ними или с другими тяжелыми материалами.

### Выполнение соединений

Труба, с ее гладкого конца, обрезается обычным образом по оси или при помощи пилы с мелкими зубчиками, или при помощи фрезы.

Конец трубы, полученный таким образом, предназначенный для его вставки в раструб (для выполнения, как жесткого, так и гибкого соединения), должен обрезаться под углом, указанным производителем (обычно 15°), при этом с края следует сохранять толщину (возрастающую одновременно с диаметром), указанную производителем.

## 6. УКЛАДКА

В дальнейшем определяются основные аспекты укладки трубопровода из ПВХ, с целью обсуждения, не останавливаясь на деталях выполнения котлованов, смещения грунта и организации строительной площадки. В данном разделе уточняются фундаментальные требования, которые следует соблюдать при укладке, а также их значение для определения параметров труб.

### Классификация котлованов

На этапе проектирования, тип котлована, который предстоит выполнить, тесно связан с оценкой нагрузки, типом грунта, работающей бригадой рабочих. В момент укладки существенной является функциональная зависимость между проектом и его фактической реализацией.

Ниже представлена классификация на основе геометрических элементов котлованов, использованных обычным образом, без прикладных характеристик.

- *Узкая канава* представляет собой самое лучшее место для укладки трубы из ПВХ, поскольку снижена нагрузка, которой подвергается труба, при этом часть нагрузки передается на грунт, расположенный вокруг трубы, в зависимости от деформации по причине склонности к овализации, присущей данному изделию.
- *Широкая канава*. Нагрузка, оказываемая на трубу, больше, чем в случае укладки трубы в узкую канаву. По этой причине на этапе проектирования рекомендуется, из соображений безопасности, отталкиваться от данной гипотезы

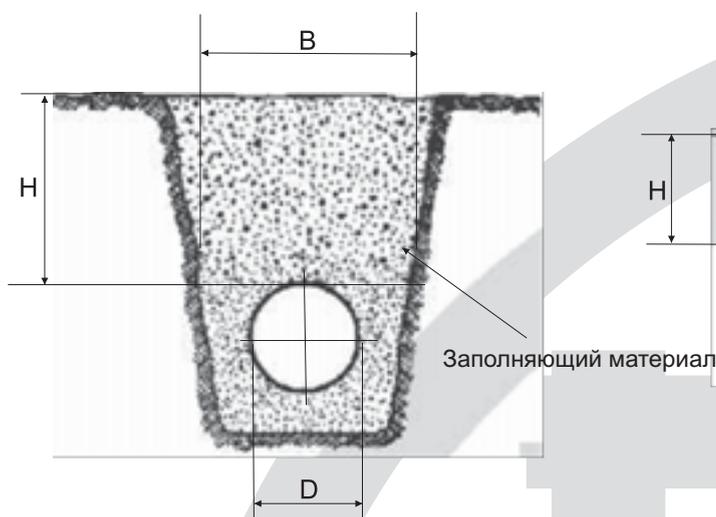


Рисунок 9 – Узкая канава

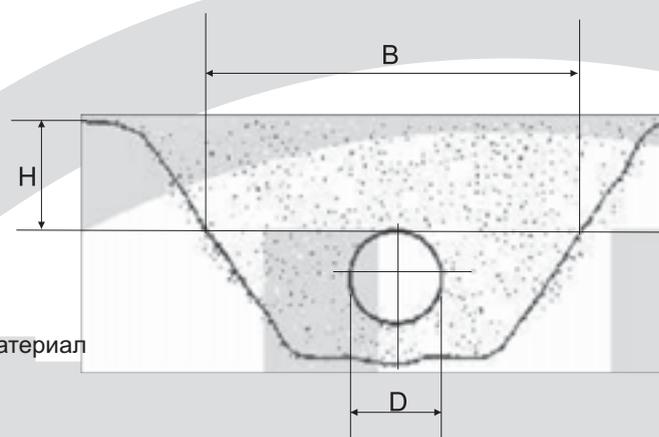


Рисунок 10 – Широкая канава

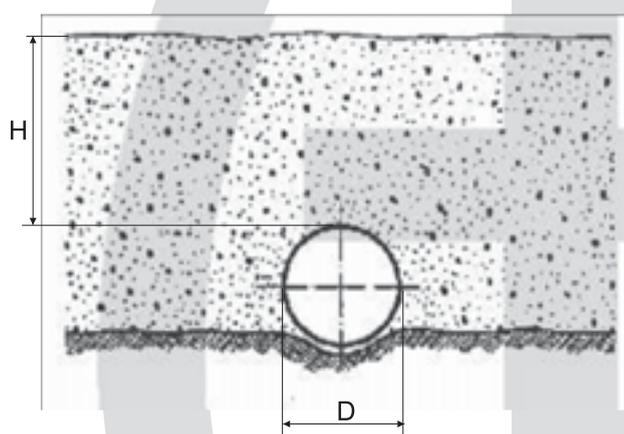


Рисунок 11 – Укладка в укрепительном сооружении (положительное расположение)

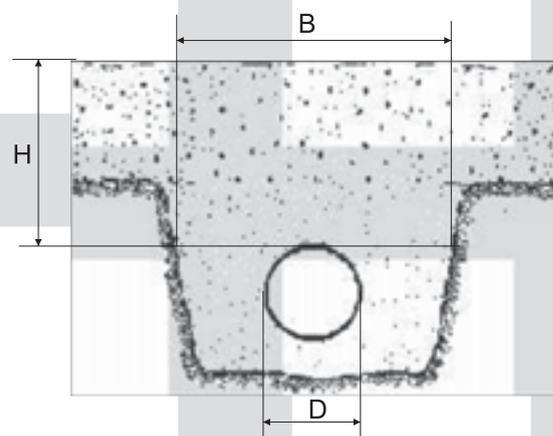


Рисунок 12 – Укладка в укрепительном сооружении (отрицательное расположение)

- **Укрепительное сооружение** (положительное расположение). Образующая линия трубы превышает уровень грунта. Отсутствие боковых сторон и возможность обвала не говорит в пользу использования данного метода в случае больших нагрузок.
- **Укрепительные сооружения** (отрицательное расположение). Труба находится на уровне ниже, чем уровень грунта. ввиду достаточно слабого трения между заполняющим материалом, уложенным в укрепительном сооружении, и природными боковыми сторонами канавы, труба может выдерживать более высокие нагрузки, чем в случае положительного расположения, но в любом случае меньшие нагрузки, чем те, которые могли бы быть выдержаны в случае укладки в узкую и широкую канаву. Подытожив, вышеприведенная классификация основных типов котлованов может быть систематизирована посредством таблицы 10.

D = наружный диаметр трубы;

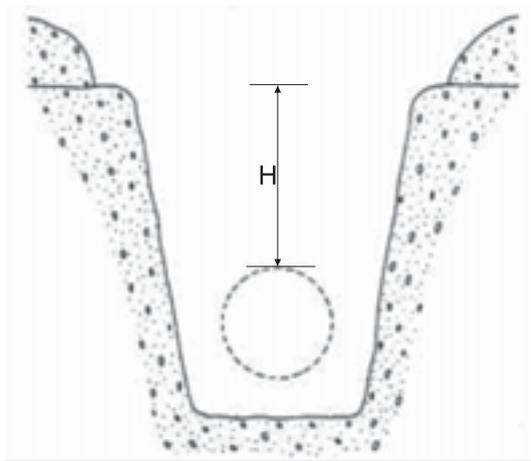
V = ширина канавы на уровне образующей линии трубы;

H = высота заполнения, начиная с верхней образующей линии трубы.

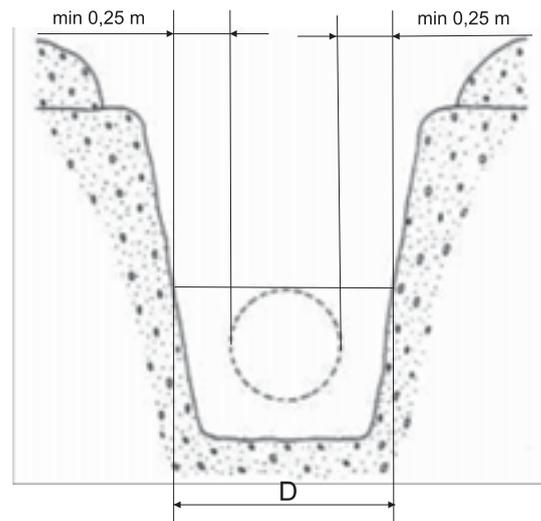
**Таблица 10 – Классификация котлованов**

Тип канавы	B	
Узкая канава	$\leq 3 D$	$< H/2$
Широкая канава	$> 3 D$ $< 10 D$	$< H/2$
Канавы неопределенной длины	$\geq 10 D$	$\geq H/2$

Трубы устанавливаются, как правило, на минимальной глубине 1,2 м. Минимальная ширина канавы составляет  $V = D + 0,5$  м (для диаметров меньших или равных 400 мм, и  $V = 2 D$  – для диаметров трубы больше или равные 500 мм).



**Рисунок 13 – глубина канавы**



**Рисунок 14 – Ширина канавы**

#### Нижняя часть канавы

Нижняя часть состоит из песка, отобранного таким образом, чтобы создать непрерывную опору для трубопровода. Не рекомендуется выполнять нижнюю часть из остатков цемента или схожего материала. На предусмотренном расстоянии подготовьте подходящие выемки для укладки раструбов, таким образом, чтобы у них была хорошая опора. Во время данной операции необходимо следить за уклоном трубопровода.

Фундаментный слой не следует строить до полного затвердения нижней части канавы. Материал, подходящий для изготовления фундаментного слоя, а также боковых сторон, указан на рисунке 17 и ограничен заштрихованной частью. На практике, самый подходящий материал состоит из гравия диаметром 10-15 мм или из песка, смешанного с галькой диаметром не более 20 мм. Используемый материал следует очень осторожно уплотнить, таким образом, чтобы получить предписанный показатель по Проктору. Минимальная высота фундаментного слоя составляет 0,10 м или  $D/10$ .

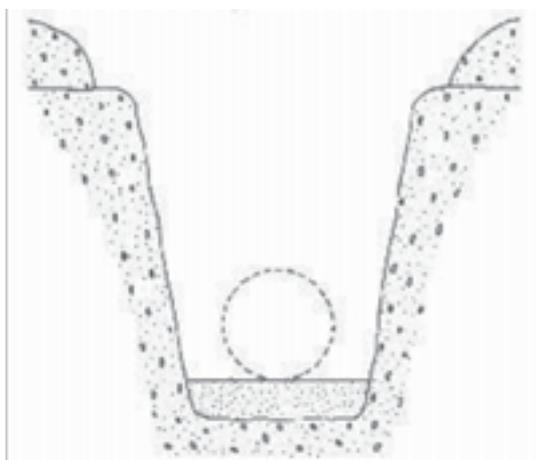
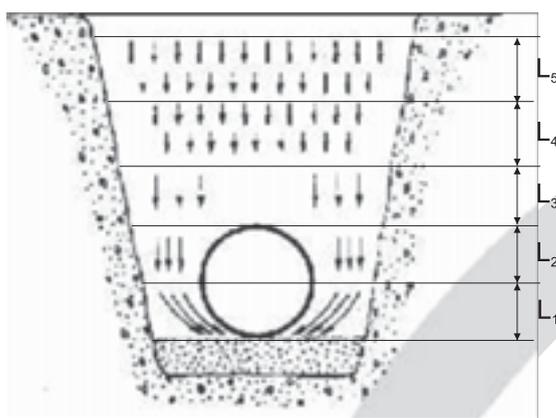


Рисунок 15 – Фундаментный слой

Рисунок 16  
Последовательное заполнение  
канавы слоями**Укладка трубы**

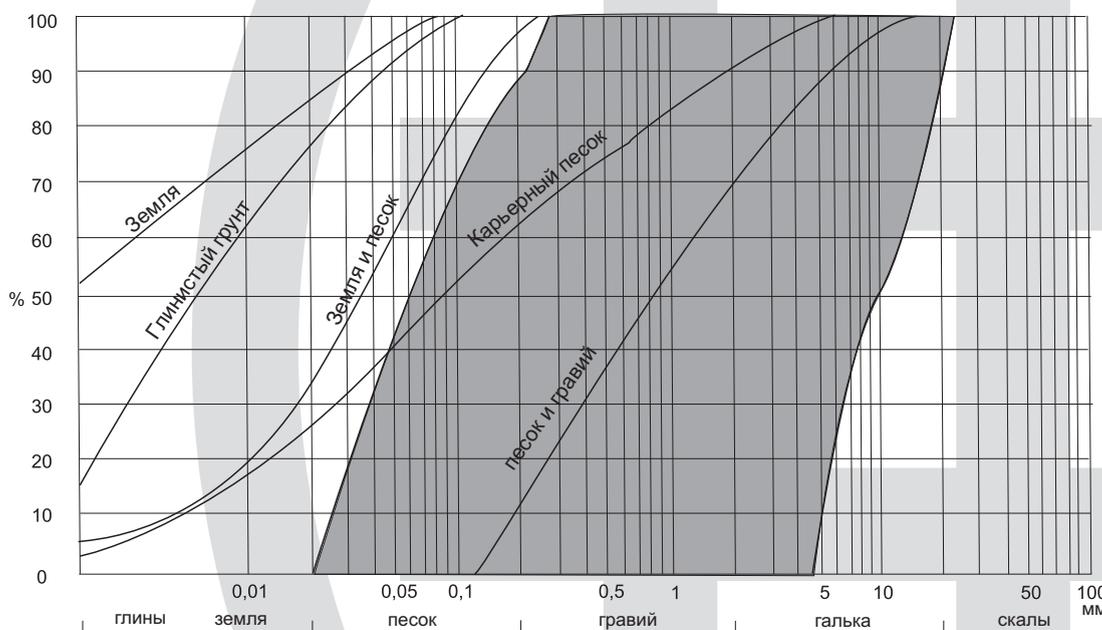
Прежде чем начать работу, следует проверить трубы, одну за другой, на предмет обнаружения возможных фабричных дефектов. Концы, раструбы, уплотнительные прокладки должны быть в хорошем состоянии. Трубы и фитинги необходимо укладывать на фундаментный слой таким образом, чтобы они находились в непрерывном контакте с фундаментным слоем.

**Заполнение**

Заполнение канавы и котлована в целом представляет собой основную операцию всей работы. В действительности, когда идет речь о трубопроводе из ПВХ, то есть о гибком трубопроводе, однородность грунта вокруг него является основополагающей для правильного создания несущей структуры, до тех пор, пока грунт, деформированный трубопроводом, реагирует для того, чтобы способствовать выдерживанию имеющейся нагрузки.

Материал, который использовался ранее для укладки фундаментного слоя (смотри рис. 16), укладывается вокруг трубы и уплотняется вручную для образования последовательных слоев толщиной 20-30 см до средней линии трубы. При этом надо с особой тщательностью проверять, чтобы под трубой не оставались незаполненные места, а боковая часть между трубой и стенкой котлована была непрерывной и уплотненной (слой L1). Второй слой боковой части L2 должен достигать верхней образующей линии трубы. Уплотнение его также следует проводить особенно внимательно. Третий слой L3 должен на 15 см выступать за самую высокую образующую линию трубы. Уплотнение трубы проводится только по бокам, и никогда вертикально. Последующее заполнение (слои L4 и L5) осуществляется при помощи материала, полученного из самого котлована, очищенного от элементов диаметром более 10 см, а также фрагментов растительного и животного происхождения.

Следует удалить элементы диаметром более 2 см, при их доле в составе материала более 30%, хотя бы для верхней образующей линии трубы, превышающей данный предел. Тяжело сжимающиеся виды почв: почвы богатые торфом, глиной, замерзшая почва, следует выбросить (рисунок 17)\*. Заполнение осуществляется последовательными слоями толщиной 30 см, которые затем уплотняются и, при необходимости, поливаются на толщине 1 м (измеренной от самой высокой образующей линии трубы). Полученный в результате показатель по Проктору должен превышать уровень, предусмотренный проектировщиком. В заключении, оставляется свободное место для последнего слоя растительного грунта.

Рисунок 17  
Гранулометрические  
кривые  
Группы почв

(\*) Заштрихованная часть соответствует оптимальной зернистости заполняющего материала. Только для данной части действительны формулы, приведенные в Разделе 4.

## 7. ТИПЫ СОЕДИНЕНИЙ

### Общая информация

- Трубы и фитинги из ПВХ могут быть соединены между собой посредством следующих систем:
- жесткого типа:
  - соединение выполняется при помощи раструба на трубе, которую необходимо присоединить (рисунок 18)
  - при помощи муфт в форме двойного раструба (рисунок 19)
- эластичного типа:
  - соединение выполняется при помощи раструба на трубе, герметичность обеспечивается при помощи уплотнительной прокладки из эластомера (рисунок 21).

Соединения жесткого типа используются только тогда, когда проектировщик считает это необходимым. В подобных случаях необходимо учитывать возможные линейные тепловые расширения, сила воздействия которых может быть снижена посредством установки, на определенном расстоянии друг от друга, определенных специальных расширяющих деталей, в соответствии с действительными условиями работы. Рекомендуется, чтобы раструбы были изготовлены из жесткого ПВХ. В центральной части можно установить стопорный палец, а можно обойтись и без него. Отсутствие подобного устройства позволяет вводить в канализацию новые разводки и проводить возможные ремонтные работы.

### Соединения жесткого типа

- Рекомендуется:
  - удалить заусеницы из зоны соединения;
  - избегать загрязнений в зоне соединения;
  - обработать поверхность зоны соединения при помощи наждака средней зернистости;
  - завершить подготовку зон склеивания, очистив их от смазки при помощи специальных растворителей;
  - хорошо перемешать клеящее вещество, до получения однородной структуры, до начала его использования;
  - после высыхания растворителя, нанести клеящее вещество на подготовленные зоны, растягивая его продольно, без излишек, во избежание ослабления самого соединения;
  - сразу же втолкнуть трубу, не поворачивая ее, вовнутрь раструба, и оставить ее в данном положении на не менее 10 секунд;
  - удалить лишнее клеящее вещество с краев раструба;
  - подождать не менее часа, прежде чем продолжить работу с соединенными трубопроводами;
  - провести гидравлические испытания по истечении не менее 24 часов.

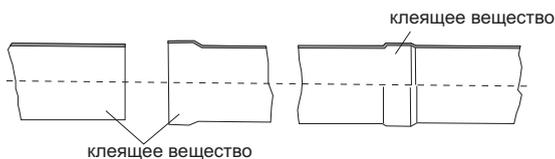


Рисунок 18 – Простое соединение жесткого типа, путем склеивания

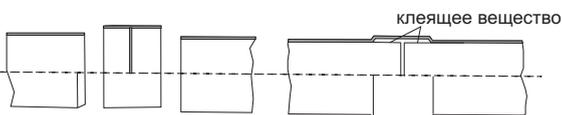


Рисунок 19 – Соединение с раструбом, жесткого типа, путем склеивания



Рисунок 20 – Простое соединение эластичного типа, с уплотнительной прокладкой (эластомер)

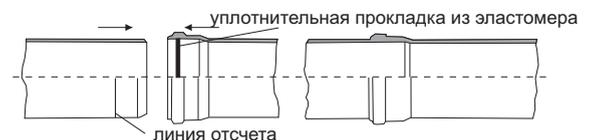


Рисунок 21 – Соединение с раструбом, эластичного типа, с уплотнительной прокладкой (эластомер)

### Соединения эластичного типа

Рекомендуется:

- внимательно очистить части, которые следует соединить, убедившись в отсутствии повреждений: предварительно извлечь уплотнительную прокладку из эластомера;
- отметить на конце трубы (кончике) линию отсчета. Для этого конец вставляется в раструб до конца, и отмечается положение. Труба извлекается на 3 мм на каждый метр длины. Между двумя соединениями (одно соединение не должно быть менее 2 мм) на трубе отмечается данное новое положение, которое и является первой линией отсчета.
- правильно вставить в раструб уплотнительную прокладку из эластомера;
- смазать внутреннюю поверхность уплотнительной прокладки и наружную поверхность конца трубы при помощи специальной смазки (силиконовое масло, мыльная вода и т.д.)

- вставить конец трубы в раструб до маркировки, при этом необходимо внимательно следить за тем, чтобы уплотнительная прокладка не сместилась со своего места. Успех данной операции зависит от точной выверки труб, а также от смазки;
- гидравлические испытания можно проводить сразу же после выполнения соединения.

### Выполнение соединений

Со своего гладкого конца труба обрезается обычным образом по оси, при помощи пилы с мелкими зубчиками или при помощи фрезы. Конец, полученный таким образом, вставляется в соответствующий раструб (как для выполнения жесткого, так и для выполнения эластичного соединения). Труба должна быть скошена под определенным углом, указанным производителем (как правило, 15°), сохраняя на конце толщину (возрастающую одновременно с диаметром), также указанную производителем.

## 8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФИТИНГИ И СОЕДИНЕНИЯ

### Специальные фитинги и детали

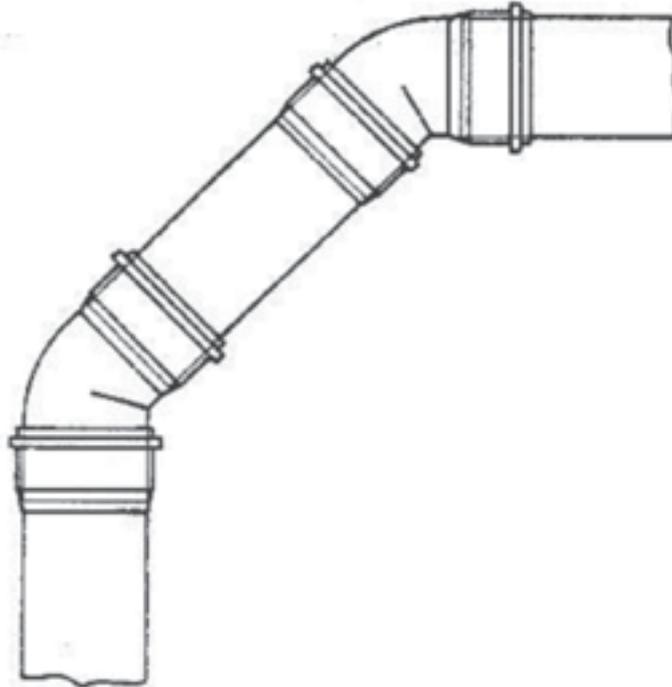
Развитие технологий в области пластичных материалов сделало возможным производство широкого ассортимента специальных фитингов и деталей, позволяющих решить все проблемы, связанные с трубопроводом из ПВХ для системы канализации и дренажной системы.

На рисунке 22 представлены наиболее важные детали. Их характеристики и параметры определены нормативом UNI EN 1401-1.



Рисунок 22  
Специальные фитинги и детали, наиболее часто используемые

Для получения изгиба под углом  $90^\circ$  в горизонтальной плоскости, было бы хорошо использовать два колена  $45^\circ$ , вставив между ними часть трубы (смотри рисунок 23). Таким образом, получаем необходимый радиус загиба.



**Рисунок 23**  
**Изгиб под углом  $90^\circ$  со вставкой трубы**

### Сточные колодцы (для канализации)

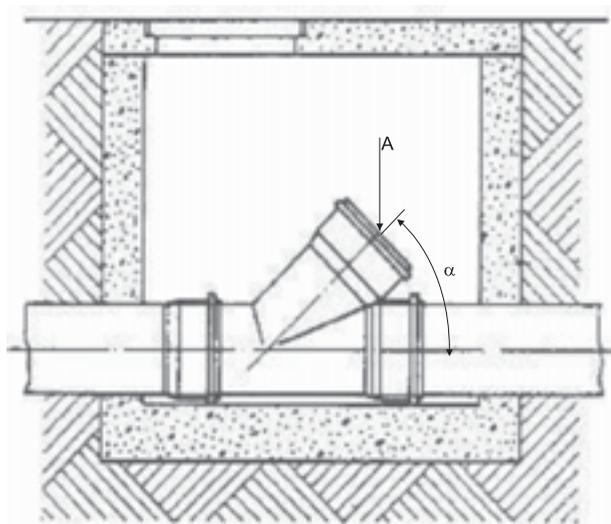
Современные канализационные сети, для покрытия потребности по отводу отходов, а также для их соответствия нормативам относительно охраны окружающей среды, должны:

- быть герметичными;
- позволять проведение проверок, выполнение вводов, отклонений, резких переходов, а также проведение очистки.

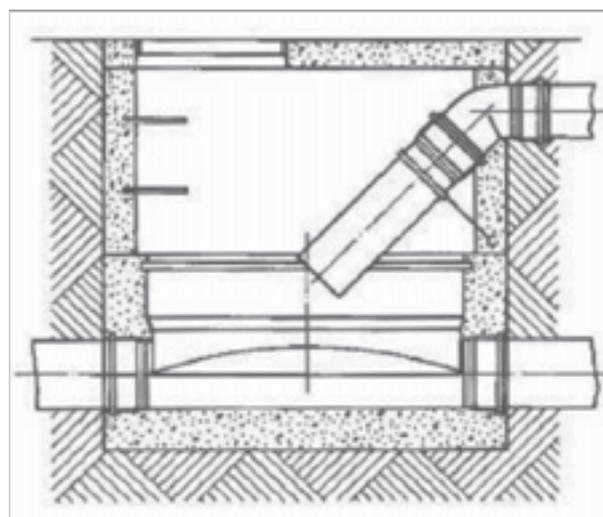
Поскольку это можно осуществить и через смотровые колодцы, они, будучи герметичными, представляю собой неотъемлемый и очень важный элемент в конструкции канализационной сети.

Чаще всего встречаются следующие установки:

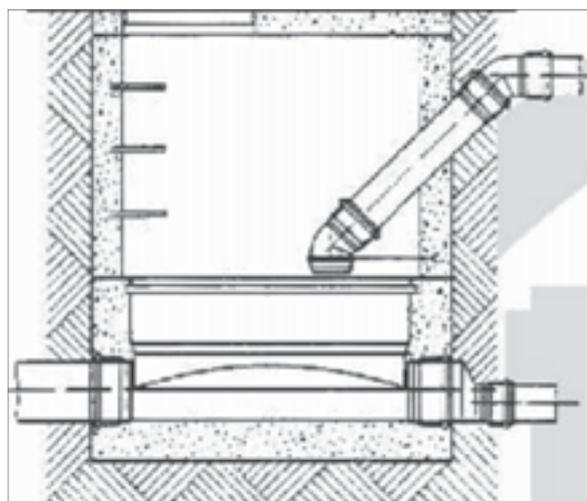
- линейный колодец (показанный на рисунке 24). Угол может быть равен  $45^\circ$  до  $87^\circ 30'$ . вход А должен быть закрыт пробкой с болтом или специальной пробкой для труб, блокируемый при помощи фиксирующего зажима;
- линейный колодец (показанный на рисунке 25). Если уровень воды выше, необходимо вставить элемент трубы соответствующей длины, с установкой уплотнительного кольца из эластомера таким образом, чтобы обеспечить герметичность конструкции, как изнутри, так и снаружи;
- линейный колодец с соединениями, перепадами в диаметре (показанный на рисунке 26). Переходный патрубок В может быть повернут на  $180^\circ$ ;
- колодец с перепадом в диаметре, без неразрывности материала (смотри рисунок 27). В положениях А предусмотрены детали, которые способны соединяться с бетоном (переходная деталь через колодец ПВХ - бетон);
- колодец со сплошным материалом (показанный на рисунке 28). Труба В может быть соединена и частично таким образом, чтобы обеспечить слив воды.
- линейный колодец для осмотра и очистки, выполненный полностью из пластика. Он показан на рисунке 29. Распространение гидropневматической очистки канализационных труб, путем использования определенных гибких труб, позволяет колодцы малого диаметра (примерно 400 мм) вместо тех, что используются обычно.



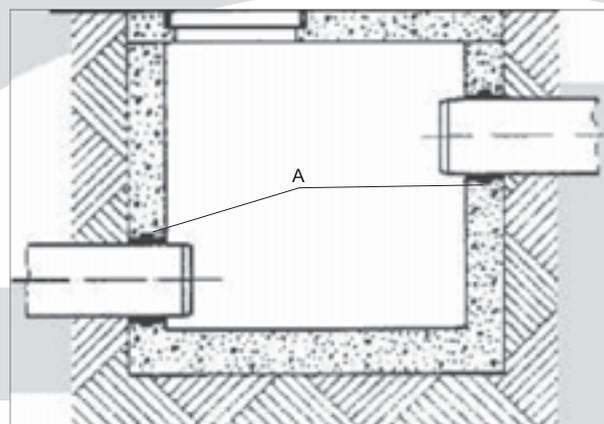
**Рисунок 26**  
Колодец для осмотра и очистки



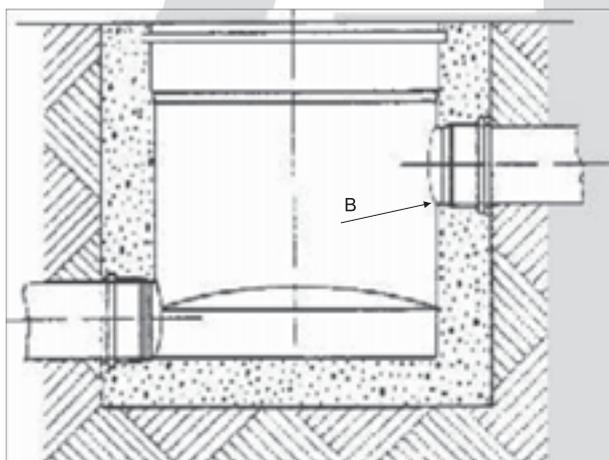
**Рисунок 25**  
Линейный колодец с вводом для нужд абонентов



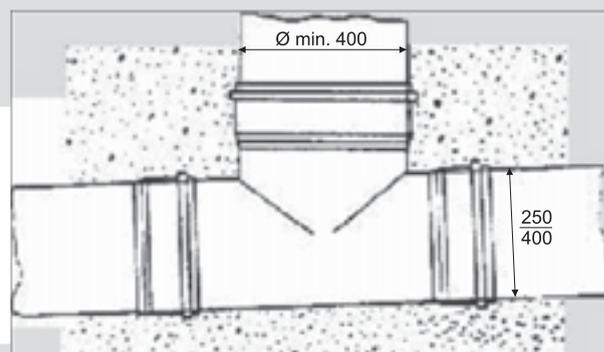
**Рисунок 26**  
Линейный колодец с соединениями  
и перепадом в диаметре основного трубопровода



**Рисунок 27**  
Колодец без неразрывности материала



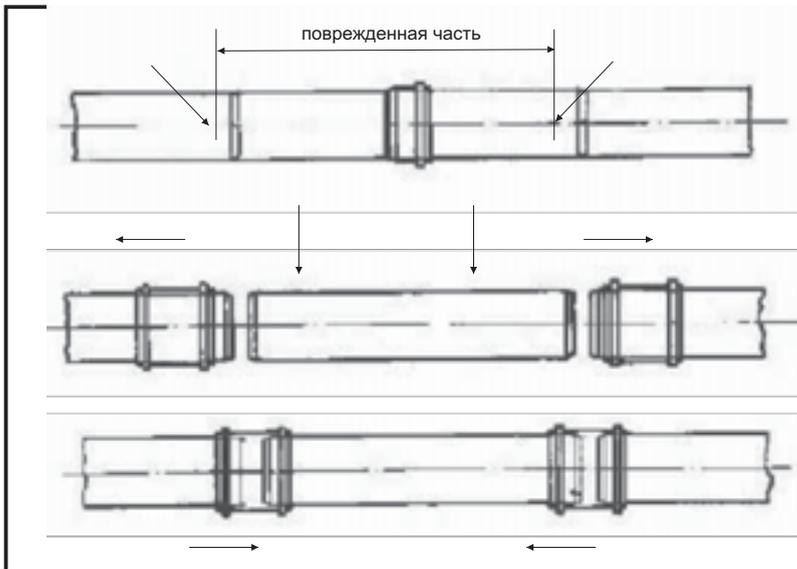
**Рисунок 28**  
Колодец с перепадом в диаметре,  
со сплошным материалом



**Рисунок 29**  
Линейный колодец из пластика

## Ремонт трубопровода

Для ремонта неисправного трубопровода, используются два раздвижных раструба, согласно схеме, указанной на рисунке 30.

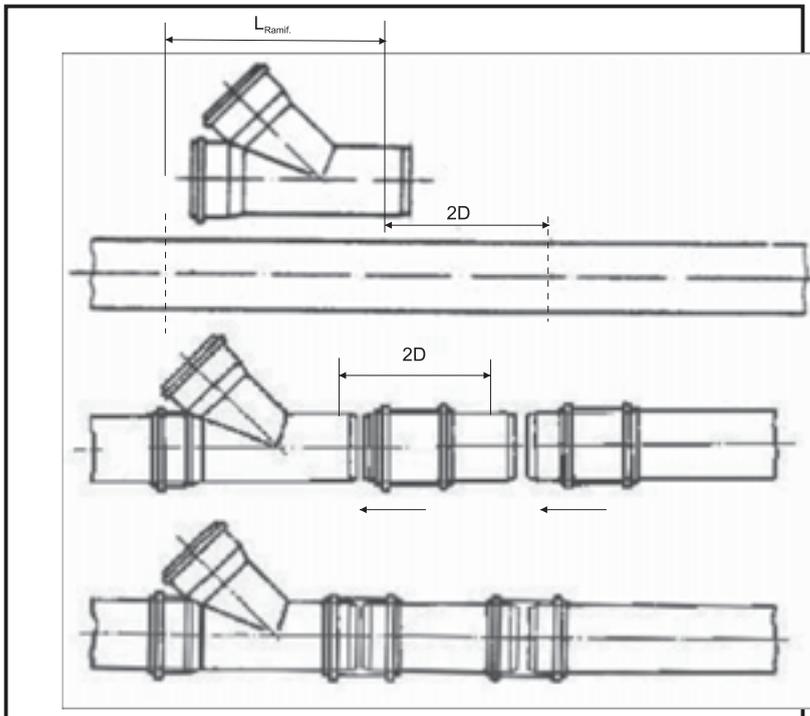


**Рисунок 30**  
Ремонт трубопровода

- определите длину повреждения на трубе и удалите поврежденную часть;
- отрежьте прямо и скосите оставшиеся концы труб;
- введите в оба конца ремонтные раздвижные раструбы;
- между частями труб, на подготовленной платформе, устанавливается кусок трубы соответствующей длины;
- установите раструбы в их конечное положение;
- вновь осторожно закопайте трубопровод таким образом, чтобы получить параметры показателя по Проктору, при старых параметрах трубы.

## Выполнение новых разводов на уже существующих трубопроводах

Когда Вам необходимо выполнить разводку на трубопроводе из ПВХ, уже введенном в действие, можете воспользоваться одним из представленных ниже методов (рисунки 31, 32, 33).



**Рисунок 31**  
Использование разводов и двух разъемных раструбов

- отрежьте от существующего трубопровода кусок достаточной длины ( $L_{Deriv} + 2D$ );
- вставьте разводку в трубу;
- измерьте расстояние между концами разводки и другим концом трубы;
- отрежьте кусок трубы равной длины;
- установите один раструб на трубу, а другой на кусок трубы;
- вставьте кусок трубы в трубопровод и вворачивайте оба раструба, пока не будет достигнута полная герметичность.

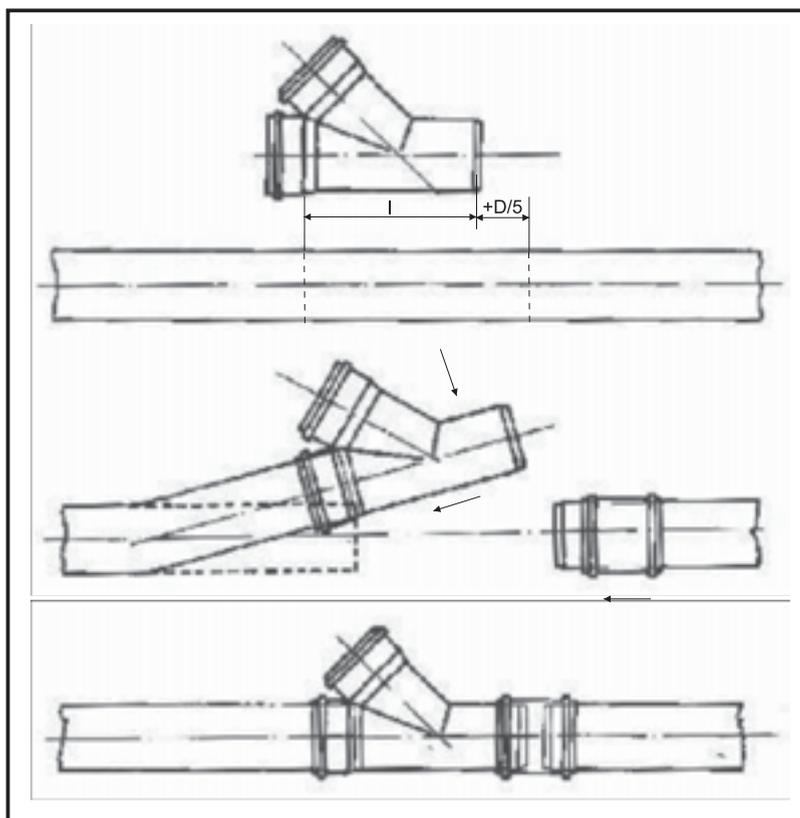


Рисунок 32

Использование разводки и разъемного раструба  
(в случае, если трубопровод можно легко поднять)

- отрежьте кусок трубы длиной, указанной на рисунке  $+D/5$ ;
- поднимите кусок трубы (сверху) и вставьте в нее разводку;
- вставьте раструб в другой конец;
- вворачивайте раструб до тех пор, пока не будет достигнута герметичность соединения.

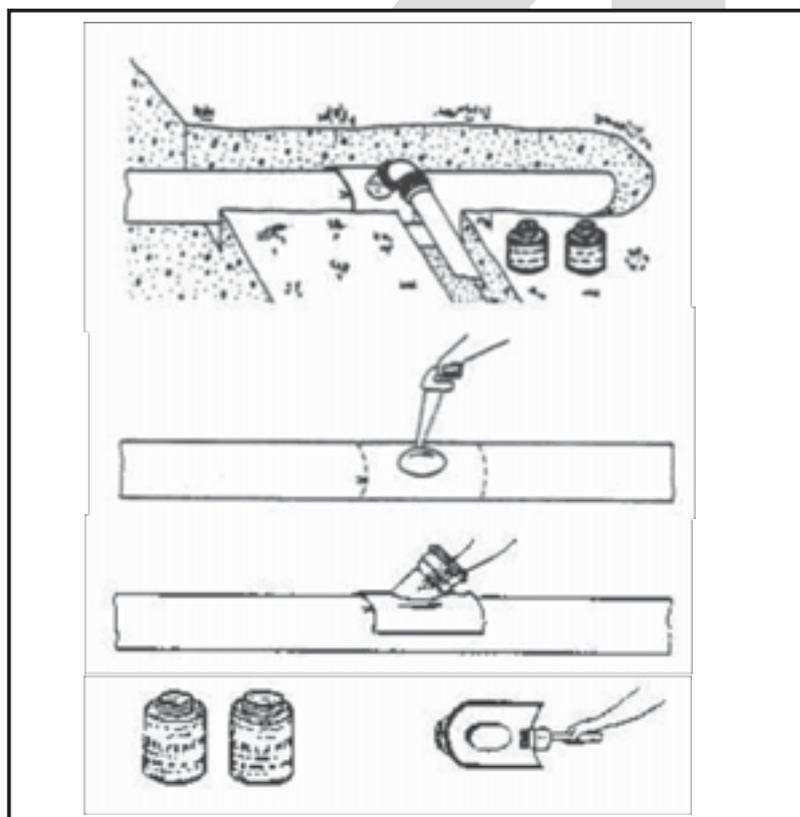


Рисунок 33

Использование разводки из ПВХ

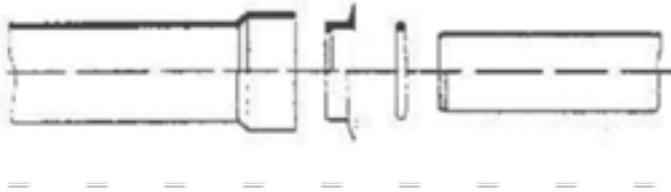
- выполните временную установку при помощи трубы, разводки или при помощи других фитингов, для того чтобы найти правильное положение для седелки;
- демонтируйте соединительные фитинги;
- наметьте на трубе положение соединительной седелки;
- сделайте отверстие и от него сделайте отверстие, несколько превышающее размер намеченного контура;
- осторожно снимите заусеницы с краев при помощи тонкого напильника;
- почистите обезжиривающим раствором;
- отметьте карандашом две точки на трубе;
- приклейте внутреннюю часть соединительной седелки и расположите ее согласно маркировке (после приклеивания не должно пройти более 1 минуты);
- удалите излишнее клеящее вещество;
- установите колено и трубу по истечении не менее 10 минут;
- для обеспечения безупречной герметичности, укрепите при помощи шнура, сразу же после установки соединительной седелки.

**Соединение с другими материалами**

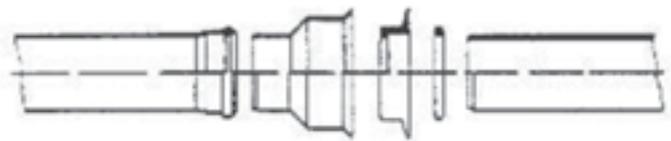
Соединение с чугунными трубопроводами. Если на конце чугунного трубопровода есть раструб, используются соответствующие двойные уплотнительные прокладки (тип «mengering»), согласно схеме, представленной на рисунке 34.

Если на конце чугунного трубопровода отсутствует раструб, применяется двойная уплотнительная прокладка (тип «mengering»), а также переходный патрубок (согласно схеме, представленной на рисунке 35).

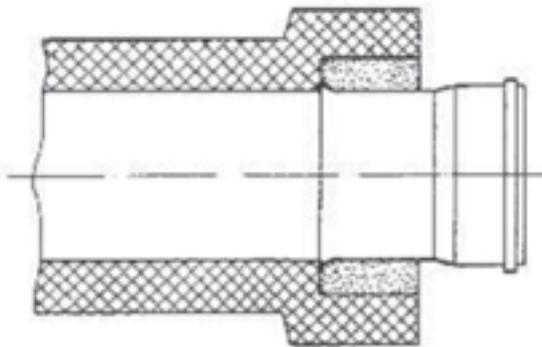
Для соединения с трубопроводами из керамики или других материалов используется специальный фитинг, схожий с тем, что показан на рисунке 36. Свободное место между раструбом и специальной конической деталью заполняется клеящим веществом на основе полиэфирной смолы или другими холодными материалами.



**Рисунок 34**  
Соединение с чугунным трубопроводом



**Рисунок 35**  
Соединение с чугунным трубопроводом и переходным патрубком



**Рисунок 36**  
Соединение с керамическими трубопроводами или трубопроводами из других материалов

## 9. ПРИЕМКА

### Общая информация

С функциональной точки зрения, во время процедуры приемки проверяется следующее:

- 1) диаметральная деформация;
- 2) безупречная гидравлическая герметичность трубопровода, в соответствии с нормами, предусмотренными законом.

Вышеперечисленные испытания должны быть своевременно запланированы и должны проводиться одновременно с работами по установке канализации, под руководством Службы управления работами.

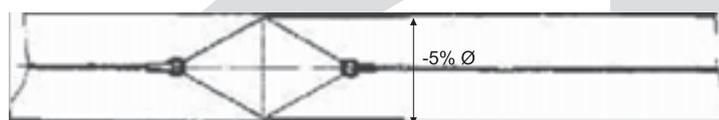
### Диаметральная деформация

Диаметральная деформация не должна превышать параметры, представленные в таблице 11. Данные параметры соответствуют стандарту ISO/DTR 7073.

**Таблица 11**  
**Диаметральная деформация**

Тип SR EN 1401-2	Диаметральная деформация $\Delta D/D$	
	спустя 1 ÷ 3 месяца	спустя 2 года
SN4	5 % средняя величина 8 % максимальная величина	10 % максимальная величина
SN2	5 % максимальная величина	8 % максимальная величина

проверки могут проводиться при помощи механических инструментов (сфера или двойной конус, смотри рисунок 37) или при помощи оптических инструментов (телекамеры). Процедура приемки не распространяется, в целом по причинам сложности проведения, на части трубопровода, состоящие из специальных деталей.



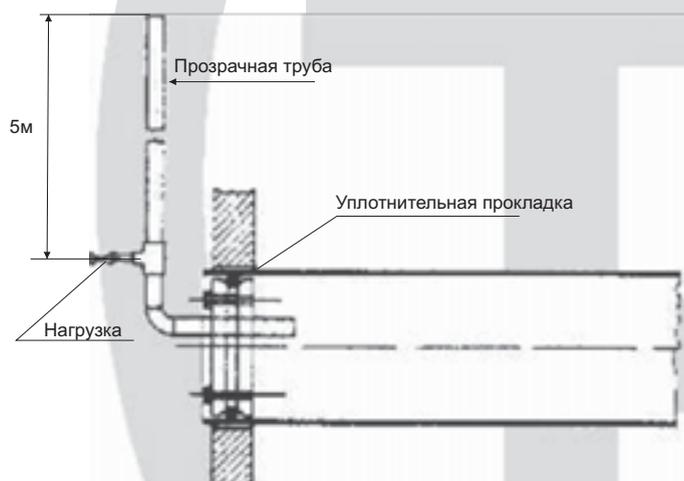
**Рисунок 37 – Аппарат для проверки диаметральных деформаций**

В случае выявления параметров деформации, превышающих вышеуказанные параметры, рекомендуется изучить причину. Это может объясняться местной сверхнагрузкой или неровной установкой, по причине различной устойчивости мест установки.

В нижеуказанных случаях, для того чтобы доказать, что со временем установка не пришла в негодность, данная деформация, измеренная через два года после установки, не должна превышать в 1,25 раза максимально допустимые параметры деформации, указанные выше.

### Гидравлическая герметичность

Трубопровод должен быть закрыт с обоих концов, при помощи пробок с повышенной герметичностью, а также на каждом конце должен быть установлен фитинг с вертикальной трубой, для того чтобы создать условия для генерации желаемого гидростатического давления (рисунок 38).



**Рисунок 38**  
**Пример закрытия для испытания гидравлической герметичности**

Трубопровод следует осторожно прикреплять при помощи анкерных болтов, во избежание любого его движения, вызванного гидростатическим давлением.

Заполнение должно выполняться осторожно, таким образом, чтобы способствовать выходу воздуха наружу, при этом следует следить за тем, чтобы не образовывались воздушные подушки.

Давление менее 0,3 м водного столба (измеренное в самой высокой точке трубы) применяется для самой большей части канализации, а максимальное давление до 0,75 м водного столба применяется для самой низкой концевой части. В случае канализаций с большим уклоном, возможно, понадобится провести испытания по частям, для того чтобы избежать создания избыточного давления.

Систему следует заполнить водой и оставить на не менее один час, после чего можно приступить к измерениям. Утечка воды, по прошествии определенного времени, восполняется путем добавления воды, через регулярные интервалы времени, при помощи измерительного стакана, проверяя необходимое количество для поддержания исходного уровня. Утечка воды не должна составлять более 3л/км на каждые 25 мм внутреннего диаметра, для 3 бар с интервалом в 24 часа.

- **Пример:**
- трасса (расстояние между двумя колодцами): 40 м;
- внутренний диаметр трубы: 299,6 мм;
- давление при аттестации (приемке): 0,5 бар;
- продолжительность испытания: 1 час;
- допустимое потребление воды:

$$3\text{л} \cdot \frac{40\text{ м}}{1000\text{ м}} \cdot \frac{299,6\text{ мм}}{25\text{ мм}} \cdot \frac{0,5\text{ бар}}{3\text{ бар}} \cdot \frac{1\text{ час}}{24\text{ часа}} \sim 0,01\text{литров}$$

Практически, трубопровод считается принятым, когда после первого заполнения для дополнения регулирования, не наблюдается последующего изменения уровня.

#### Испытание на герметичность для колодцев

В этом случае испытание на герметичность заключается в заполнении колодца водой и проверки уровня воды в течение не менее 45 минут. Изменение уровня не должно превышать 5%.

## 10. ХАРАКТЕРИСТИКИ. ТАБЛИЦЫ

Химическая стойкость труб и фитингов из жесткого ПВХ (непластичного) \*

Стойкость труб и фитингов из жесткого ПВХ к воздействию определенных химических соединений указывается в таблице 12.

Предоставленная информация представляет собой результаты испытаний или практических опытов. Все-таки следует использовать с осторожностью, поскольку реакция ПВХ может отличаться в зависимости от условий эксплуатации труб и фитингов. Поэтому для особых случаев, было бы хорошо запросить у производителя дополнительную информацию.

Если Вы сомневаетесь, рекомендуется вставить толщину труб и фитингов в существующие установки и проверить их реакцию в реальных условиях эксплуатации, были приняты следующие символы:

- S = без коррозии, свойства не ухудшаются;
- L = ограниченная коррозия, свойства частично ухудшаются;
- NS = коррозия, свойства существенно ухудшаются, ухудшаясь со временем еще больше;
- насыщ. р-р = водный раствор, насыщенный при 20°C;
- разб. р-р = водный раствор, разбавленный, в концентрации 10%, но не насыщенный;
- рабочая концентрация = стандартная рабочая концентрация водного раствора, для промышленного использования.

\* Нижеследующие таблицы являются выпиской из норм UNI ISO/TR 7473, на которые делаются ссылки в тексте.

**ТАБЛИЦА 12**  
**Химическая стойкость жесткого (непластичного) ПВХ,**  
**неподверженного механическим нагрузкам,**  
**воздействию различных жидкостей, при температуре 20°C и 60°C**

Реактив или продукт	Концентрация	Температура	
		20°C	60°C
Амилацетат (ацетат пентила)	100%	NS	NS
Ацетат свинца	разб. р-р	S	S
Ацетат свинца	насыщ. р-р	S	S
Этилацетат	100%	NS	NS
Ацетон	100%	NS	NS
Уксусная кислота	ледяная	NS	NS
Уксусная кислота	25 %	S	L
Уксусная кислота	60%	S	L
Адипиновая кислота	насыщ. р-р	S	L
Антракино-серная кислота	р-р	S	L
Мышьяковая кислота	разб. р-р	S	-
Мышьяковая кислота	насыщ. р-р	S	L
Бензойная кислота	насыщ. р-р	L	NS
Борная кислота	разб. р-р	S	L
Бромидная кислота	10%	S	L
Бромная кислота	10%	S	-
Масляная кислота	20%	S	L
Масляная кислота	985	NS	NS
Лимонная кислота	насыщ. р-р	S	S
Соляная кислота	20%	S	L
Соляная кислота	>30%	S	S
Хлорсерная кислота	100%	L	NS
Хромовая кислота	1 аl 50%	S	L
Дигликолевая кислота	18%	S	L
Плавиковая кислота	40%	L	NS
Гликолевая кислота	30%	S	S
Молочная кислота	10%	S	L
Молочная кислота	10 - 90%	L	NS
Малеиновая кислота	насыщ. р-р	S	L
Монохлоруксусная кислота	р-р	S	L
Никотиновая кислота	сопс. lav	S	S
Азотная кислота	до 45%	S	L
Азотная кислота	50 на 98%	S	L
Олеиновая кислота	100%	S	S
Щавелевая кислота	разб. р-р	S	L
Хлорная кислота	10%	S	L
Хлорная кислота	70%	L	NS
Пикриновая кислота	насыщ. р-р	S	S
Серная кислота	40 на 90%	S	L
Серная кислота	96%	L	NS
Сернистая кислота	р-р	S	S
Дубильная кислота	р-р	S	S
Винная кислота	р-р	S	S
Щавелевая кислота	насыщ. р-р	S	S
Метилбензойные кислоты	насыщ. р-р	NS	NS
Спирт (смотри спирт)			
Аллиловый спирт	90%	L	NS
Амиловый спирт (1 пентанол)	100%	S	L
Бутиловый спирт		S	L
Этиловый спирт	95%	S	L
Метиловый спирт	100%	S	L

Реактив или продукт	Концентрация	Температура	
		20 °C	60 °C
Уксусный альдегид	40%	NS	-
Уксусный альдегид	100%	NS	-
Кротоновый альдегид	100%	NS	NS
Аммиак (сухой газ)	100%	S	S
Аммиак (сжиженный газ)	100%	L	NS
Аммиак (раствор)	разб. р-р	S	L
Двуокись углерода	100	S	S
Двуокись углерода	насыщ. р-р	S	L
Двуокись углерода		S	S
Сернистый газ (жидкий)	100%	L	NS
Сернистый газ (сухой)	100%	S	S
Ангидрид уксусной кислоты	100%	NS	NS
Анилин	100%	NS	NS
Анилин	насыщ. р-р	NS	NS
Хлорная вода	насыщ. р-р	L	NS
Морская вода		S	L
Вода, насыщенная кислородом	30%	S	S
Бензол	100%	NS	NS
Бензин	80/20	NS	NS
Бензоат натрия	35%	S	L
Пиво		S	S
Калия бихромат	40	S	S
Натрия бихромат		S	S
Бура		S	L
Бром (жидкий)	100%	NS	NS
Бромистый калий		S	S
Бутадиен	100%	S	S
Бутилацетат	100%	NS	NS
Цианистый калий	р-р	S	S
Циклогексан	100%	NS	NS
Циклогексанол	100%	NS	NS
Сухой хлор (газ)	100%	L	NS
Хлорат натрия	насыщ. р-р	S	S
Хлорид алюминия	насыщ. р-р	S	S
Хлорид аммония	насыщ. р-р	S	S
Хлорид сурьмы (III)	90%	S	S
Хлорид кальция	насыщ. р-р	S	S
Хлорид меди (II)	насыщ. р-р	S	S
Хлорид железа (III)	насыщ. р-р	S	S
Хлорид магния	насыщ. р-р	S	S
Метиленхлорид	100%	NS	NS
Хлорид калия	насыщ. р-р	S	S
Хлорид натрия	насыщ. р-р	S	S
Хлорид олова (III)	насыщ. р-р	S	S
Хлорид цинка	насыщ. р-р	S	S
Хромат калия	40%	S	S
Декстрин	насыщ. р-р	S	L
Дихлорэтан	100%	NS	NS
Диметиламин	30%	S	-
Дрожжи	р-р	S	L
Этиловый эфир	100%	NS	L
Метиловый эфир		-	NS
Этилакрилат	100%	NS	NS
Этиленгликоль		S	S
Фенилгидразин	100%	NS	NS
Фенилгидразин	97%	NS	NS
Фенол	90%	NS	NS
Бутилфенол	100%	NS	NS
Феррицианид калия	насыщ. р	S	S
Феррицианид натрия	насыщ. р	S	S
Феррицианид калия	насыщ. р	S	S
Феррицианид натрия	насыщ. р	S	S
Фторид аммония	20%	S	L
Фторид меди (II)	2%	S	S
Глицерин	100%	S	S
Глюкоза	насыщ. р-р	S	L

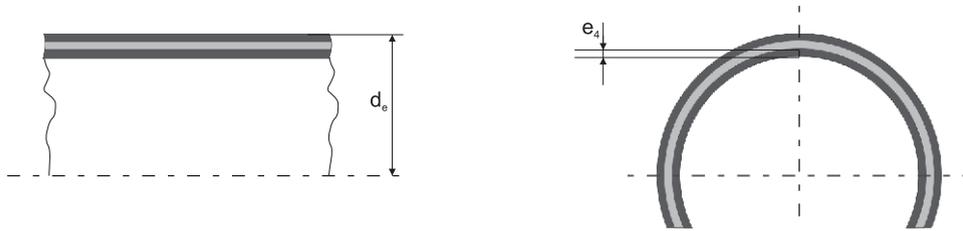
Реактив или продукт	Концентрация	Температура	
		20 °C	60 °C
Гексадеканол	100%	S	S
Анилин гидрохлорид	насыщ. р-р	NS	NS
Водород	100%	S	S
Сероводород	100%	S	S
Гидроксид калия	р-р	S	S
Гидроксид натрия	р-р	S	S
Гипохлорит натрия при 13% хлора	100%	S	L
Молоко		S	S
Меласса	conc. lav.	S	L
Метакрилат	100%	NS	NS
Метанол (смотри метиловый спирт)			
Нитрат аммония	насыщ. р-р	S	S
Нитрат кальция	50%	S	S
Нитрат калия	насыщ. р-р	S	S
Нитрид серебра	насыщ. р-р	S	L
Олеум	10% SO <sub>3</sub>	NS	NS
Уксус		S	S
Кислород	100%	S	S
Озон	100%	NS	NS
Перманганат калия	20%	S	S
Перекись водорода			
Персульфат калия	насыщ. р-р	S	L
Пиридин	до 100%	NS	-
Газ пропан сжиженный	100%	S	-
Проявитель для фотографий	conc. lav.	S	S
Мыло	р-р	S	L
Каустическая сода (смотри гидроксид натрия)	-	-	-
Сульфат алюминия	насыщ. р-р	S	S
Сульфат аммония	насыщ. р-р	S	S
Сульфат меди (II)	насыщ. р-р	S	S
Сульфат магния	насыщ. р-р	S	S
Сульфат никеля	насыщ. р-р	S	S
Двойной сульфат алюминия и калия	насыщ. р-р	S	S
Сульфит натрия	насыщ. р-р	S	L
Сероуглерод	100%	NS	NS
Тетрахлоруглерод	100%	NS	NS
Тетраэтилсвинец	100%	S	-
Толуол	100%	NS	NS
Трихлорэтилен	100%	NS	NS
Триметил пропан	до 10%	S	L
Масла и смазки		S	S
Мочевина	10%	S	L
Моча		S	L
Вино		S	S
Винилацетат	100%	NS	NS
Ксилол	100%	NS	NS
Сахар	насыщ. р-р	S	S

Параметры труб из ПВХ непластичного соответствуют норме UNI EN 1401 для SN 2 SDR 51 (серия S 25 после примечания ISO 4065), SN 4 SDR 41 (серия S 20 после примечания ISO 4065)

D [мм]	Sn2	Sn4	Sn8
	Толщина [мм]	Толщина [мм]	Толщина [мм]
110	2,2	3,2	-
125	2,5	3,2	3,7
160	3,2	4,0	4,7
200	3,9	4,9	5,9
250	4,9	6,2	7,3
315	6,2	7,7	9,2
400	7,9	9,8	11,7
500	9,8	12,3	14,6

Параметры труб из ПВХ многослойного, согласно EN 13476-1

D [мм]	Минимальная толщина [мм]	Минимальная толщина внутреннего слоя $e_1$ , мин.
160	4,0	0,5
200	4,9	0,6
250	6,2	0,7
315	7,7	0,8
400	9,8	1,0
500	12,3	1,5



Примечание: Нормы относительно укладки и проверки были указаны исключительно в целях информирования. Для получения достоверной информации, просим Вас ознакомиться с действующими национальными нормами.

**Water** KIT 

**Gas** KIT 

**Easy** KIT 

**Drain** KIT 

**Pex** KIT 

**ALpex** KIT 

**Random** KIT 

**Metal** KIT 

**Sani** KIT 

**Solair** KIT 

**Stock** KIT 

**Tank** KIT 

**Spring** KIT 

**Pluvi** KIT 