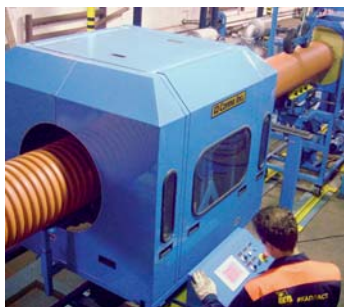
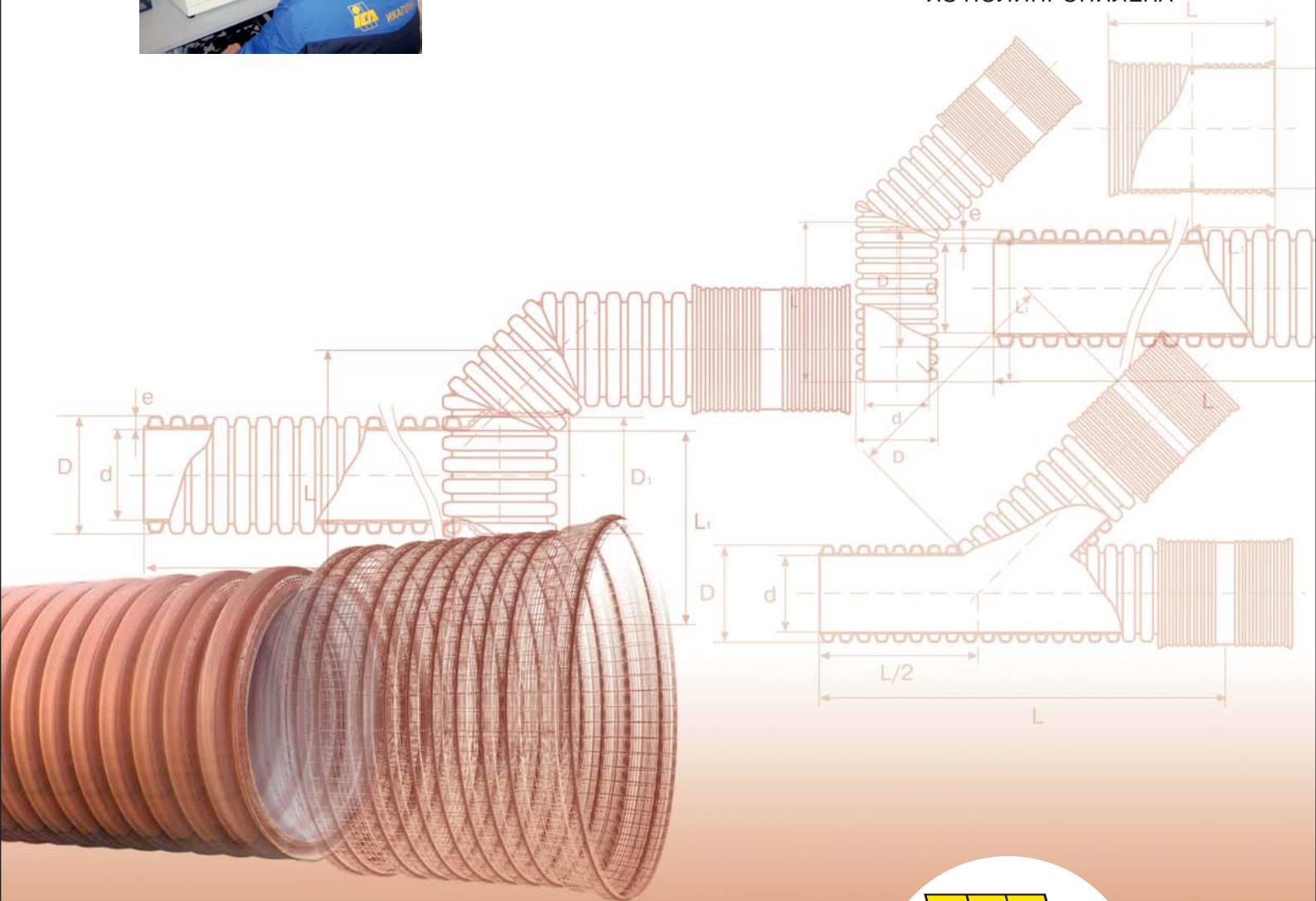


2010



ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ

СОДЕРЖИТ КАТАЛОГ
«ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ
ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА»



ПЕТЕРБУРГСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД

ИКАПЛАСТ



Настоящая инструкция содержит указания и рекомендации по проектированию и монтажу наружных сетей системы водоотведения из полипропиленовых (ПП) гофрированных труб с двухслойной стенкой. Приведены рекомендации по гидравлическому расчету, прокладке и монтажу трубопроводов, транспортировке, складированию и хранению труб.

Выполнение рекомендаций данной инструкции и СП 40-102-2000 обеспечит соблюдение обязательных требований к наружным сетям системы водоотведения, установленных действующими нормативными актами, в том числе СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Инструкция предназначена для проектных, научных, строительных и эксплуатационных организаций, специализирующихся на наружных сетях систем водоснабжения и водоотведения.

Составили и подготовили:

© О.А. Продоус, С.М. Голованов, Б.Н. Ефимов, Е. Ю. Канаев,
Е.Б. Гараева, О.В. Смирнова, В.Л. Логутов

Научный редактор:

доктор технических наук, профессор
О.А. Продоус

ИКАПЛАСТ, Санкт-Петербург, 2010

Иллюстрации и дизайн - Никитина Т.Е.

Содержание

О компании ИКАПЛАСТ	4
---------------------------	---

Раздел 1. Общая техническая информация

Сортамент ПП гофрированных труб для системы водоотведения	5
Сортамент соединительных деталей	7
Способы соединения труб	8
Резка труб	9
Соединение с трубами из других материалов	9

Раздел 2. Проектирование трубопроводов наружных сетей водоотведения

Физико-механические свойства полипропилена	10
Гидравлический расчет сетей из ПП гофрированных труб	10
Значения минимально допустимых уклонов в зависимости от диаметра трубопровода	12
Рекомендуемые наполнения в трубопроводах систем водоотведения	13
Определение скорости потока сточных вод	13
Порядок выполнения гидравлических расчетов безнапорных трубопроводов	14
Стойкость к гидроабразивному износу	16
Химическая стойкость	17
Способ прокладки, глубина заложения трубопроводов из ПП гофрированных труб и их расположение относительно других коммуникаций	17
Проход ПП гофрированных труб через стенки бетонных колодцев	17
Прокладка труб на опорах	18
Радиус изгиба ПП гофрированных труб	18
Воздействие внешних нагрузок на трубопровод из ПП гофрированных труб	19
Рекомендуемые классы жесткости труб при известной нагрузке на грунт. Допустимая глубина заложения труб	22

Раздел 3.

Транспортирование, хранение и входной контроль

Транспортирование и хранение	23
Входной контроль труб и соединительных деталей	25

Раздел 4.

Прокладка и монтаж трубопроводов из ПП гофрированных труб

Земляные работы	26
Профиль траншеи	26
Дно траншеи	27
Основание для трубопровода	27
Обеспечение проектного уклона	28
Обсыпка трубопровода	28
Уплотнение грунта	29
Окончательная засыпка траншеи	30
Изгиб ПП гофрированных труб при монтаже	30
Перемещение и работа с трубами на строительной площадке	30
Рекомендации по прокладке трубопровода в водонасыщенных грунтах	31
Рекомендации по прокладке трубопроводов на небольшой глубине	31
Рекомендации по прокладке трубопровода с учетом значительного перепада температур в период проведения работ	31

Раздел 5.

Испытания трубопроводов системы водоотведения из ПП гофрированных труб

Проведение испытаний	32
----------------------------	----

Приложения

Приложение А	
Каталог продукции	
Трубы и фитинги из ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ для систем водоотведения	34
Приложение Б	
Химическая стойкость ПП гофрированных труб	43
Приложение В	
Таблицы для гидравлического расчета самотечных трубопроводов	53
Приложение Г	
Свойства ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ с двухслойной стенкой	62

О компании ИКАПЛАСТ



ИКАПЛАСТ – это современное производство полимерных труб и фитингов для систем водоснабжения, водоотведения, газоснабжения и технологических трубопроводов.

В своей работе ИКАПЛАСТ опирается на современные технологии, высокое качество используемого сырья и активное развитие производства. С 2006 года предприятие проходит регулярный внешний аудит на соответствие системы менеджмента качества стандарту ISO 9001 и имеет соответствующий сертификат.

Трубы и фитинги изготавливаются на новейшем западноевропейском и североамериканском оборудовании. В работе используются опыт, наработанный компанией в производстве полимерных труб, инновационные решения, высокая квалификация технического и производственного персонала. ИКАПЛАСТ располагает современной испытательной лабораторией. На всех этапах производства ведется строгий контроль технологического процесса и выходных параметров готовых изделий.

Продукция ИКАПЛАСТ отвечает всем требованиям предъявляемым к трубам для систем водоснабжения, напорного и безнапорного водоотведения и газоснабжения.

В 2008 году продукция ИКАПЛАСТ «Двухслойные гофрированные трубы из полипропилена» признана победителем Конкурса по качеству «Сделано в Санкт-Петербурге».

Раздел 1.

Общая техническая информация

Преимущества ПП гофрированных труб с двухслойной стенкой перед трубами из других материалов:

- высокая кольцевая жесткость (не менее 8 кН/м^2 , класс жесткости SN 8)
- допустимость температуры сточных вод до 100°C ;
- коррозионная стойкость;
- высокая химическая стойкость;
- устойчивость к воздействию блуждающих токов (не электропроводны);
- высокая стойкость к гидроабразивному износу;
- высокая пропускная способность;
- низкая шероховатость и практическое отсутствие зарастания труб;
- возможность соединения со всеми типами ж/б и пластиковых колодцев;
- технологичность резки труб;
- малый вес труб (легкость транспортирования, простой и быстрый монтаж);
- высокая ремонтпригодность;
- герметичность соединений;
- срок службы не менее 50 лет.



Сортамент ПП гофрированных труб для систем водоотведения

Полипропиленовые гофрированные трубы с раструбом для систем водоотведения выпускаются по ТУ 2248-004-50049230-2006 методом непрерывной шнековой экструзии с формированием гофра на наружной поверхности и сваркой гладкого внутреннего слоя трубы по местам впадин гофрированной поверхности. Наружный диаметр труб от 160 до 630 мм, минимальная кольцевая жесткость 8 кН/м^2 (что соответствует классу жесткости SN 8)¹.

¹ Наиболее полным документом, регламентирующим требования к полимерным трубам для систем водоотведения, является европейский стандарт EN 13476. Для удобства проектирования в Европе принято разделение безнапорных полимерных труб на эксплуатационные классы SN 4, SN 8 и SN 16 по параметру кольцевой жесткости труб. Так, к классу SN 4 относятся трубы с кольцевой жесткостью не менее 4 кН/м^2 , а к классу SN 8 – трубы с кольцевой жесткостью не менее 8 кН/м^2 . ПП гофрированные трубы производятся с кольцевой (периметрической) жесткостью не менее 8 кН/м^2 , что полностью соответствует классу SN 8.

Данные о соответствии нагрузки на поверхность грунта в месте заложения трубопровода требуемому классу жесткости по SN и сама методика расчета воздействия на трубопровод внешних нагрузок приведены в Разделе 2 «Проектирование...».

Сортамент ПП гофрированных труб² по ТУ 2248-004-50049230-2006

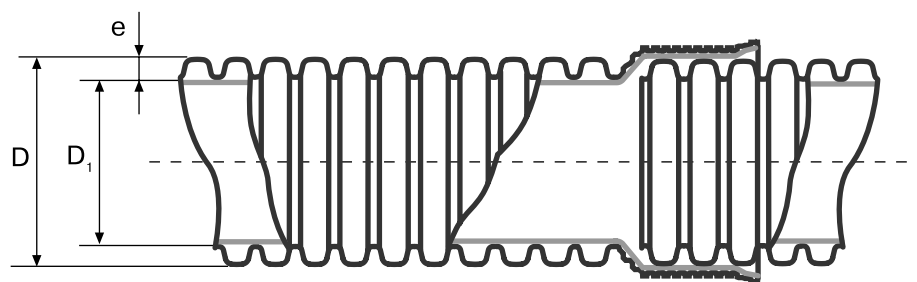


Рис. 1.1

Труба ИКАПЛАСТ исп. 1 (с постоянной высотой гофра)

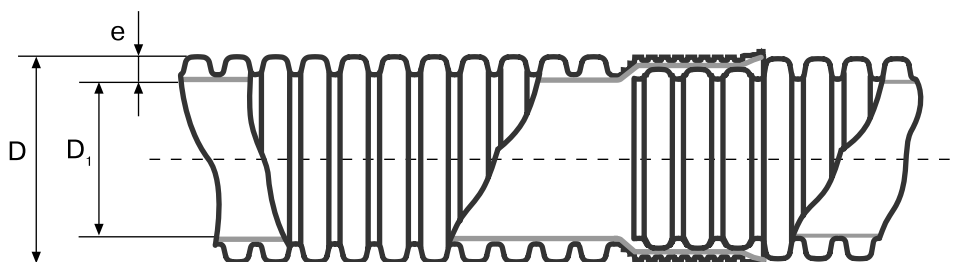


Рис. 1.2

Труба ИКАПЛАСТ исп. 2 (с уменьшенной высотой гофра в месте соединения с раструбом)

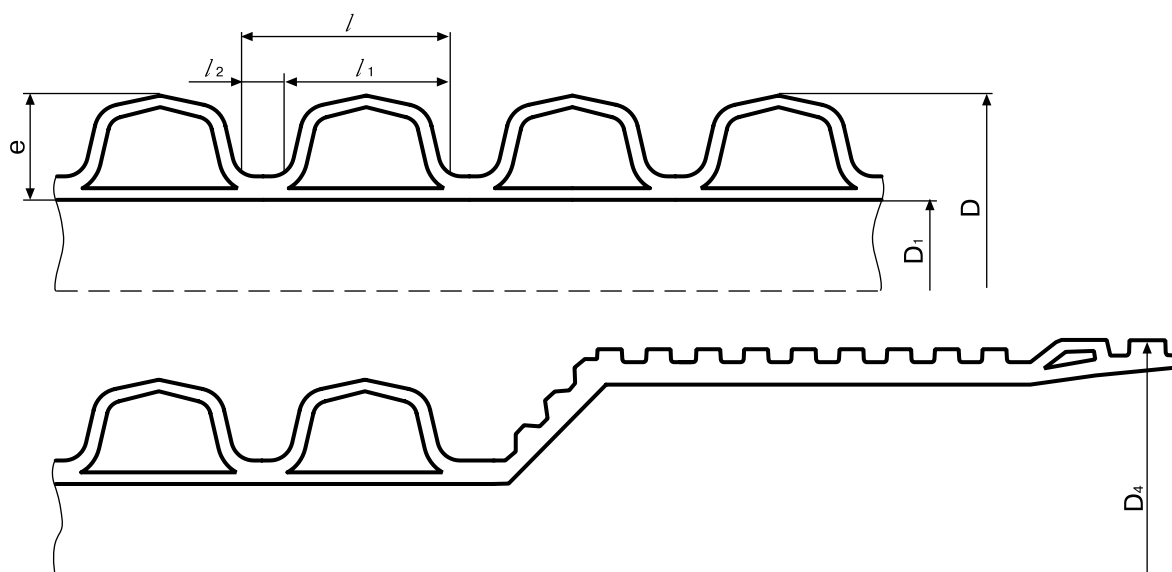


Таблица 1.1

В миллиметрах

D	D ₁	D ₄	l	l ₁	l ₂	e
160	139,4	172,0	20,2	14,1	6,1	10,4
200	173,5	218,1	25,6	17,9	7,7	13,3
225	195,7	244,1	25,1	18,5	6,6	14,6
250	217,4	266,4	25,8	20,0	5,8	16,3
315	274,8	334,0	40,2	28,6	11,6	20,1
400	348,1	424,5	50,0	36,0	14,0	26,4
500	431,6	525,9	50,1	37,9	12,2	34,2
630	542,0	630,0	66,4	34,1	14,4	44,0

² На момент публикации в Российской Федерации не существует государственный стандарт, регламентирующий требования к гофрированным трубам из полипропилена (полиэтилена) с двойной стенкой. В настоящей инструкции использованы ТУ 2248-004-50049230-2006, за основу которых при разработке взят Европейский стандарт EN 13476.

Таблица 1.2

Расчетная масса 1 м ПП гофрированной трубы

Наружный диаметр D, мм	Расчетная масса 1 м трубы, кг
160	1,26
200	1,55
225	2,29
250	2,68
315	4,64
400	6,79
500	9,21
630	14,3

Трубы могут изготавливаться без раструба в прямых отрезках длиной 6 м. Предельное отклонение длины от номинальной не более ± 1 %. По согласованию с Заказчиком могут быть изготовлены трубы другой длины.

Сортамент соединительных деталей ³

Полипропиленовые гофрированные трубы ИКАПЛАСТ комплектуются необходимым ассортиментом соединительных деталей:

- муфта соединительная с упором;
- муфта для прохода через стенку ж/б колодца;
- муфта ремонтная без упора;
- уплотнитель резиновый;
- отводы 7,5°; 15°; 30°; 45° и 90°;
- тройники 45° и 90°;
- переход на стандартное разъемное фланцевое соединение;
- переход на трубу ПВХ;
- переход на ж/б трубу;
- заглушка.

Стандартные соединительные детали изготавливаются методом литья под давлением, механической обработкой, сваркой встык. Специальные (индивидуальные) соединительные детали производятся по согласованию с Потребителем методом сварки встык и/или с помощью ручного экструдера.



Фото 1.1

Соединительные детали для ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ

³ Полный сортамент и геометрические параметры соединительных деталей приведены в Приложении А

Способы соединения труб

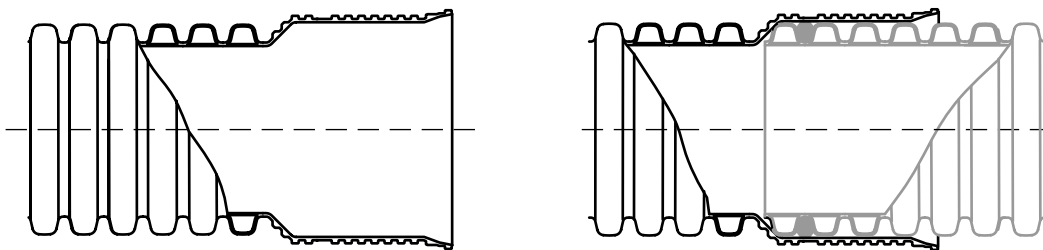


Рис. 1.3а

Соединение ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ, имеющих интегрированный раструб

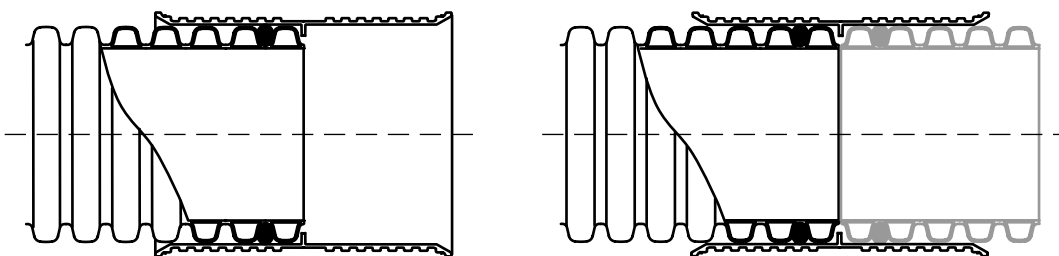


Рис. 1.3б

Соединение ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ при помощи соединительной муфты с упором

ПП гофрированные трубы ИКАПЛАСТ легко и быстро монтируются с помощью раструба или соединительной муфты.

Внутренний диаметр раструба (соединительной муфты) должен соответствовать наружному диаметру трубы с допусками, предусмотренными нормативной документацией.

Муфты имеют достаточную длину, которая позволяет вставить гофрированную трубу в муфту на глубину не менее трех шагов профиля с каждой стороны для обеспечения жесткости и соосности системы.

Любое горизонтальное или вертикальное отклонение ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ обеспечивается за счет изгиба тела трубы, а муфта гарантирует осевое соединение без нарушения соосности соединяемых труб.

Уплотнитель резиновый специальной конструкции устанавливается между ребрами, **причем уплотняющий профиль («язычок») должен быть направлен в сторону, противоположную направлению ввода трубы.**

Кроме обеспечения герметичности системы, подтвержденной лабораторными испытаниями, положение «язычка» резинового кольца гарантирует стойкость к просачиванию грунтовых вод внутрь трубы.

Устанавливая соединительную муфту на гофрированную трубу, необходимо внутреннюю поверхность муфты и наружную поверхность гофрированной трубы покрыть силиконовой смазкой⁴. Нельзя применять жир- и маслосодержащие смазки, т. к. это ведёт к разрушению резинового уплотнителя. Установка муфты производится с постоянным и одинаково распределенным усилием. Рекомендуется избегать применения любых ударных воздействий (отбойных молотков, кувалд и т.п.), которые могут привести к повреждению муфты и уплотнительного резинового кольца⁵.

Уплотнитель резиновый устанавливается в первом от торца углублении профиля гофрированной трубы.

⁴ Вместо силиконовой смазки допускается применение насыщенного водно-мыльного раствора (в случае монтажа при отрицательных температурах - смеси насыщенного водно-мыльного раствора, глицерина и спирта).

⁵ При отрицательных температурах окружающей среды эластичность резиновых уплотнительных колец снижается, что может затруднить монтаж вручную трубопроводов диаметром 250 мм и более. В случае монтажа раструбных соединений при низких температурах окружающей среды рекомендуется снять резиновые уплотнительные кольца и перед монтажом разогреть их в горячей воде (макс. 80 °С).

Резка труб

При необходимости ПП гофрированная труба может быть отрезана в размер при помощи пилы с мелкими зубьями. Разрез ведется перпендикулярно продольной оси трубы по впадине между двумя ребрами гофрированной трубы так, чтобы в результате иметь ровный край. Место резки рекомендуется зачистить и выровнять. Делать фаску на отрезанном конце труб не требуется. Остатки труб также могут быть соединены между собой при помощи муфт.



Рис. 1.4
Резка ПП гофрированных труб

Соединение с трубами из других материалов

Полипропиленовые гофрированные трубы ИКАПЛАСТ можно соединять с трубами любого типа⁶ с помощью специальных фитингов.



Рис. 1.5
Соединение ПП гофрированной трубы ИКАПЛАСТ с трубой из НПВХ



Рис. 1.6
Соединение ПП гофрированной трубы ИКАПЛАСТ с ж/б трубой



Рис. 1.7
Соединение ПП гофрированной трубы ИКАПЛАСТ с ж/б трубой



Рис. 1.8
Переход ПП гофрированной трубы ИКАПЛАСТ на разъемное фланцевое соединение

⁶ Полный сортамент и геометрические параметры соединительных деталей приведены в Приложении А.

Раздел 2. Проектирование трубопроводов наружных сетей водоотведения

Физико-механические свойства полипропилена

ПП гофрированные трубы ИКАПЛАСТ производятся из полипропилена блоксополимера (PP-B) со свойствами, указанными в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Свойства материала ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
Плотность	г/см ³	0,9 - 0,91
Показатель текучести расплава при 230 °С, при нагрузке 2,16 кг	г/10 мин	0,3 ÷ 0,5
Предел текучести при растяжении	МПа	24 - 32
Модуль упругости при растяжении	МПа	1300 - 1750
Относительное удлинение при разрыве	%	300 ÷ 700
Ударная вязкость по Шарпи с надрезом: при +23 °С при - 20 °С	кДж/м ² кДж/м ²	> 35 - 60 4 ÷ 7
Коэффициент линейного теплового расширения 10 ⁻⁴	1/°С	1,2 ÷ 1,4
Диапазон температур монтажа	°С	от -20 до +40
Диапазон температур эксплуатации	°С	до 60, кратковременно до 100

Приведены данные компаний: Ineos Polyolefins, BASELL, BOREALIS - производителей и поставщиков сырья, используемого для производства гофрированных ПП труб

Полипропилен, применяемый для производства гофрированных труб ИКАПЛАСТ, обладает долгосрочной стабильностью, обеспечивает превосходные показатели стойкости к кольцевому напряжению и ударному воздействию при низких температурах.

Гидравлический расчет сетей из ПП гофрированных труб

Гидравлические характеристики сетей водоотведения из ПП гофрированных труб определяются их наибольшей пропускной способностью при заданном уклоне и площади живого сечения потока.

Для проектирования сетей водоотведения принимается безнапорный режим движения жидкости с частичным (0,5 - 0,8) наполнением труб. Следует иметь в виду, что в сетях, предназначенных для транспортировки дождевых вод, расчетные расходы наблюдаются не чаще одного раза в несколько лет. Следовательно, водоотводящие сети работают в безнапорном режиме при частичном заполнении. Этот режим обладает рядом отличительных особенностей перед напорным.

В сетях водоотведения необходимо обеспечивать некоторый резерв живого сечения трубопровода. Через свободную от воды верхнюю часть сечения трубы осуществляется вентиляция разветвленной водоотводящей сети. При этом из трубопровода непрерывно удаляются образующиеся в воде газы, которые осложняют эксплуатацию сетей водоотведения.

В сточных водах также содержатся нерастворимые примеси органического и минерального происхождения. Первые имеют небольшую плотность и хорошо транспортируются потоком воды. Вторые (песок, шлаки и др.) имеют значительную плотность и транспортируются лишь при определенных скоростях движения жидкости. Поэтому важнейшим условием проектирования сетей водоотведения является обеспечение

в трубопроводах при расчетных расходах необходимых скоростей движения жидкости, исключающих образование плотных несмываемых отложений.

Для проведения гидравлических расчетов ПП гофрированных труб с двухслойной стенкой используются формулы для гидравлического расчета, номограммы и таблицы⁷ в соответствии с требованиями СП 40-107-2003 и СНиП 2.04.03-85. Таблицы для гидравлических расчетов так же приведены в Приложении В.

Гидравлический расчет самотечных трубопроводов заключается в определении их диаметра, уклона, наполнения и скорости. Обычно **исходным для проведения расчета является расход, который определяется в первую очередь.**

Известно, что максимальный расход воды в трубах наблюдается при наполнении $h/d=0,95$, поэтому наполнение больше этого значения принимать нецелесообразно. Расчетные наполнения рекомендуется принимать даже меньше этого значения по следующим причинам. Во-первых, при определении расчетных расходов не учитывается колебание значений в пределах часа суток, когда может наблюдаться максимальный расход. А это колебание может быть и в меньшую, и в большую сторону. Во-вторых, вследствие неравномерности движения воды наполнение отдельных участков трубопровода может быть больше расчетного. В целях исключения подтопления при расчетных условиях наполнение в трубопроводах бытовой водоотводящей сети рекомендуется принимать не более 0,8.

В трубопроводах ливневой канализации и водостоках полных раздельных систем водоотведения, а также в общесплавных трубопроводах при расчетных условиях наполнение рекомендуется принимать равным 1, т.е. полным. Это объясняется тем, что расчетные условия в этих трубопроводах наблюдаются весьма редко. Таким образом, значительную часть времени эти трубопроводы будут работать при частичном наполнении.

Расход сточных вод в водоотводящих сетях изменяется в широких пределах от определенного минимального до известного максимального, который принимается за расчетный. Обеспечивать возможность транспортирования всех примесей потоком во всем диапазоне расходов, в том числе и при минимальном, не представляется возможным, так как это потребовало бы прокладки трубопроводов с большими уклонами, а это привело бы к их значительным заглублениям. В настоящее время расчет трубопроводов производится при условии поддержания труб в незагрязненном состоянии при максимальном расчетном расходе. Таким образом, при минимальных расходах в трубопроводах допускаются отложения, но при достижении расчетного расхода трубопроводы должны самоочищаться. Здесь вводится понятие скорости самоочищения - минимальной скорости, которая должна обеспечиваться в водоотводящих сетях при расчетном расходе.

Расчет трубопроводов по формулам чрезвычайно сложен. Методы решения различных задач по расчету трубопроводов изложены в специальной литературе.

При проектировании водоотводящих сетей требуется выполнять расчеты большого числа отдельных участков трубопроводов с различными условиями проектирования. Их расчет производится с применением тех или иных упрощающих приемов, при которых используются разработанные таблицы (см. Раздел 6, Приложение В), графики, диаграммы и т.д.

На рис. 2.1 приведены кривые изменения скоростей V и расхода q в трубах круглого сечения в зависимости от степени их наполнения. По оси ординат отложены степени наполнения h/d , а по оси абсцисс – соответствующие этим наполнениям скорости V и расходы q , выраженные в долях от скорости и расхода при полном наполнении.

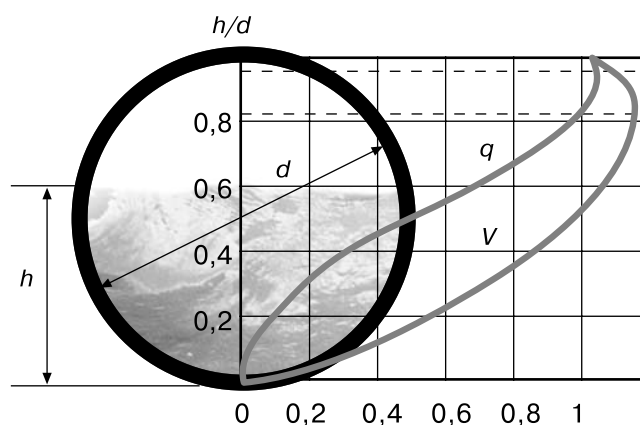


Рис. 2.1

Зависимость расхода q и скорости V от степени наполнения трубопровода h/d

⁷ Добромослов А.Я. Таблицы для гидравлических расчетов безнапорных трубопроводов из полимерных материалов, Т.2, М., 2004

Диаметр самотечного трубопровода, помимо таблиц, может быть определен по номограмме в зависимости от скорости течения жидкости, уклона трубопровода и величины расчетного расхода стоков (рис. 2.2).

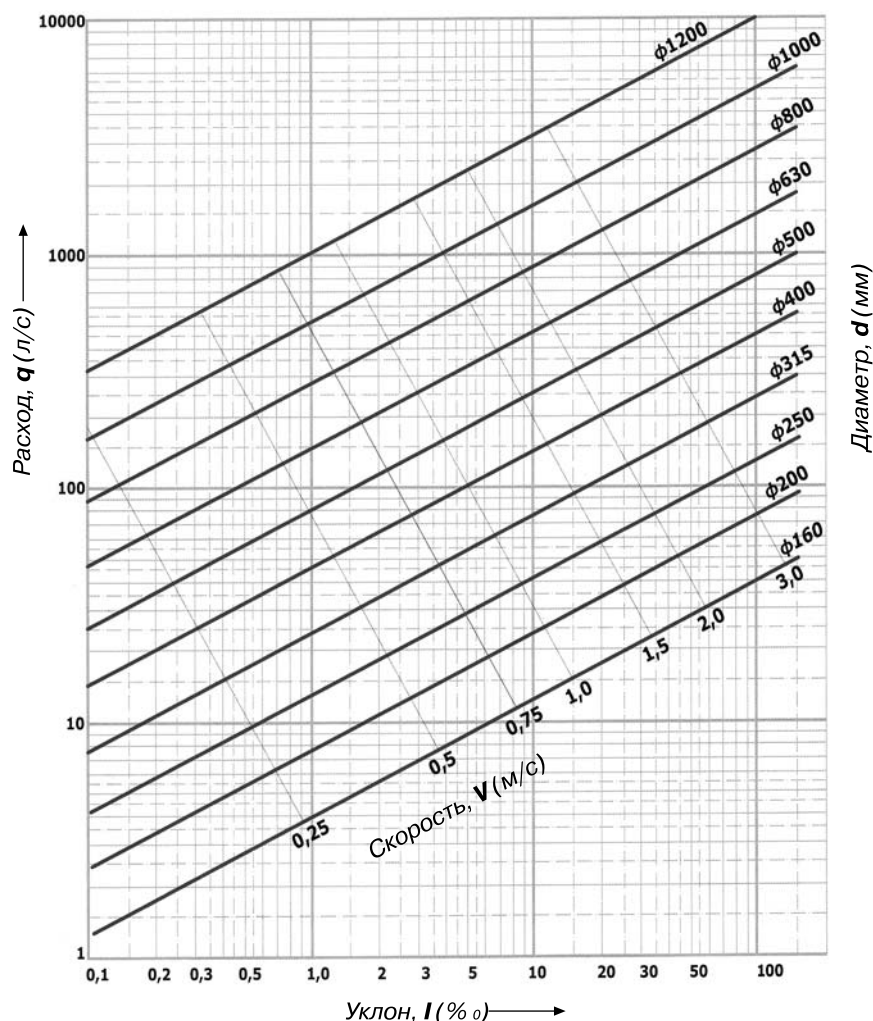


Рис. 2.2

Номограмма для определения диаметра самотечного трубопровода

Значения минимально допустимых уклонов в зависимости от диаметра трубопровода

Минимально допустимые диаметры и уклоны, обеспечивающие в трубах из пластмассы самоочищающие скорости, необходимо подбирать, исходя из опыта эксплуатации водоотводящих сетей. Минимальный диаметр бытовой городской водоотводящей сети рекомендуется принимать равным 200 мм, внутриквартальной сети 160 мм. Минимальный диаметр дождевой и редко используемой общесплавной системы водоотведения уличной сети следует принимать 250 мм, внутриквартальной сети 200 мм.

Минимальный уклон трубопроводов водоотведения должен обеспечивать самоочищающую скорость потока в отношении расчетной частицы песка шарообразной формы размером 500 мкм и плотностью $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$. Принятые на основании опыта эксплуатации значения минимальных уклонов, соответствующих различным минимальным диаметрам, представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Значения минимально допустимых уклонов в зависимости от диаметра для внутриквартальных сетей

Номинальный наружный диаметр d , мм	160 – 200
Значение минимального уклона i	0,005 – 0,007

При диаметрах трубопроводов свыше 200 мм наименьший уклон определяют по формуле:

$$i_{\min} = \frac{a_i}{d}, \quad (2.1)$$

где

d - номинальный наружный диаметр трубопровода, мм;

a_i - коэффициент, принимаемый по рекомендациям МГСУ⁸, и равный 1 для труб из ПП диаметрами 225, 250, 315, 400 и 500 мм, для диаметра 630 мм - коэффициент 1,1.

Рекомендуемые наполнения в трубопроводах систем водоотведения

Частичное наполнение трубопроводов систем водоотведения обеспечивает удаление из них газов, а также пропуск неучтенных возможных дополнительных расходов сточных вод. Рекомендуемые наполнения в трубах различных диаметров представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Значения рекомендуемых наполнений в трубах для системы водоотведения

Номинальный наружный диаметр d , мм	160-315	400	500-630
Наполнение h/d	0,6	0,7	0,75

Для водостоков и сетей с низкоконтрированными промстоками рекомендуется более полное заполнение трубопроводов, так как максимальные расчетные расходы воды наблюдаются через значительные интервалы времени (таблица 2.4).

Таблица 2.4

Значения рекомендуемых наполнений для водостоков и низкоконтрированных промстоков

Номинальный наружный диаметр d , мм	160-250	315-500	630
Наполнение h/d	0,8	0,9	1

Определение скорости потока сточных вод

Значения скоростей принимают в зависимости от условий проекта. При минимальных уклонах, имеющих место в большинстве случаев на практике, принимают минимально допустимые скорости, при которых наблюдается удовлетворительная работа водоотводящих сетей. Эти минимально допустимые скорости зависят от транспортирующей способности потока и определяются условиями осаждения механических примесей на лотковой части трубы. Значения рекомендуемой самоочищающей скорости указаны в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Значения минимальной самоочищающей скорости потока

Номинальный наружный диаметр d , мм	160-250	315-400	500	630
$V_{\min}$, м/с	0,7	0,8	0,9	1

⁸ Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: МГСУ. М., 2006.

Порядок выполнения гидравлических расчетов безнапорных трубопроводов

Таблицы⁹ для гидравлического расчета безнапорных трубопроводов систем водоотведения рассчитаны по формулам (2.2) и (2.3):

$$i = (\lambda \cdot V^b) / (2 \cdot g \cdot 4 \cdot R), \quad (2.2)$$

$$\lambda = 0,2 \cdot (K_9 / 4 \cdot R)^\alpha, \quad (2.3)$$

где i - уклон трубопровода;

λ - коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода;

V - средняя скорость течения жидкости, м/с;

b - некоторое подобие течения ($b < 2$ - переходная область гидравлических сопротивлений,

$b \geq 2$ - квадратичная область);

g - ускорение свободного падения, м/с²;

R - гидравлический радиус потока, м; при полном наполнении круглоцилиндрической трубы $4 \cdot R = d_p$

(где d_p - расчетный диаметр трубы, м);

K_9 - коэффициент эквивалентной равномернозернистой шероховатости, мм

α - эмпирический показатель степени, зависящий от величины K_9 .

Порядок расчетов следующий

Из формулы (2.2) определяем значение $V_n^{b_n}$ при полном наполнении трубопровода:

$$V_n^{b_n} = \frac{i \cdot 2 \cdot g \cdot d_p}{\lambda} \quad (2.4)$$

Затем из формулы (2.5), задаваясь значением скорости V_n при полном наполнении трубопровода, определяем значение b_n и, далее, значение $V_n^{b_n}$. После этого сравниваем полученное значение $V_n^{b_n}$ со значением $V_n^{b_n}$, полученным из формулы (2.4).

$$b_n = 3 - \frac{\lg Re_{KB}}{\lg Re_\phi}, \quad (2.5)$$

где

$$Re_{KB} = \frac{500 \cdot 4 \cdot R_n}{K_9} \quad \text{- число Рейнольдса, соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений турбулентного течения жидкости;}$$

$$Re_\phi = \frac{V \cdot 4 \cdot R}{\nu} \quad \text{- фактическое число Рейнольдса;}$$

ν - коэффициент кинематической вязкости жидкости, м²/с.

Если они не совпадают, задаемся новым значением $V_n^{b_n}$, подставляем его в формулу (2.5) и повторяем расчеты. Эти расчеты выполняются до тех пор, пока оба значения $V_n^{b_n}$ (т.е. полученные из формул (2.4) и (2.5)) не совпадут. После того, как будут определены V_n и b_n , по формуле (2.6) рассчитываем значение скорости V_n при других наполнениях трубопровода.

$$\frac{V_n}{V_n} = \left(\frac{R_n}{R_n} \right)^{\frac{1+\alpha}{b}} \quad (2.6)$$

Значения R_n и R_n для расчета V_n берем из таблицы 2.6

⁹ Приложение В

значения R_h и R_n для расчета V_n

Наполнение h/d	$R, м$
0,1	0,00635
0,2	0,01206
0,3	0,01709
0,4	0,02142
0,5	0,025
0,6	0,02776
0,7	0,02962
0,8	0,03042
0,9	0,0298
1,0	0,25

При известных значениях скоростей V и площадей живого сечения потока ω рассчитывается расход жидкости q при различных наполнениях трубопровода h/d :

$$q = V \cdot \omega \quad (2.7)$$

Пример гидравлического расчета

Приведем условный пример гидравлического расчета ПП гофрированной трубы наружным диаметром 200 мм (расчетный диаметр $d_p = 173,5$ мм), проложенной с уклоном $i = 0,008$. Требуется определить скорости течения и расходы жидкости при ее наполнениях $h/d = 0,3 \div 1,0$.

Значение K_g пластмассовых труб в отечественной практике проектирования принято равным 0,02 мм ($\alpha = 0,258$).

Решение. Поскольку в исходных данных нет значения скорости течения V_n , параметр b_n найдем следующим образом:

1) по формуле (2.3) определим коэффициент λ_n :

$$\lambda_n = 0,2 \cdot \left(\frac{K_g}{d_p} \right)^\alpha = 0,2 \cdot \left(\frac{0,02}{173,5} \right)^{0,258} = 0,019273$$

2) из формулы (2.2) определим $V_n^{b_n}$:

$$V_n^{b_n} = \frac{2 \cdot g \cdot d_p \cdot i}{\lambda_n} = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,1735 \cdot 0,008}{0,019273} = 1,4130 \text{ м/с}$$

3) После этого задаемся значением скорости течения V_n при полном наполнении трубопровода (для начала расчетов принимаем $V_n = \sqrt{V_n^{b_n}}$)

$$V_n = \sqrt{V_n^{b_n}} = \sqrt{1,4130} = 1,1887 \text{ м/с}$$

Подставляем найденное значение V_n в знаменатель формулы (2.5) и рассчитываем значение b_n

$$b_n = 3 - \frac{\lg \frac{500 \cdot 173,5}{0,02}}{\lg \frac{1,1887 \cdot 0,1735}{1,31 \cdot 10^{-6}}} = 1,723$$

Коэффициент кинематической вязкости приведён для воды при температуре $+10^\circ \text{C}$. Возводим значение скорости $V_n = 1,1887 \text{ м/с}$ в степень $b_n = 1,723$ и сравниваем со значением $V_n^{b_n} = 1,4130$ полученным из формулы (2.2).

$$V_n^{b_n} = (1,1887)^{1,723} = 1,347 \text{ м/с}$$

Поскольку они не совпадают, продолжаем расчет, приняв V_n равным, например, 1,223 м/с. По этому значению V_n рассчитываем $b_n(1,71805)$, а затем $V_n^{b_n}(1,4130)$ и вновь сравниваем со значением $V_n^{b_n}$ полученным из формулы (2.2). Поскольку оба параметра совпадают, принимаем $V_n^{b_n} = 1,223 \text{ м/с}$.

4) Далее по формуле (2.6) определяем скорости течения и расходы жидкости (2.7) при различных наполнениях трубопровода, имея в виду, что $b_n = 1,71805$ и $\alpha = 0,258$ и данные заносим в таблицу.

Таблица 2.7

Скорости течения и расходы жидкости

Наполнение, h/d	Скорость, м/с	Расход, л/с	Наполнение, h/d	Скорость, м/с	Расход, л/с
0,3	0,9256	5,449	0,7	1,3845	24,566
0,4	1,0920	9,456	0,8	1,4118	28,648
0,5	1,2229	14,448	0,9	1,3907	31,157
0,6	1,3203	19,767	1,0	1,22288	28,897

Стойкость к гидроабразивному износу

ПП гофрированные трубы имеют высокую стойкость к гидроабразивному износу, что обуславливает целесообразность их применения для транспортировки жидкостей с содержанием твердых частиц. При применении ПП гофрированных труб в сетях водоотведения с содержанием твердых частиц износ будет составлять около 0,5 мм за весь 50-летний эксплуатационный период и им можно пренебречь.

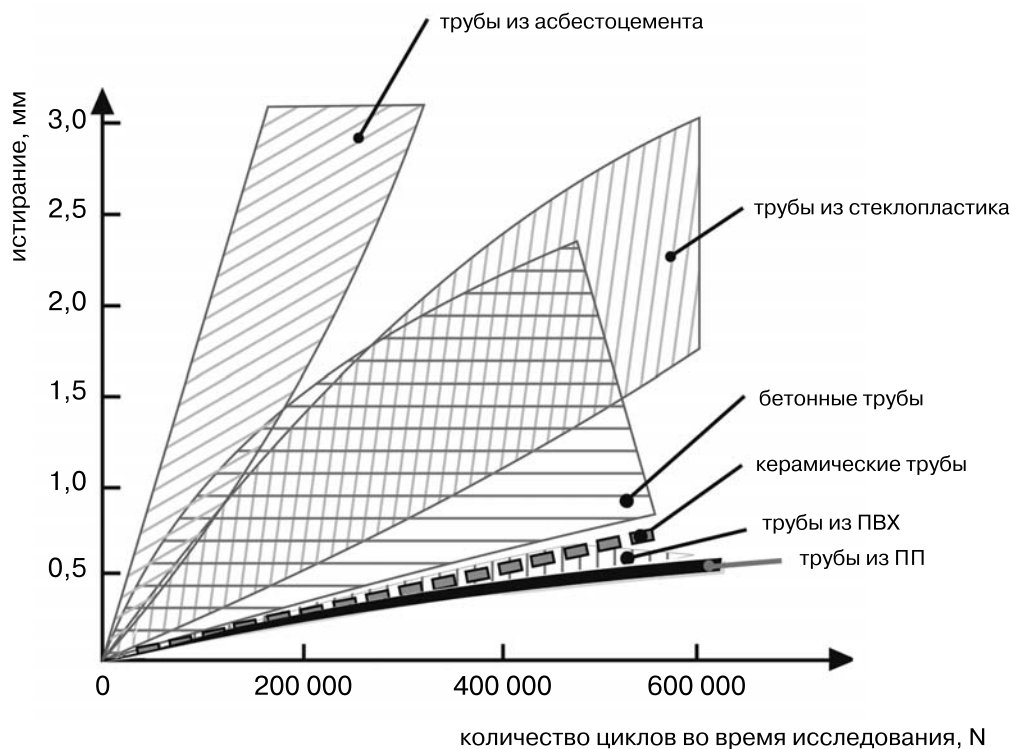


Рис. 2.3

Стойкость к гидроабразивному износу. Данные исследования Technische Universität Darmstadt (Технологического Университета Дармштадта, Германия), проведенного на основании DIN19534.

ПП гофрированные трубы ИКАПЛАСТ обладают высокой химической стойкостью к действию большинства агрессивных сред, под воздействием которых традиционные материалы корродируют и стареют.

Как и трубы из полиэтилена, полипропиленовые трубы устойчивы к действию сильных щелочей, сильных и слабых минеральных кислот, растворов солей, алифатических углеводородов и минеральных масел. ПП гофрированные трубы ИКАПЛАСТ обладают низкой паро- и газопроницаемостью. По сравнению с трубами из полиэтилена у труб из полипропилена отсутствует растрескивание под воздействием поверхностно-активных веществ, что особенно важно при их использовании в системах хозяйственно-бытовой канализации.

Способ прокладки, глубина заложения трубопроводов из ПП гофрированных труб и их расположение относительно других коммуникаций

Прокладку сетей водоотведения из ПП гофрированных труб следует предусматривать, как правило, подземной. Надземная и наземная прокладки трубопроводов на территории населенных пунктов не допускаются. Хотя замерзание воды в полипропиленовых трубах не вызывает разрушения их стенок, в отличие от труб из чугуна и стали, однако наличие в водоотводящей сети ледяных пробок может нарушить нормальное функционирование системы водоотведения, что обуславливает необходимость учета глубины промерзания грунта в месте укладки трубопровода.

Расположение сетей водоотведения на генеральных планах, а также минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб до сооружений и инженерных сетей должно приниматься согласно СНиП II-89-80.

При параллельной прокладке участки трубопроводов из ПП гофрированных труб следует проектировать, как правило, ниже водопроводных линий (в том числе и из пластмассовых труб), при этом расстояние между ними должно составлять не менее 1,5 м в свету.

При пересечениях с трубопроводами, транспортирующими воду питьевого качества, трубопроводы систем водоотведения и трубопроводы, транспортирующие дурно пахнущие жидкости следует прокладывать ниже не менее, чем на 0,4 м.

Участки системы водоотведения могут проходить выше трубопроводов, транспортирующих воду питьевого качества, но данные участки обязательно должны быть заключены в футляры, при этом расстояние от края футляра до пересекаемого трубопровода в каждую сторону должно соответствовать в глинистых грунтах - не менее 5 м, а в крупнообломочных и песчаных - 10 м.

При параллельной прокладке с другими коммуникациями (кабельные сети, теплопроводы...) расстояние между трубопроводом системы водоотведения из ПП гофрированных труб и другими коммуникациями должно быть таким, чтобы при ремонтных работах на этих коммуникациях трубопровод системы водоотведения не был поврежден.

Проход ПП гофрированных труб через стенки бетонных колодцев

Проход трубопровода из ПП гофрированных труб при пересечении стенок ж/б колодцев (фундаментов зданий) проектируется с использованием защитных муфт, для исключения передачи нагрузки на трубопровод при неравномерной осадке пересекаемого сооружения и трубопровода. Установка защитной муфты в смотровой колодец из бетона осуществляется путем фиксации муфты в колодце с помощью цементного раствора.

Следует обратить внимание на то, чтобы отверстие в колодце имело диаметр, максимально приближенный к наружному диаметру защитной муфты. Все образовавшиеся щели необходимо заполнить цементным раствором. Допускается производить фиксацию муфты раствором в надетом на предохраняемую трубу

¹⁰ Подробная информация и ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ТРУБ из ПП даны в Приложении Б.

состоянии. В этом случае необходимо обеспечить жесткую опору свободного конца трубы с помощью подсыпки грунта до полного схватывания бетона.

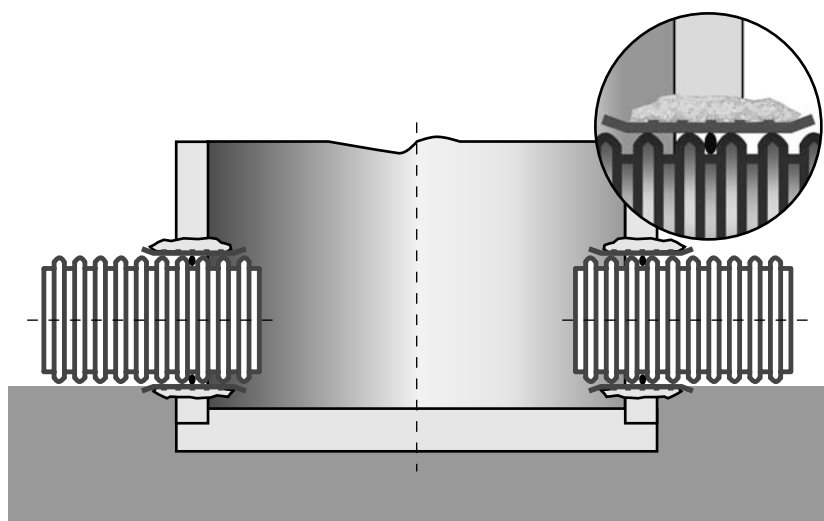


Рис. 2.4

Проход гофрированных труб через стенки бетонных колодцев

Прокладка труб на опорах

При проектировании трубопроводов из ПП гофрированных труб, проложенных на эстакадах, кронштейнах и т.п., необходимо правильно рассчитывать расстояние между опорами, поскольку находящиеся между опорами секции трубы со временем деформируются (провисают). Опоры всегда должны устанавливаться под соединительными муфтами. Рекомендуемое допустимое значение величины прогиба не должно превышать 3% от расстояния между опорами.

Таблица 2.8

Расстояние между опорами ПП трубопроводов из гофрированных труб

Номинальный наружный диаметр, мм	Максимально допустимое расстояние между опорами, м
160	1,25
200	1,50
225	1,75
250	2,00
315	2,50
400	3,00
500	3,50
630	4,00

Радиус изгиба ПП гофрированных труб

Минимальное допустимое значение радиуса изгиба для ПП гофрированной трубы ИКАПЛАСТ с двухслойной стенкой составляет 40 диаметров изгибаемой трубы. В повседневной практике при строительстве наружных сетей водоотведения гофрированные трубы устанавливаются по прямой линии, но в ряде случаев условия прокладки трубопровода могут потребовать некоторого отклонения от заданной прямолинейности.

Необходимо избегать дополнительного напряжения в муфтовом соединении. Максимально допустимое угловое смещение в муфтовом соединении гофрированных труб указано в таблице 2.9:

Таблица 2.9

Допустимое угловое смещение в муфтовом соединении

Максимально допустимое угловое смещение	Наружный диаметр трубы, мм
2°	160, 200, 225, 250
1,5°	315, 400, 500, 630

Воздействие внешних нагрузок на трубопровод из ПП гофрированных труб

Подземный трубопровод системы водоотведения из ПП гофрированных труб работает совместно с окружающим его грунтом. Грунт создает собственную нагрузку, действующую на трубопровод, и передает нагрузки с поверхности, например, от движущегося или стоящего над ним транспорта.

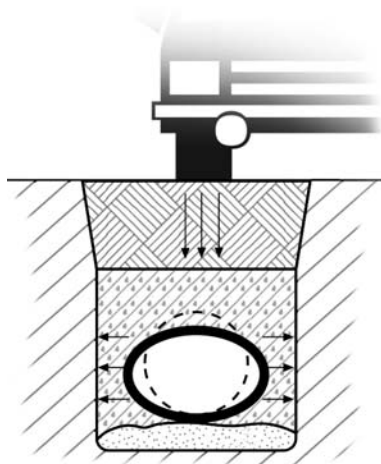


Рис. 2.5а

Воздействие на ПП трубу, ее деформация с передачей усилия на материал обсыпки

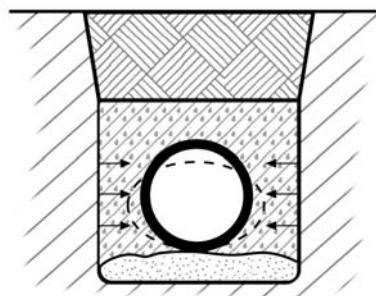


Рис. 2.5б

Возвращение ПП трубы в исходное положение благодаря ее свойствам (эластичность и упругость) и достаточному уплотнению заполняющего траншею материала

Вертикальная деформация свободной трубы под действием силы рассчитывается по формуле:

$$f = \frac{0,01875 \cdot F}{SN} \quad (2.8)$$

Действие вертикальной нагрузки приводит к деформации трубы, что вызывает горизонтальный отпор грунта. С увеличением деформации горизонтальная составляющая давления грунта увеличивается, постепенно переходя от пассивной формы в активную. Для полипропиленовых гофрированных труб отпор грунта засыпки является существенным фактором обеспечения долговременной стабильности круглого сечения трубы. В этом случае формула (2.8) преобразуется в:

$$\frac{f}{D_m} = \frac{C_1 \cdot q}{C_2 \cdot SN + C_3 \cdot E_s} \quad (2.9)$$

где

q - интенсивность вертикальной нагрузки грунта, МПа;

SN - кольцевая жесткость трубы, МПа;

E_s - секущий модуль грунта (см. далее), МПа;

C_1 - коэффициент влияния на деформацию интенсивности вертикальной нагрузки грунта;
 C_2 - коэффициент влияния на деформацию кольцевой жесткости трубы, можно принимать равным 0,15;
 C_3 - коэффициент влияния на деформацию секущего модуля грунта, можно принимать равным 0,06.

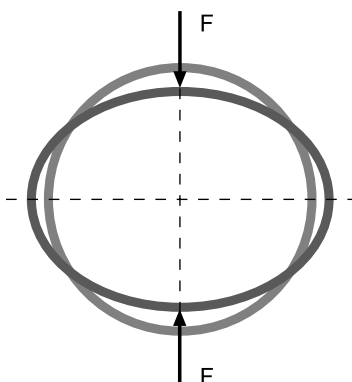


Рис. 2. 6
 Деформация ПП гофрированной трубы под действием силы F

Формула (2.9) соответствует классическому уравнению Шпенглера и используется для определения относительной деформации трубы практически всеми стандартами и строительными правилами с тем или иным сочетанием и значением коэффициентов в числителе и знаменателе.

Российские строительные правила СП 40-102-2000 используют следующую разновидность уравнения :

$$f/D_m = \frac{1,25 \cdot 0,11 \cdot q}{0,15 \cdot SN + 0,06 \cdot E_s} \quad (2.10)$$

Секущий модуль грунта E_s зависит не только от степени уплотнения, но и от типа грунта.

Анализ данных, приведенных в таблице (2.10), показывает, что при прокладке трубопровода с применением грунтов обратной засыпки групп 2, 3 и механического уплотнения, величина E_s может составлять 2,5 - 3,0 МПа.

Влияние нагрузки транспорта рассчитывается с применением распределения давления по теории Буссинеска. Максимальное вертикальное давление имеет место непосредственно под точкой приложения нагрузки T и определяется уравнением

$$q_T = 0,478 \cdot T / H^2, \quad (2.11)$$

где

T - вес транспортного средства (на ось), Н;

H - глубина засыпки трубопровода, м.

Таблица 2.10

Определение значения E_s (МПа) в зависимости от типа грунта и степени его уплотнения

Группа грунта	Тип грунта	Неуплотненный	Уплотненный под контролем
1	Мелкий конгломерат горных пород	0,7	2,0 - 5,0
2	Смесь песка и гравия	0,6	1,2 - 3,0
3	Супеси и суглинки	0,5	1,0 - 2,5
4	Плывун, глина	< 0,3	0,6
5	Торф, мерзлый грунт, скальные обломки, строительный мусор	0,5	1,0 - 2,5

Нагрузка грунта на метр длины трубопровода Q_T (Н/м) может быть определена либо по методу «в насыпи», либо «в траншее». Метод «в насыпи» дает более тяжелые условия нагружения:

$$Q_T = \gamma \cdot H \cdot D, \quad (2.12)$$

где γ - плотность грунта (нормально 18-19 кН/м³).

Для траншеи нагрузка на 20% ниже вследствие арочного эффекта:

$$Q_T = 0,8 \cdot \gamma \cdot H \cdot D \quad (2.13)$$

Когда уровень грунтовых вод превышает уровень укладки трубопровода, плотность грунта уменьшают до кажущейся плотности грунта в воде, обычно 11 кН/м³.

Общее вертикальное давление грунта, используемое в формуле (2.10) определяется как сумма:

$$q = Q_T / D + q_T \quad (2.14)$$

Пример расчета:

ПП гофрированная труба ИКАПЛАСТ с наружным диаметром 400 мм (0,4 м), соответствующая классу жесткости SN 8 и имеющая нормативную кольцевую жесткость 8 кН/м² (0,008 МПа), укладывается на качественно подготовленное основание, пазухи и бока трубы засыпаются песком и уплотняются см. таблицу 2.10 ($E_s = 2,5$ МПа). Труба засыпается грунтом плотностью $\gamma = 19$ кН/м³. Высота засыпки $H = 4$ м. Наземный транспорт с осевой нагрузкой $T = 260$ кН (26 тонн).

1. Нагрузка грунта (2.12)

$$Q_T = 19 \cdot 4 \cdot 0,4 = 30,4 \text{ кН/м}$$

2. Давление от транспортной нагрузки (2.11)

$$q_T = 0,478 \cdot 260 / 4^2 = 7,76 \text{ кН/м}^2$$

3. Суммарное вертикальное давление на трубу (2.14)

$$q = 30,4 / 0,4 + 7,76 = 76 + 7,76 = 83,76 \text{ кН/м}^2 = 0,08376 \text{ МПа}$$

Приняв эти нормальные для строительства подземного трубопровода условия, по формуле (2.10) определим деформацию трубы, рассчитанную в соответствии с Российскими строительными правилами:

$$f/D_m = \frac{1,25 \cdot 0,11 \cdot 0,08376}{0,15 \cdot 0,008 + 0,06 \cdot 2,5} = 0,076 \text{ или } 7,6 \%$$

Из примера видно, что полученная величина деформации существенно ниже допустимого значения, равного 12 %. Прочностные параметры трубы превосходят условия эксплуатации и труба может быть успешно применена.

Рекомендуемые классы жесткости труб при известной нагрузке на грунт. Допустимая глубина заложения труб

Таблица 2.11

Рекомендуемый класс жесткости трубы при известной нагрузке на грунт

Нагрузка	Глубина заложения	Класс жесткости трубы
Отсутствует	Можно укладывать на глубину от 1 метра и более в зависимости от степени уплотнения грунта (см. табл. 2.12)	SN 2
Трассы, улицы и дворы с движением легкового транспорта		SN 4
Трассы, улицы, стоянки и аналогичные участки с движением грузового транспорта		SN 8

Таблица 2.12

Допустимая глубина заложения ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ
(класс жесткости SN 8)
в зависимости от нагрузки и степени уплотнения грунта

Нагрузка	Выше уровня грунтовых вод		Ниже уровня грунтовых вод	
	Глубина заложения, м	Уплотнение грунта конечного заполнения по методу Проктора, %, не менее	Глубина заложения, м	Уплотнение грунта конечного заполнения по методу Проктора, %, не менее
Отсутствует	≤ 3	85	≤ 2	90
	3 - 4	90	2 - 3	91
	4 - 5	91	3 - 4	92
	6 - 7	93	4 - 6	94
	≥ 7	95	≥ 6	95
Легковой транспорт	1 - 2	93	1 - 2	94
	2 - 4	91	2 - 3	92
	4 - 5	92	3 - 4	93
	5 - 6	93	4 - 6	94
	7 - 8	95	6 - 7	95
Грузовой транспорт	≥ 8	96	≥ 8	96
	1 - 2	96	1 - 2	96
	2 - 4	92	2 - 4	93
	4 - 6	93	4 - 5	94
	6 - 7	94	5 - 6	95
	7 - 8	95	6 - 7	96
	≥ 8	96	≥ 7	97

Примечание:

данные по контролю степени уплотнения грунта по методу Проктора содержатся в стандарте DIN 18127:1997 «Группы строительные. Исследования и испытания. Метод Проктора».

Раздел 3.

Транспортирование, хранение и входной контроль

Транспортирование и хранение

Перевозка труб автотранспортом должна удовлетворять следующим требованиям:

- трубы необходимо перевозить исключительно кузовными грузовиками или грузовиками, оснащенными боковыми ограничителями, установленными через каждые 2 м, выступающие за задний борт концы труб не должны превышать 1 м;
- если перевозятся несвязанные трубы, то во время их погрузки следует соблюдать те же правила, что и для складирования (см. ниже в настоящем Разделе);
- трубы укладываются раструбами попеременно с гладкими концами и каждый слой необходимо отделять от другого деревянными прокладками;
- во время транспортировки трубы должны быть защищены от возможных механических повреждений металлическими частями грузовика, такими как выступающие болты, цепи и т.д.;
- несвязанные трубы должны быть защищены от царапания путем установки прокладок из картона и досок, например, устанавливаемых под цепь, скрепляющую борта а/машины;
- трубы разного диаметра можно транспортировать телескопически друг в друге. Изъятие труб, находящихся в телескопической упаковке, производится при помощи вспомогательных средств, исключающих повреждение труб;
- во избежание продольного перемещения, перекатывания или падения при движении трубы должны быть надежно закреплены.

Каждая партия отгружаемых труб проверяется перед отправкой. Перевозчик несет полную ответственность за доставку товара в надлежащем состоянии. В свою очередь получатель должен принять получаемый товар. Убедиться в отсутствии брака и повреждений, которые могли возникнуть во время транспортировки.

Погрузку и разгрузку ПП гофрированных труб производят автопогрузчиками или вручную¹¹. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ применяются мягкие стропы из полимерных материалов или мягкие монтажные полотенца, не оставляющие дефектов на трубах. При погрузочно-разгрузочных работах не допускается перемещение труб волоком.

Избегать ударов! Недопустимо сбрасывание труб и соединительных деталей с транспортных средств.

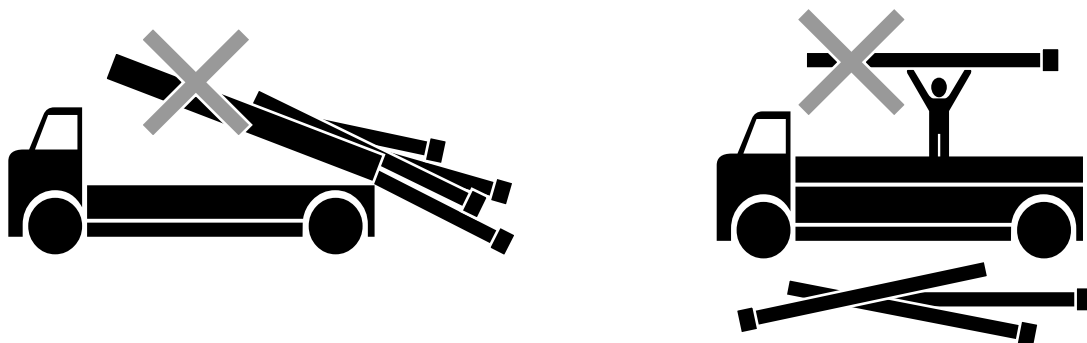


Рис. 3.1

Запрещенные методы разгрузки

¹¹ При погрузочно-разгрузочных работах с трубами диаметром до 315 мм включительно частичное перемещение труб может производиться одним или двумя рабочими; при работах с трубами диаметром 400 мм и больше, а также при работах со связками труб они перемещаются с использованием вилочного погрузчика, исключая возможность механического повреждения. При использовании крана применяются двухветвевые стропы или траверсы с двумя ветвями из мягкого, например, хлопчатобумажного троса.

Хранение труб производится на плоской площадке, очищенной от камней и острых предметов. При складировании труб принимают меры против их самопроизвольного раскатывания.

При необходимости длительного хранения трубы из полипропилена складываются в штабелях высотой не более 3 м на деревянных прокладках. При хранении следует избегать возможных прогибов труб. Штабелирование производится таким образом, чтобы погрузку и перемещение можно было выполнять сбоку. Из-за характера поверхности труб их перемещение в продольном направлении затруднительно.

Трубы с раструбом хранят таким образом, чтобы раструбы укладывались попеременно с гладкими концами и находились за пределами штабелей (чтобы на раструбы не действовала весовая нагрузка труб).



Рис. 3.2
Хранение ПП гофрированных труб

Слои нужно отделять друг от друга деревянными прокладками шириной не менее 10 см и толщиной не менее 2,5 см.

Высота штабеля зависит от диаметра трубы, она должна исключать деформацию труб и обеспечивать легкий доступ к верхним рядам.

Штабелированные трубы должны быть зафиксированы для предотвращения случайной перекатки.

Следует принять все необходимые меры для предотвращения повреждения торцов и наружной поверхности труб.

Штабель нужно защитить от случайного выпадения или раскатывания труб путем установки по всей его ширине надежных ограничителей.

На строительной площадке трубы следует так же складировать с соблюдением указанных правил, особое внимание необходимо уделить попеременности складирования слоев и использованию деревянных прокладок.

Трубы во время хранения следует защищать от прямого воздействия солнечных лучей и температуры выше 40 °С. Во время долгосрочного хранения трубы следует защитить от прямого воздействия солнечных лучей, прикрывая их брезентом или другим материалом, – например, непрозрачной пленкой из ПВХ или ПЭ. Одновременно нужно обеспечить проветривание под защитной пленкой во избежание перегрева и тепловой деформации труб. Допускается использование защитного навеса с учетом требований противопожарной безопасности.

Возможное изменение окраски труб под влиянием солнечных лучей не означает утраты ими прочности или износостойкости.

Соединительные детали, уплотнительные резиновые кольца должны храниться в закрытом помещении (в контейнерах), защищенные от прямых солнечных лучей и источников тепла. Необходимо исключить их контакт с маслами и жирами, а также не подвергать вертикальной нагрузке.

При низких температурах сопротивление термопластичных материалов к ударным нагрузкам уменьшается. Несмотря на то, что при отрицательных температурах трубы из полипропилена, по сравнению с трубами из ПВХ, обладают значительно более высокой стойкостью к ударному воздействию, при температуре ниже -15 °С следует соблюдать особую осторожность при погрузочно-разгрузочных работах, избегая резких рывков и соударений.

При значениях температуры ниже -20°C производить погрузочно-разгрузочные работы с трубами, а также прокладку и монтаж трубопроводов из ПП гофрированных труб запрещается.

Трубы, которые находятся в нижнем ряду штабеля, могут деформироваться от веса вышележащего груза. Обычно такая деформация исчезает самостоятельно, когда верхний груз снимается. Однако в условиях низкой температуры восстановление прежней формы труб может занять несколько часов. Запрещается укладывать деформированные трубы в траншеи. Укладываться должны трубы только с правильным, круглым сечением.

Неправильное складирование, неосторожная разгрузка или погрузка могут привести к повреждению или деформации труб!!! Повреждение труб может произойти также на строительной площадке в результате небрежного или неправильного обращения с ними.

Если в результате транспортировки или длительного хранения на трубе появились царапины или произошла существенная деформация, необходимо установить причину этих повреждений. Принимая во внимание эксплуатационное назначение, следует отказаться от использования поврежденной трубы.

Перевозка ПП гофрированных труб, хранение и погрузочно-разгрузочные работы проводятся с соблюдением обычных мер безопасности труда.

Входной контроль труб и соединительных деталей

Входной контроль не требуется:

если нет сомнений в том, что продукция выпущена в соответствии с действующей нормативно-технической документацией и это подтверждается документом о качестве (паспорт, сертификат, протокол испытаний), а условия и сроки хранения, а также условия транспортирования, установленные документацией, не нарушались.

Входной контроль требуется:

если есть сомнения в том, что продукция выпущена в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; если есть сомнения в принадлежности труб или соединительных деталей к конкретной партии продукции; отсутствует паспорт качества (сертификат, протокол испытаний) завода-изготовителя либо маркировка труб; нарушены условия хранения или транспортирования.

Проведение входного контроля призвано установить пригодность труб и соединительных деталей для последующего монтажа трубопровода.

Прежде всего, необходимо провести идентификацию продукции: проверить маркировку на изделиях, соответствие маркировки на продукции паспорту качества или протоколу испытаний завода-изготовителя. Затем, пользуясь нормативным документом, по которому изготавлилась и поставлялась продукция, необходимо произвести отбор проб для проведения испытаний.

ИКАПЛАСТ располагает современной испытательной лабораторией, обеспечивающей возможность контроля качества выпускаемых ПП гофрированных труб. Подробные данные о свойствах труб и проводимых в соответствии с европейским стандартом ISO/DIS 21138 лабораторных испытаниях приведены в Приложении Г.



Фото 3.1.

Лаборатория ИКАПЛАСТ: испытание
ПП гофрированной трубы на кольцевую жесткость

Раздел 4.

Прокладка и монтаж трубопроводов из ПП гофрированных труб

Земляные работы

Физико-механические свойства ПП гофрированных труб отличаются от свойств труб из железобетона, керамики, асбестоцемента, бетона, чугуна и других неэластичных материалов. Из этого следует и иной подход к строительству трубопроводов из таких труб:

- в первую очередь требуется определить условия прокладки трубопровода и подобрать соответствующий тип основания с учетом существующих грунтовых условий на нулевом уровне прокладки трубопровода;
- затем определить технические условия для грунта, который заполнит траншею и создаст нужную опору (подушку) для трубы, в особенности вид засыпки и ее уплотнение.

Естественный грунт, как и материал засыпки, будут оказывать значительное влияние на работу трубопровода. По этой причине следует еще до начала проектных работ произвести геологоразведочные работы по всей трассе трубопровода. Эти изыскания должны однозначно ответить на вопрос: какие на трассе грунты, каково их состояние, зернистость, влажность, восприимчивость к уплотнению и подходят ли они к прокладке трубопровода (несущая способность и степень уплотнения). Необходимо также определить уровень грунтовых вод.

Понимание проектировщиками и строителями особенностей, связанных с эластичностью трубопроводов из полипропиленовых гофрированных труб, очень важно. Классификация грунтов и их плотность, которая существует в основании, в обсыпке (особенно в заполнении «пазух» трубы) и засыпке трубопровода, а также способ выполнения всех работ принадлежат к важнейшим факторам, которые обеспечивают качество прокладки и монтажа трубопровода и существенно влияют на его будущую успешную эксплуатацию.

Профиль траншеи

Профиль траншеи для прокладки ПП гофрированных труб определяется проектом. Ширина определяется исходя из удобства проведения монтажных работ.

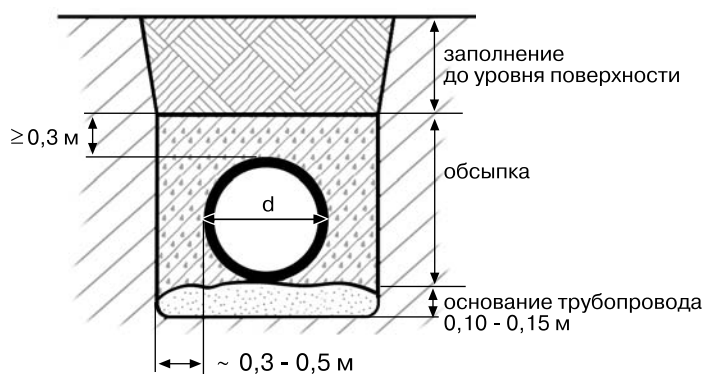


Рис. 4.1

Рекомендуемые параметры профиля траншеи

Таблица 4.1.

Рекомендуемая ширина траншеи
(СНиП 3.0201-87 таблица 2) без учёта креплений

Диаметр трубы, мм	Минимальное расстояние между трубой и стенкой траншеи, мм
160 - 400	300
500-630	500

Дно траншеи

Дно траншеи должно иметь уклон, который указывается в проекте.

Дно должно быть выровнено, без промерзших участков, освобождено от камней и валунов. Места выемки валунов должны быть засыпаны грунтом, уплотненным до той же плотности, что и грунт основания.

В грунтах, склонных к смещению, или при большой вероятности вымывания грунтовыми водами материала подсыпки и обсыпки необходимо принять соответствующие меры для **сохранения грунта, окружающего трубу, в уплотненном состоянии**. В частности, дно траншеи может укрепляться геотекстильным материалом. Геотекстиль используется в качестве разделяющего слоя. Родной грунт отделяется от слоев основания (подсыпки) и засыпки.

В качестве материала дна траншеи наиболее экономически выгодны крупнозернистый песок или щебень, т.к. применение этих материалов позволяет добиться нужной плотности при минимальных затратах. В случае использования других видов грунта, основной задачей является избежание пустот в нижней части трубопровода и около нее.

Основание для трубопровода

Нормальная толщина слоя подсыпки – 0,1 м. На скалистом грунте подсыпка устраивается в обязательном порядке. Если дно траншеи является скалистым или в дне траншеи находятся камни, величиной свыше 60 мм, необходимо увеличение подсыпки до полного выравнивания дна траншеи.

Для подсыпки используется песок или гравий (максимальный размер зерен 20 мм). В отдельных случаях возможно применение материала с большим размером гранул. В любом случае, материал, применяемый для подсыпки, не должен иметь острых краев. Если местный грунт соответствует этим требованиям, выполнение подсыпки не обязательно.

Подсыпка должна быть ровной. Уплотнению до плотности основного грунта подлежит материал, заполняющий углубления, образовавшиеся после выемки валунов и других крупных объектов.

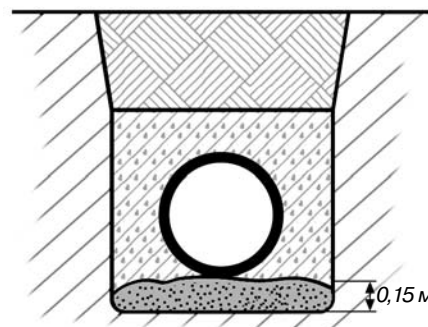


Рис. 4.2

Слой основания для трубопровода
(подсыпка, подушка, постель)

Устройство фундамента необходимо тогда, когда дно траншеи нестабильно. Подобное дно не способно обеспечить трубопроводу надлежащей опоры. В случае нестабильного дна траншеи следует устроить более глубокую траншею и до требуемой отметки сделать и жесткий фундамент, и основание, предложенное проектом.

Фундаменты, которые используют для укладки жестких трубопроводов без вызова перелома уклона или изгиба, при их дополнении основанием (подсыпкой), в полной мере подходят для трубопроводов из ПП гофрированных труб с двухслойной стенкой. Подсыпка необходима по той причине, что каждый элемент трубопровода, лежащий непосредственно на жестком фундаменте, будет подвергаться опасности перелома или повреждения под влиянием массы засыпки траншеи, подвижных нагрузок или смещения грунта. Поэтому на бетонный фундамент следует уложить слой основания из отобранного сыпучего материала толщиной не менее 10 см. Материал основания должен быть уплотнен до 85% значения по методу Проктора.

Таблица 4.2.

Классификация грунтов для создания основания под трубопроводы

категории	Характеристика грунта
1	Гравий, грубый щебень с зернами размером 4-8, 4-16, 8-12, 8-22 мм. Допускается максимальное содержание 5-20% зерен диаметром 2 мм. Грунт 1-й категории – лучший материал для прокладки трубопровода.
2	Крупнозернистые пески и гравий с наибольшим диаметром зерен около 40 мм, а также отсортированные пески и гравий с зернами различного размера, содержащими небольшой процент мелких частиц. Обобщая, это сыпучие материалы, некогезивные как в сыпучем, так и в мокром состоянии. К этой категории причисляются также разнообразные типы гравия и пески, смеси песка и гравия с небольшим содержанием мелких частиц. Допускается максимум 5-20% зерен диаметром 2 мм.
3	Мелкозернистые пески, гравий с примесью глины, смесь мелкозернистых песков, глинистых песков и гравия и глины. К этой категории принадлежат также пылевидные типы гравия и смеси: гравия – песка – пыли, гравия – песка – ила, пылевидного песка – песчаной пыли. Допускается максимум 5% зерен диаметром 2 мм. Грунт 3-й категории – не вполне желательный, но допустимый материал.
4	Пыли, глины, пылевидные илы и пыли средней и большой пластичности и границей текучести. К этой категории принадлежат также неорганические илы средней и большой пластичности, песчаные и пылевидные илы.
5	Органические грунты, органические пыли, пылевидные илы малой и средней пластичности, а также торф с большим содержанием органической субстанции. К этой категории причисляются также грунты, содержащий мерзлый грунт, строительный мусор, скальные обломки свыше 40 мм и прочие материалы. Такие грунты не рекомендуется для использования в качестве основания, устройства зоны подбивки, устройства засыпки траншей трубопроводов

В случае слабых грунтов следует предусмотреть полную замену родного грунта до глубины залегания на щебеночно-песчаную насыпь (объемное соотношение 1:0,3 – 1:0,6) или гравийно-щебеночную уплотненную насыпь толщиной 0,25 D, но не менее 15 см. Степень уплотнения должна составлять 85 – 90 % по методу Проктора.

При замене родного грунта рекомендуется применение геотекстиля. При применении в слабых грунтах бетонных колодцев следует принять противоусадочные меры.

Обеспечение проектного уклона

При устройстве проектного уклона необходимо соблюдать должную степень уплотнения материала основания (подсыпки), чтобы трубы не проседали и не нарушали проектного уклона. Должна обеспечиваться стабильная и равномерная опора трубопровода на уплотненное основание подсыпки. **Не допускается, для обеспечения нужного уклона, подкладывать под трубы куски древесины, камни и т.п.!**

Обсыпка трубопровода

Извлеченный при отрыве траншеи грунт может быть использован для выполнения обсыпки трубы, при условии, что в нем не содержится камней (максимально допустимый их размер – 20 мм, отдельные камни до 60 мм так же могут быть оставлены в грунте). Если грунт для обсыпки предполагается уплотнять, то он должен быть пригодным для такой операции. Если извлеченный грунт не пригоден для обсыпки трубы, то для этой цели должен использоваться песок или гравий с размером фракции до 20 мм или щебень с размером фракции 4-20 мм.

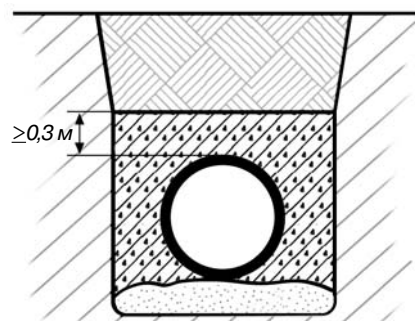


Рис. 4.3

Обсыпка трубопровода

Обсыпка должна осуществляться по всей ширине траншеи до получения над поверхностью трубы (после трамбовки) слоя толщиной не менее 0,3 м. Первый слой не должен превышать половины диаметра трубы и не быть более 0,2 м. Второй слой отсыпается до верха трубы, но так же не более 0,2 м. Во время обсыпки грунт необходимо наносить с минимальной высоты. Нельзя сбрасывать массы грунта непосредственно на трубу. Обсыпка трубопровода обычно производится после окончания прокладки и приемки трубопровода.

Уплотнение грунта

Степень уплотнения грунта зависит от предназначения территории над трубопроводом и должна определяться проектом.

Чтобы избежать просадки грунта над трубопроводом, находящимся под дорогами рекомендуется уплотнение заполнения не менее 95% по методу Проктора.

Для глубоких траншей (свыше 4 м) степень уплотнения – 90%. Для остальных случаев – 85% или согласно указаниям, данным в проекте. Трамбовку необходимо производить слоями толщиной от 0,1 до 0,3 м, утрамбовывая каждый слой. Толщина утрамбовываемых слоев зависит от оборудования и условий уплотнения. При выполнении этой задачи необходимо быть внимательным. Уплотнение первого слоя (до уровня оси трубы) не должно привести к ее поднятию. Трамбовку необходимо выполнять одновременно с двух сторон трубопровода, во избежание его перемещения. При подсыпке грунта и засыпке трубопровода следует следить, чтобы грунт не содержал крупных включений. Трамбовку грунта непосредственно над трубой производят, предварительно обеспечив толщину засыпки не менее 0,3 м от верха трубы.

Таблица 4.3

Толщина уплотняемых слоев и количество трамбовочных проходов

Способ уплотнения	Количество проходов для достижения требуемой категории уплотнения по методу Проктора, %		Максимальная толщина уплотняемого слоя, м			Минимальный слой обсыпки над верхом труб до уплотнения, м
			гравий, песок	взрыхленная плотная глина	сыпучая глина	
	93	88				
Уплотнение ногами	-	3	0,15	0,10	0,10	0,20
Уплотнение ручным штампом, весом мин. 15 кг	3	1	0,15	0,10	0,10	0,20
Уплотнение виброштампом, весом мин. 70 кг	3	1	0,10	-	-	0,15
Уплотнение виброционной плитой, весом мин. 50 кг	4	1	0,10	-	-	0,15
мин. 100 кг	4	1	0,15	-	-	0,15
мин. 200 кг	4	1	0,20	0,10	-	0,20
мин. 400 кг	4	1	0,30	0,15	-	0,30
мин. 600 кг	4	1	0,40	0,15	-	0,50

Примечание: крупнозернистые материалы, такие как щебень с размером фракции 8-12 мм, 8-16 мм или галька 8-22 мм, являются самоуплотняющимися материалами и при их использовании для засыпки слоями толщиной 0,15-0,20 м обеспечивается уплотнение >93% по методу Проктора.

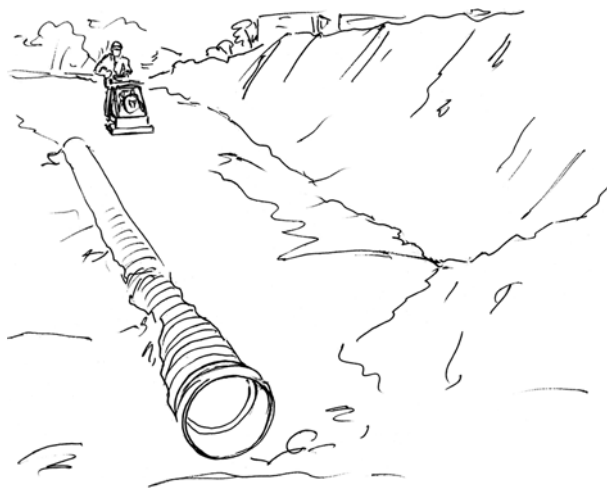


Рис. 4.4

Уплотнение грунта при прокладке трубопровода

Определение степени уплотнения грунта (удельный вес грунта в сухом состоянии или коэффициент его уплотнения) следует производить отбором проб с обеих сторон трубопровода не реже, чем через каждые 30 – 50 м (но не менее двух проб на участке между колодцами) и оформлять актами на скрытые работы. Допускается применение других, проверенных практикой, методов контроля степени уплотнения грунта.

Окончательная засыпка траншеи

К окончательной засыпке траншеи можно приступать после выполнения засыпки трубопровода и трамбовки грунта.

Во время выполнения засыпки над трубопроводом рекомендуется поместить сигнальную ленту, чтобы в дальнейшем легче было идентифицировать трубопровод.

Для засыпки можно применять грунт, вынутый из траншеи, или другой, согласно указаниям проекта. Диаметр частиц материала, применяемого для засыпки траншеи, не должен превышать 30 мм. Нельзя сбрасывать в траншею камни, щебень с острыми краями и больших размеров. Грунт не должен быть замороженным и окомкованным.



Рис. 4.5

Окончательная засыпка траншеи

Изгиб ПП гофрированных труб при монтаже

Данные по допустимым радиусам изгиба ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ приведены в Разделе «Проектирование...» на стр. 18.

Перемещение и работа с трубами на строительной площадке

Перемещение и укладка одинарных труб в траншею:

- трубы диаметром до 315 мм включительно опускаются в траншею одним или двумя рабочими;
 - трубы диаметром 400 мм и больше, а также связки труб перемещаются с использованием крана и двухветвьевого стропа или траверсы с двумя ветвями из мягкого, например, хлопчатобумажного троса.
- ! Запрещено использование стропов с металлическими тросами или цепями.
- ! Запрещено перемещать трубы волоком, сбрасывать с автомобиля или перекатывать по земле.

Рекомендации по прокладке трубопровода в водонасыщенных грунтах

ПП гофрированные трубы ИКАПЛАСТ, как и другие полимерные трубы, при погружении в воду всплывают. Уместно напомнить, что обратная засыпка, даже если это сухой материал, может деформировать трубу. Поэтому надо быть крайне внимательным и во время проведения этих работ. Укладка труб в водонасыщенных грунтах должна производиться на сухое дно траншеи. Это обеспечивает правильное устройство основания и откоса.

В водонасыщенных грунтах необходимо использовать системы водопонижения для удаления избыточной воды, что позволяет производить укладку труб с соблюдением вышеуказанных требований.

Материал обратной засыпки должен предотвращать подвижки грунта вблизи поверхности трубы. Гранулометрический состав и уплотнение материала обратной засыпки должны быть такими, чтобы труба была жестко зафиксирована и деформация рабочего участка трубы не превышала критической.

Размер частиц материала обратной засыпки не должен превышать ширины профиля гофра. При прокладке в водонасыщенных грунтах рекомендуется использовать в качестве материала обратной засыпки щебень и гальку необходимого размера.

Рекомендации по прокладке трубопроводов на небольшой глубине

В случае, если климатические условия (глубина промерзания) позволяют уложить трубопровод при незначительном размере слоя над трубой (в случае глубины прокладки трубопровода, составляющей не больше 100 см), трубопроводы из ПП гофрированных труб могут подвергаться деформации под влиянием динамических нагрузок, если грунт в засыпке не будет как следует уплотнен. В результате, если не будет выполнено нужное уплотнение, могут деформироваться и поверхности дорог. Поэтому, для неглубоких трубопроводов (глубина прокладки менее 100 см), завод ИКАПЛАСТ рекомендует уплотнять грунт под поверхностью дорог до 95% модифицированной величины по методу Проктора для материала всей засыпки, начиная со дна до поверхности дороги. Для засыпки следует использовать только грунт 1 или 2 категории.

Рекомендации по прокладке трубопровода с учетом значительного перепада температур в период проведения работ

При равных температурных условиях тепловое расширение ПП гофрированных труб значительно (приблизительно на 50%) ниже, чем у обычных гладких ПЭ труб.

При надлежащем выполнении обратной засыпки возможная продольная подвижность полипропиленовых гофрированных труб полностью компенсируется утрамбованным грунтом обратной засыпки. За счет плотного заполнения рифления профиля грунт «держит» трубу и линейное расширение переходит в допустимые внутренние напряжения трубы. При ненадлежащей засыпке возможная продольная подвижность компенсируется в раструбных соединениях.

При монтаже трубопровода в условиях температуры окружающего воздуха выше 25 °С целесообразно производить частичную засыпку трубы на небольших (30-40 см) интервалах, а завершить ее в более прохладное время суток.

При монтаже трубопровода в холодное время следует учитывать, что полипропилен блок-сополимер (ПП-б), из которого изготовлены гофрированные трубы ИКАПЛАСТ, имеет высокий коэффициент сопротивления ударному воздействию при низких температурах¹². Это позволяет вести монтаж трубопровода при температуре до -15 °С. Тем не менее, с понижением температуры стойкость труб и фасонных деталей к ударному воздействию так же снижается. По этой причине монтаж труб при отрицательных температурах нужно вести с соблюдением особой осторожности, избегая любых соударений труб и деталей между собой и с другими предметами. При температуре ниже -20 °С проводить работы с гофрированными ПП трубами запрещается.

Рекомендации по работе с резиновыми уплотнителями при монтаже в условиях низких отрицательных температур приведены в Разделе 1 «Общая техническая информация» на стр. 8.

¹² Ударная вязкость по Шарпи с надрезом (-20 °С) 4-7 кДж/м² (по справ. таблице стр. 10)

Раздел 5.

Испытания трубопроводов системы водоотведения из ПП гофрированных труб

Проведение испытаний

Предусматриваются два вида испытаний трубопроводов из полипропиленовых гофрированных труб при их приемке:

- испытание на эксфильтрацию воды из трубопровода (отсутствие утечек воды из трубопровода);
- испытание на инфильтрацию воды в трубопровод (отсутствие поступления грунтовой воды в трубопровод).

Испытание на эксфильтрацию является основным и проводится в первую очередь. Испытание трубопровода на герметичность проводится между смотровыми колодцами путем перекрытия канала с помощью временных механических затворов – пробок или пневматических заглушек, наполнения трубопровода водой и измерения падения давления.

Перед проведением испытаний на герметичность должна быть выполнена обсыпка и частичная засыпка труб. Муфтовые соединения труб, соединения с колодцами остаются свободными, не засыпанными.

Все отверстия испытываемого трубопровода, вместе с присоединительными каналами, должны быть на период испытаний герметично закрыты и предохранены упором от давления воды. При применении на трассе тройников и отводов, а также длинных присоединительных каналов, муфтовые соединения должны быть временно предохранены от разъединения в период испытаний под давлением.

Во время испытаний уровень грунтовой воды необходимо снизить, как минимум, на 0,5 м ниже дна траншеи.

При испытании участка трубопровода заглушки должны быть оснащены штуцерами с клапанами для возможности:

- подвода воды;
- отвода воды из канала после испытаний;
- удаления воздуха;
- присоединения измерительного оборудования.

Воду для трубопровода системы водоотведения, подлежащей испытаниям, необходимо подводить из открытого резервуара гравитационным способом. Ни при каких обстоятельствах нельзя производить непосредственное присоединение подводящего канала к трубопроводу, подающему воду под давлением. Наполнение трубопровода проводится медленно из колодца снизу канала. Время наполнения отрезка трубопровода не должно быть меньше 1 часа для спокойного наполнения и удаления из трубопровода воздуха. После наполнения трубопровода водой и получения в верхнем колодце уровня зеркала воды на 0,5 м выше верхней грани подводящего отверстия, необходимо прекратить подачу воды и оставить полностью наполненный отрезок трубопровода еще на 1 час с целью удаления остатков воздуха и стабилизации уровня воды в колодцах. Удаление воздуха из трубопровода производят в самой высокой точке с помощью обычного шарового крана.

ПП гофрированные трубы ИКАПЛАСТ испытываются на давление 0,05 МПа. Пробное давление может быть меньше, если это вытекает из условия заглубления трубопровода, а также промежуточных колодцев на трассе трубопровода. Время проведения испытаний должно составлять:

- 30 минут для отрезка трубопровода до 50 м;
- 60 минут для отрезка трубопровода больше 50 м.

Следует иметь в виду, что при гидравлических испытаниях за счет линейного расширения трубы испытательное давление может несколько снижаться, даже если испытываемая труба герметична. В ходе испытания на муфтовых соединениях не должны выступать капли воды. Трубопровод считается герметичным, когда дополняемое количество воды в трубопровод во время испытаний (минимум 15 минут) не превышает 0,02 л/кв.м внутренней смоченной поверхности трубы.

Согласно СНиП 3.05.04-85 допустимый объем добавленной воды (приток воды) на 10 м длины испытываемого трубопровода за время испытания 30 минут для труб с типом соединения на резиновой манжете следует определять по формуле

$$q = 0,06 + 0,01 \cdot D,$$

где

D – наружный диаметр трубопровода, дм;

q – величина допустимого объема добавленной воды, л.

Трубопроводы ливневой канализации также подлежат предварительному и приемочному испытанию на герметичность в соответствии с требованиями настоящего подраздела, если это предусмотрено проектом.

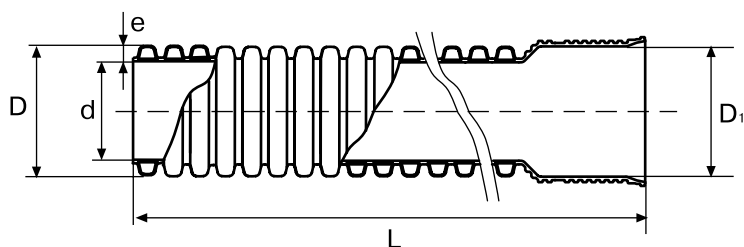
В случае негерметичности соединения его необходимо заменить и повторить испытание. После проверки соединений на герметичность они засыпаются песком с соответствующей трамбовкой.

Испытания на инфильтрацию проводятся в случае, если уровень грунтовых вод выше дна трубопровода. Используемые при монтаже ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ с помощью муфты резиновые кольца обладают двусторонним равноценным действием. Проведенное испытание на герметичность трубопровода при давлении 0,05 МПа предохраняет трубопровод от инфильтрации грунтовых вод при давлении такой же величины. При необходимости испытания могут быть проведены. Испытания на инфильтрацию проводятся на полностью законченной части трубопровода на определенной территории системы водоотведения без разделения, как ранее, на отрезки, что связано с прекращением осушения траншеи.

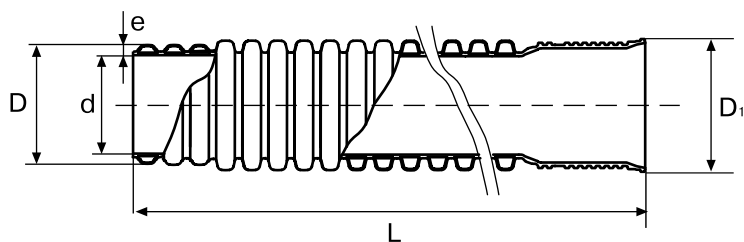
КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

Трубы и фитинги из ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ для систем водоотведения

Труба ИКАПЛАСТ исп. 1 (с постоянной высотой гофра)



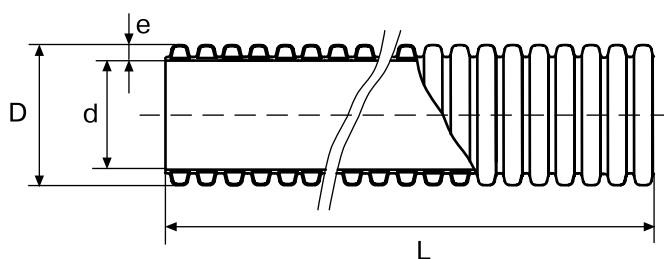
Труба ИКАПЛАСТ исп. 2 (с уменьшенной высотой гофра в месте соединения с раструбом)



В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр, D	Внутренний диаметр, d	Высота гофра e	Внутренний диаметр раструба, D ₁	L
160	139,4	10,4	162,7	6120
200	173,5	13,3	203,1	6120
225	195,7	14,6	234,0	6120
250	217,4	16,3	253,0	6120
315	274,8	20,1	318,5	6140
400	348,1	26,4	405,0	6140
500	431,6	34,2	506,0	6190
630	542,0	44,0	608,0	6230

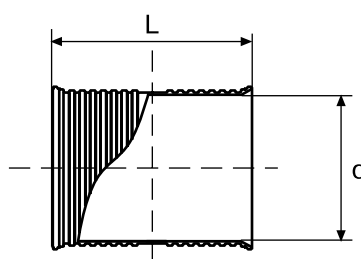
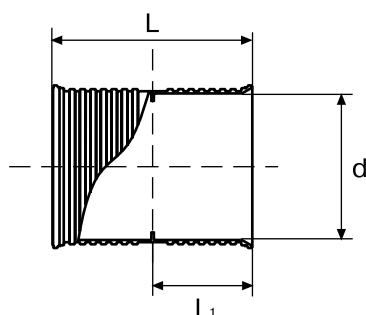
ПП гофрированная труба без раструба



В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр, D	Внутренний диаметр, d	Высота гофра e	L
160	139,4	10,4	6000
200	173,5	13,3	6000
225	195,7	14,6	6000
250	217,4	16,3	6000
315	274,8	20,1	6000
400	348,1	26,4	6000
500	431,6	34,2	6000
630	542,0	44,0	6000

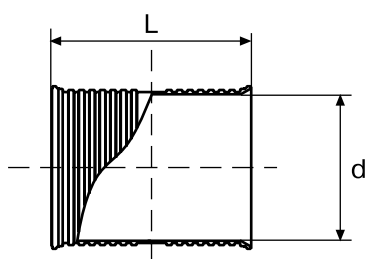
ПП муфта соединительная с упором / ПП муфта ремонтная без упора



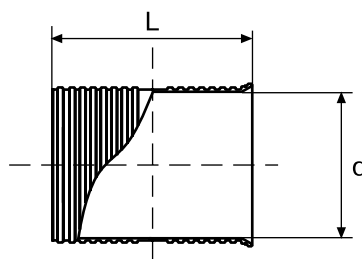
В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр ПП трубы, D(DN)	Внутренний диаметр муфты, d	L	L ₁
160	162	173	86,5
200	202	182	91
225	228	217	108,5
250	253	195	97,5
315	318	223	111,5
400	405	279	139,5
500	503	370	185
630	633	452	226

Муфта для прохода через стенку ж.б колодца



Для Ø160 - 400 мм

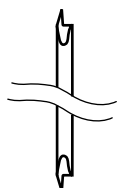


Для Ø500 - 630 мм

В миллиметрах

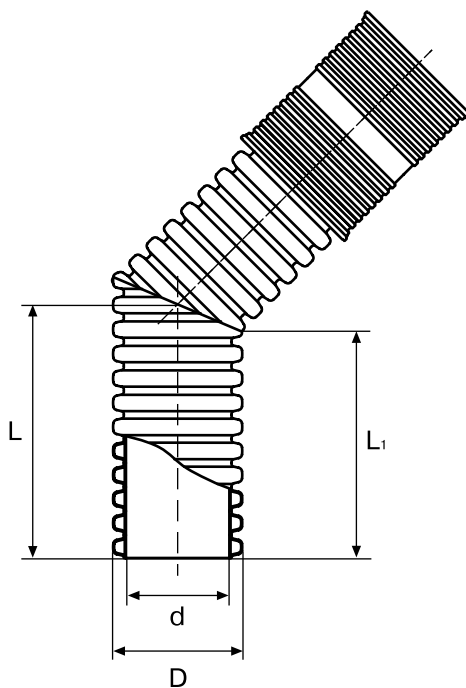
Номинальный наружный диаметр ПП трубы, D	Внутренний диаметр муфты, d	L	
		Тип 1	Тип2
160	162	-	173
200	202	-	182
225	228	150	217
250	253	150	195
315	318	-	223
400	405	-	279
500	503	-	185
630	633	-	226

Уплотнитель резиновый



Для труб номинальным наружным диаметром 160, 200, 225, 250, 315, 400, 500 и 630 мм

ПП отводы 7,5° 15°, 30°



В миллиметрах

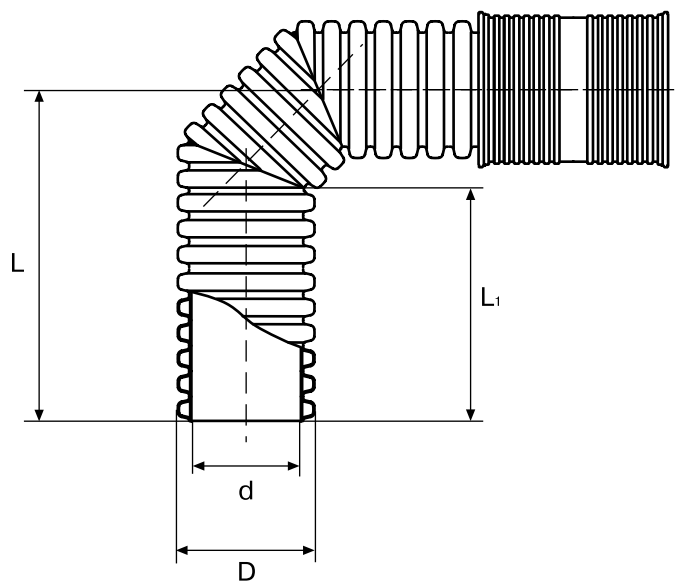
Номинальный наружный диаметр, D	Внутренний диаметр, d	L			L ₁
		7,5°	15°	30°	
160	139,4	306	311	321	300
200	173,5	307	313	327	300
225	195,7	308	315	330	300
250	217,4	309	317	333	300
315	274,8	361	371	392	350
400	348,1	413	427	454	400
500	431,6	417	433	467	400
630	542,0	621	642	685	600

ПП отвод 45°

В миллиметрах

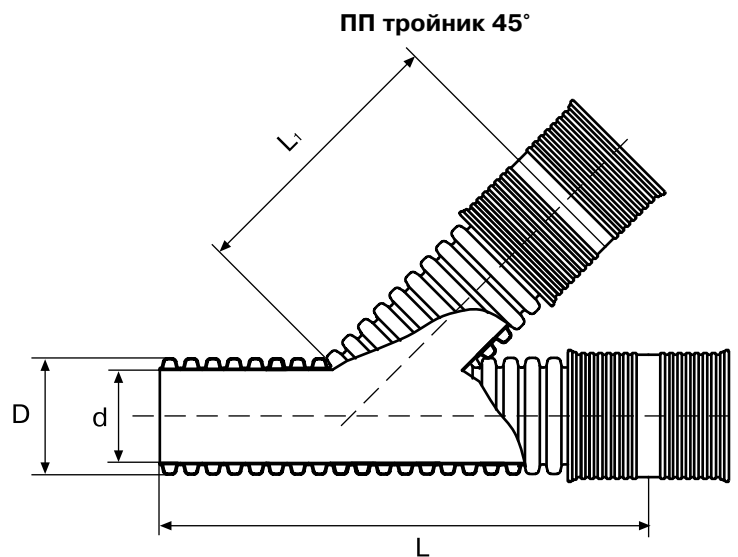
Номинальный наружный диаметр, D	Внутренний диаметр, d	L	L ₁
160	139,4	333	300
200	173,5	341	300
225	195,7	346	300
250	217,4	352	300
315	274,8	415	350
400	348,1	483	400
500	431,6	504	400
630	542,0	731	600

ПП отвод 90°



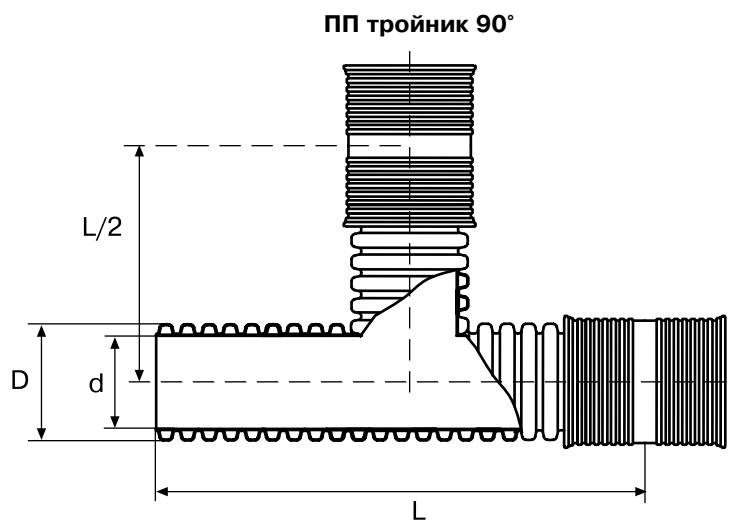
В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр, D	Внутренний диаметр, d	L	L ₁
160	139,4	521	300
200	173,5	541	300
225	195,7	553	300
250	217,4	566	300
315	274,8	720	350
400	348,1	812	400
500	431,6	933	400
630	542,0	1198	600



В миллиметрах

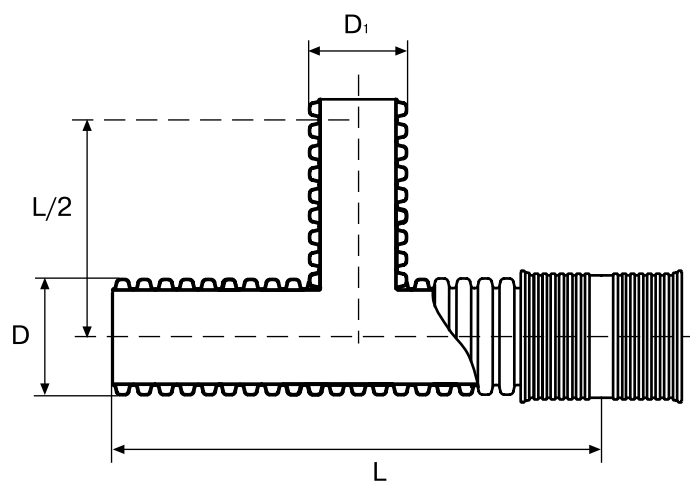
Номинальный наружный диаметр, D	Внутренний диаметр, d	L	L ₁
160	139,4	610	350
200	173,5	650	430
225	195,7	670	490
250	217,4	690	550
315	274,8	1200	700
400	348,1	1600	1100
500	431,6	1600	1100
630	542,0	2630	1860



В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр, D	Внутренний диаметр, d	L
160	139,4	610
200	173,5	650
225	195,7	670
250	217,4	690
315	274,8	1200
400	348,1	1600
500	431,6	1600
630	542,0	2630

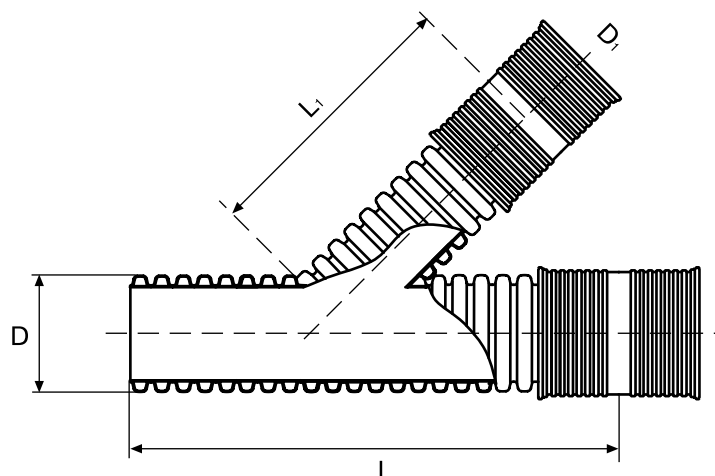
ПП тройник инспекционный неравнопроходной 90°



В миллиметрах

D	D ₁	L
200	160	650
225	160	670
	200	
250	160	690
	200	
	230	
315	160	1200
	200	
	230	
	250	
400	160	1600
	200	
	230	
	250	
	315	
500	160	1600
	200	
	230	
	250	
	315	
	400	
630	160	2630
	200	
	225	
	250	
	315	
	400	
	500	

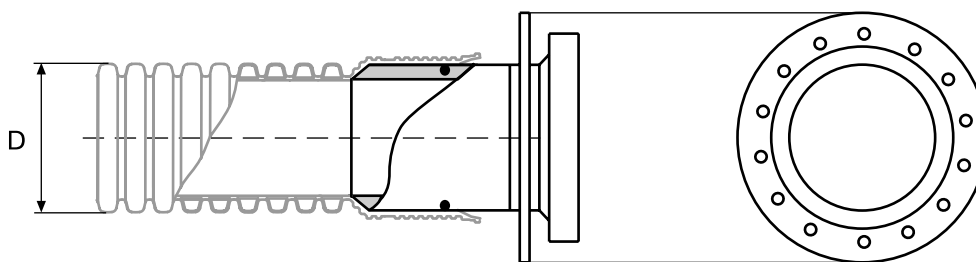
ПП тройник переходный 45°



В миллиметрах

D	D ₁	L	L ₁
200	160	650	350
225	160	670	350
	200		430
250	160	690	350
	200		430
	230		490
315	160	1200	350
	200		430
	230		490
	250		550
400	160	1600	350
	200		430
	230		490
	250		550
	315		700
500	160	1600	350
	200		430
	230		490
	250		550
	315		700
	400		1100
630	160	2630	350
	200		430
	230		490
	250		550
	315		700
	400		1100
	500		1100

Переход на стандартное фланцевое соединение

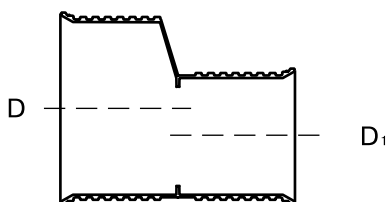


В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр, ПП гофрированной трубы D	d _y стального фланца
160	150
200	200
225	200
250	250
315	300
400	400
500	500
630	600

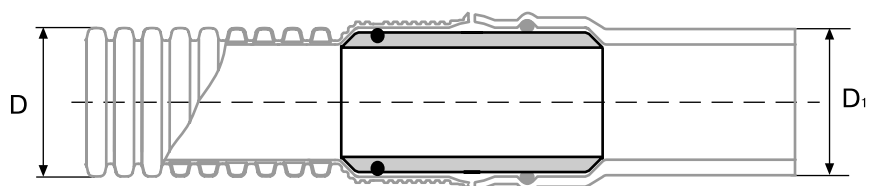
ПП переход

В миллиметрах



D	D ₁
200	160
225	160
	200
250	160
	200
	230
315	160
	200
	230
	250
400	160
	200
	230
	250
	315
500	160
	200
	230
	250
	315
	400
630	160
	200
	230
	250
	315
	400
	500

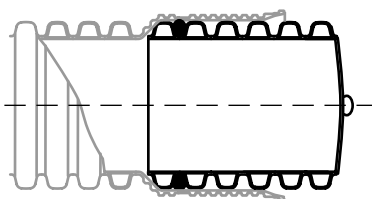
ПП переход на раструб трубы ПВХ



В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр ПП трубы, D	Наружный диаметр ПВХ трубы, D ₁
160	160
200	200
250	250
315	315
400	400
500	500
630	630

ПП заглушка



В миллиметрах

Номинальный наружный диаметр, D
160
200
225
250
315
400
500
630

Приложение Б
Химическая стойкость ПП гофрированных труб

Таблица Б.1

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °С	Химическая стойкость
Адипиновая кислота	Насыщенный водный раствор	60	С
Азотная кислота	6,13%-ный водный расвор	20	С
		40	-
		60	О
	40%-ный водный раствор	20	О
		40	-
		60	Н
Аммиак	Газообразный, сухой, 100%-ный, чистый	20	С
		40	С
		60	С
	Водный, насыщенный на холоде	40	С
		60	С
Аммония карбонат	50%-ный водный раствор	40	С
		60	С
Аммония нитрат	Водный насыщенный раствор	40	С
		60	С
Аммония сульфат	Насыщенный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Аммония сульфид	Водный раствор любой концентрации	20	С
		40	С
		60	С
Аммония фосфат	Водный раствор любой концентрации	40	С
		60	С
Аммония хлорид	Насыщенный водный раствор	40	С
		60	С
		80	С
Анилина хлоргидрат	То же	20	С
		40	С
		60	О
Ацетальдегид	Технически чистый	20	О
		40	Н
		60	-
Ацетон	То же	20	С
		40	С
		60	С
Бария соли	Водные растворы любой концентрации	60	С
Бензин	Технически чистый	20	О
		40	-
		60	Н
Бензойная кислота	Водный раствор любой концентрации	20	С
		40	С
		60	С
Борная кислота	Водный раствор любой концентрации	40	С
		60	С
Бром	Насыщенный водный раствор	20	Н
		40	Н
		60	Н
Бромистоводородная кислота	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °C	Химическая стойкость
Бутан	Технический	20	С
		60	-
Бутадиен	То же	20	О
		40	С
		60	С
Бутанол	То же	20	С
		40	С
		60	С
Бутилацетат	То же	20	О
		40	-
		60	Н
Винилацетат	То же	20	С
		60	О
Винная кислота	Любая водная	20	С
		40	С
		60	С
Вино любое	Торговая	20	С
		40	С
		60	С
Вискозно-прядельный раствор	-	20	С
		40	С
		60	С
Вода дистиллированная, деминерализованная, обессоленная	-	60	С
Вода минеральная	-	60	С
Вода морская	-	60	С
Водород	Технический	20	С
		40	С
		60	С
Водород хлористый	Технический газообразный 100%-ный	20	С
		40	С
		60	-
Водорода перекись	30%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	О
	90%-ный водный раствор	20	Н
		40	-
		60	-
Воздух сжатый, содержащий масло	-	20	О
		40	-
Гексан	100%-ный, технический	20	О
		40	-
		60	Н
Этиленгликоль	100%-ный	20	С
		60	С
Гликолевая (уксусная) кислота	37%-ный водный раствор	20	С
		40	-
		60	-
Глицерин	Технический	40	С
		60	С
Глюкоза	Водный раствор любой концентрации	20	С
		40	С
		60	С
Декалин	Технический	20	О
		60	О

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °C	Химическая стойкость
Дибutilфталат	Технический	20	С
		40	О
		60	О
Дигликолевая кислота	30%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Диметилформамид	Технический чистый	20	С
		40	С
		60	С
Диэтиловый эфир	То же	120	С
Диметиламин	Технический	20	С
Диметилформамид	То же	20	С
		40	С
		60	С
Диоксан	То же	20	О
		40	О
		60	О
Дихлорбензол	То же	20	О
		60	-
Дихлорэтан	То же	20	О
Диэтиламин	То же	20	С
Диэтиловый эфир	То же	20	С
Дубильная кислота	Любая водная	20	С
		40	С
		60	С
Желатин	Любой водный	40	С
		60	С
Изопропанол	Технический	20	С
		40	С
		60	С
Изопропиловый эфир	То же	20	О
		60	Н
Йод 6,5%-ный	раствор в этаноле	20	С
Калия алюмосульфат	50%-ный водный	20	С
		40	С
		60	С
Калия бихромат	Насыщенный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
		80	С
Калия йодид	Насыщенный	20	С
		40	С
		60	С
Калия карбонат	Насыщенный водный раствор	40	С
		60	С
Калия нитрат	50%-ный водный раствор	40	С
		60	С
Калия перманганат	Насыщенный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Калия перхлорат	То же	20	С
		40	С
		60	С

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °С	Химическая стойкость
Калия персульфат	Водные растворы любой концентрации	20	С
		40	С
		60	С
Калия сульфат	То же	20	С
		40	С
		60	О
Калия цианид	Насыщенный водный раствор	40	С
		60	С
Калия гипохлорид	Насыщенный водный раствор, содержащий 12,5% активного хлора	20	С
		40	С
		60	С
Калия хлорид	Насыщенный водный раствор	40	С
		60	С
Камфора	-	20	С
		60	С
Кислород	Любой концентрации	20	С
		40	-
		60	О
Кремниевая кислота	То же	60	С
Кремнефтористово- дородная кислота	32%-ный водный раствор	20	С
		40	-
		60	-
	90%-ный водный раствор	20	-
		60	-
Лимонная кислота	10%-ная	20	С
		40	С
		60	С
Магния соли	Любые водные растворы	40	С
		60	С
Мазут	-	20	О
		40	Н
Малеиновая кислота	Насыщенный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Масла и жиры растительные	-	20	С
		40	С
		60	О
Масло веретенное	-	20	С
		40	О
		60	Н
Масло камфорное	-	20	Н
Масло минеральное, не содержащее ароматических веществ	-	20	С
		40	С
		60	О
Масло моторное	-	20	-
		60	Н
Меди соли	Водные растворы любой концентрации	20	С
		40	О
		60	Н
Ментол	100%-ный	20	С
		60	О
Метан	Технический	20	С
		60	-

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °C	Химическая стойкость
Метанол	Любой	20	С
		40	С
		60	С
Метиламин	32%-ный водный	20	С
		60	-
Метилэтилкетон	Технический	20	С
		40	О
		60	О
Молоко	-	20	С
		40	С
		60	С
Молочная кислота	90%-ная водная	20	С
		40	С
		60	С
Морфолин	Технический	20	С
		40	С
		60	С
Мочевина	Водные растворы до 30%	40	С
		60	С
Муравьиная кислота	Водный раствор до 50%	20	С
		40	С
		60	С
	Техническая	20	С
		40	О
		60	Н
Мыльный раствор	Любой водный	60	С
Мышьяковая кислота	80%-ная водная	40	С
		60	С
Натрия ацетат	Любой водный	20	С
		40	С
		60	С
Натрия бромат	То же	20	С
		40	О
		60	-
Натрия гидрооксид	До 10% водный раствор	40	С
		60	С
	До 30% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	Насыщенный раствор	20	С
		60	С
Натрия гидросульфит	До 10% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Натрия йодит	Любой водный раствор	20	С
		40	-
		60	-
Натрия карбонат	Насыщенный водный раствор	60	С
Натрия нитрат	То же	40	С
		60	С

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °C	Химическая стойкость
Натрия бикарбонат	Насыщенный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Натрия сульфат	Насыщенный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Натрия сульфит	То же	20	С
		40	С
		60	С
Натрия нитрит	Насыщенный водный	20	С
Озон	100%-ный	20	С
		60	С
Олеиновая кислота	Техническая чистая	20	С
		40	С
		60	О
Олеум	10%-ный, SO ₃	20	Н
		60	Н
Отходящие газы, содержащие диоксид углерода	Любая	60	С
Перхлорэтилен, тетрахлорэтилен	Технические	20	О
		40	-
		60	Н
Пикриновая кислота	1%-ный водный раствор	20	С
		60	-
Пропан	Технический жидкий	20	С
		60	-
		60	С
Пропилена окись	Техническая	20	С
Ртуть	Чистая	20	С
		40	С
		60	С
Сахарный сироп	Любой	40	С
		60	С
Светильный газ	-	20	С
Свинца ацетат	Насыщенный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Серебра соли	Насыщенный раствор	40	С
		60	С
Серная кислота	До 40% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	До 60% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	До 80% водный раствор	20	С
		40	С
		60	О
	90%-ный водный раствор	20	О
		60	-
	96%-ный водный раствор	20	Н
		60	О

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °C	Химическая стойкость
Сероводород	Технический газообразный	20	С
		40	С
		60	С
	Насыщенный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Сера	Техническая чистая	20	С
		40	С
		60	С
Сероуглерод	Технический	20	С
		60	-
Серы двуокись	Ангидрид	20	С
		40	С
		60	С
	Любой концентрации	20	С
		40	С
		60	С
	Техническая жидкая	20	Н
Силиконовые масла	-	20	С
		40	С
Синильная кислота	Техническая	20	С
		40	С
		60	С
Соляная кислота	5%-ный водный раствор	20	О
		40	-
		60	С
	10%-ная водная	20	С
		40	С
		60	С
	До 30% водная	20	С
		40	С
		60	С
	36%-ная водная	20	С
		40	С
		60	С
Смесь кислот: Серная Азотная Вода	48%	20	Н
	49%	40	-
	3%	60	-
Смесь кислот: Серная Азотная Вода	10%	20	-
	20%	40	-
	70%	-	-
Смесь кислот: Азотная (15%-ная) Фтористо-водородная (5%-ная) Серная (18%-ная)	3 части	20	Н
	1 часть	40	-
	2 части	-	-
Смесь кислот: Серная Азотная Вода	30%	20	С
	60%	40	С
	10%	-	-

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °С	Химическая стойкость
Спиртные напитки	40%-ные	20	С
Стеариновая кислота	Техническая	20	С
		40	-
		60	О
Сурьмы хлорид	90%-ный водный	20	С
		40	С
		60	С
Тетрагидрофуран	Технический	20	Н
Тетрахлорэтан	То же	20	О
		60	Н
Толуол	То же	20	О
		60	О
Трихлоруксусная кислота	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	Техническая чистая	20	С
		40	С
		60	С
Трихлорэтилен	Технический	20	С
Триэтанолламин	То же	20	С
Углерода двуокись	Техническая сухая	20	С
		40	С
		60	С
Уксусная кислота	10%-ный водный раствор	20	С
		40	С
	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	Техническая чистая	20	С
		40	С
		60	О
Уксусной кислоты ангидрид	Технический	20	С
		40	О
Фенол	До 10% водный	20	С
		40	С
		60	С
	До 90% водный	20	С
		40	С
		60	С
Формальдегид (формалин)	40%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	-
Фосфора хлорид	Технический	20	С
Фосфорная кислота	До 30% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	До 50% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	85%-ный водный расвор	20	С
		40	С
		60	С
Фосфорный ангидрид (2 кл. оп)	Технический	20	С
		40	-

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °C	Химическая стойкость
Фотографическая эмульсия	Любая	20	С
		40	С
Фотографический закрепитель	Торговый	20	С
		40	С
Фруктовые соки	-	20	С
		40	С
		60	С
Фтористо-водородная (плавиковая) кислота	До 40% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	70%-ный водный раствор	20	С
		60	-
Хлор газообразный	100%-ный	20	О
		60	Н
Хлор жидкий	100%-ный	20	Н
		60	Н
Хлорбензол	Технический	20	С
		60	-
Хлорметанол	То же	20	О
Хлорная вода	Насыщенный раствор	20	О
		40	-
Хлороформ	Технический	20	О
		60	Н
Хлорсульфоновая кислота	Техническая	20	Н
		60	Н
Хлоруксусная кислота	50%-ная водная	20	С
		40	С
		60	С
	Техническая	20	С
		40	С
		60	С
Хромовая кислота	До 50% водная	20	С
		40	Н
		60	Н
Смесь кислот: Хромовая Серная Вода	5 ч	20	Н
	2 ч	40	-
	3 ч	60	-
Царская водка	Концентрированная	20	О
		40	Н
Циклогексан	Технический	20	С
		40	-
		60	-
Циклогексанол	То же	20	С
		40	О
		60	О
Цинка соли	Любые водные растворы	40	С
		60	С
Щавелевая кислота	Разбавленная водная	20	С
		40	С
		60	С

Химическая стойкость гофрированных труб из полипропилена при различных температурах

Вещество	Концентрация	Температура °C	Химическая стойкость
Этилацетат	Технический	20	С
		40	С
		60	С
Этиленгликоль	То же	20	С
		40	С
		60	С
Этилендиамин	То же	20	С
		40	-
		60	-
Этиловый спирт (этанол)	Технический, 96%-ный	40	С
		60	С
Этиловый эфир акриловой кислоты	Технический	20	-
Этил хлористый	То же	20	О
Яблочная кислота	1%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Янтарная кислота	Любой концентрации	20	С
		40	С
		60	С

Таблица Б.2

Оценка химической стойкости полипропилена

Условное обозначение стойкости материала	Изменение, %	
	массы	прочности
С	± 3-5	до 10
О	до + 15 или - 10	10,1 - 15
Н	более + 15 или - 10	более 15

Примечание. Условное обозначение химической стойкости материала означает:

С - стоек:

в среде данной концентрации при данной температуре не происходит химического разрушения полимера;

О - относительно стоек:

в среде данной концентрации при данной температуре происходит частичная потеря несущей способности полимера. Трубы должны применяться с повышенным запасом прочности;

Н - не стоек:

в среде данной концентрации при данной температуре применение труб недопустимо;

- не испытан.

Приложение В

Таблицы для гидравлического расчета самотечных трубопроводов

Порядок выполнения гидравлических расчетов безнапорных трубопроводов с использованием таблиц

Таблицы рассчитаны по формуле (2.2) Дарси-Вейсбаха:

$$i = \frac{\lambda \cdot V^b}{2 \cdot g \cdot 4 \cdot R} = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot 4 \cdot R} \cdot \left(\frac{V_0}{V} \right)^{2-b} \quad (2.2)$$

в которой коэффициент λ определяется по формуле (2.3) при $K_{\text{э}} = 0,02$ мм и $\alpha = 0,258$.

$$\lambda = 0,2 \cdot \left(\frac{K_{\text{э}}}{4 \cdot R} \right)^{\alpha} \quad (2.3)$$

Таблицы составлены для гофрированных труб из полипропилена наружным диаметром 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630 мм.

На каждой странице таблиц указаны наружный и внутренний диаметр. Значение расчетного диаметра принято равным внутреннему диаметру. В левой колонке каждой таблицы приведены значения наполнения трубопровода от 0,3 до 1. Наполнения менее 0,3 не экономичны и запрещены СНиП 2.04.01-85, во избежание образования в трубопроводе «сухого течения» и неоправданного увеличения диаметров труб.

Последующие колонки содержат значения уклона трубопровода и соответствующие значения расхода жидкости, л/с, и скорости, м/с.

При определении проектного уклона безнапорных трубопроводов расчетное значение i следует умножить на коэффициент увеличения потерь напора, равный для раструбных соединений на резиновых уплотнителях труб диаметрами 110-225 мм - 1,015; 250-630 мм - 1,01.

Номинальный наружный диаметр (D) 160 мм

Внутренний диаметр (D₁) = 139,4 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	0,740	0,1947	1,228	0,3231	1,615	0,4249	1,947	0,5122	2,241	0,5896
0,4	1,312	0,2347	2,160	0,3864	2,830	0,5062	3,402	0,6087	3,910	0,6995
0,5	2,034	0,2667	3,331	0,4367	4,352	0,5706	5,224	0,6850	5,997	0,7863
0,6	2,811	0,2908	4,585	0,4745	5,981	0,6188	7,172	0,7421	8,226	0,8512
0,7	3,515	0,3069	5,721	0,4995	7,454	0,6507	8,932	0,7798	10,240	0,8940
0,8	4,109	0,3137	6,682	0,5101	8,702	0,6643	10,425	0,7959	11,949	0,9122
0,9	4,460	0,3084	7,259	0,5019	9,456	0,6538	11,330	0,7834	12,989	0,8981
1,0	4,068	0,2667	6,661	0,4367	8,704	0,5706	10,449	0,6850	11,994	0,7863

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	2,509	0,6601	2,756	0,7252	2,987	0,7860	3,205	0,8432	3,411	0,8974
0,4	4,372	0,7821	4,798	0,8583	5,195	0,9294	5,569	0,9963	5,924	1,0597
0,5	6,699	0,8783	7,346	0,9632	7,950	1,0424	8,518	1,1168	9,056	1,1873
0,6	9,183	0,9502	10,065	1,0415	10,888	1,1266	11,661	1,2066	12,394	1,2824
0,7	11,427	0,9976	12,521	1,0931	13,540	1,1822	14,499	1,2659	15,407	1,3451
0,8	13,332	1,0178	14,606	1,1151	15,794	1,2058	16,911	1,2910	17,969	1,3718
0,9	14,495	1,0022	15,882	1,0981	17,175	1,1875	18,391	1,2716	19,541	1,3511
1,0	13,398	0,8783	14,693	0,9632	15,900	1,0424	17,036	1,1168	18,112	1,1873

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	3,795	0,9984	4,149	1,0915	4,478	1,1782	4,788	1,2596	5,080	1,3366
0,4	6,583	1,1776	7,190	1,2862	7,755	1,3873	8,286	1,4822	8,787	1,5720
0,5	10,056	1,3185	10,976	1,4392	11,833	1,5515	12,637	1,6569	13,397	1,7566
0,6	13,756	1,4234	15,008	1,5530	16,174	1,6736	17,268	1,7868	18,301	1,8938
0,7	17,095	1,4925	18,647	1,6280	20,091	1,7540	21,445	1,8723	22,726	1,9841
0,8	19,935	1,5218	21,742	1,6598	23,424	1,7882	25,001	1,9086	26,492	2,0224
0,9	21,681	1,4991	23,648	1,6351	25,479	1,7617	27,198	1,8805	28,820	1,9927
1,0	20,112	1,3185	21,953	1,4392	23,666	1,5515	25,274	1,6569	26,794	1,7566

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	5,359	1,4099	5,625	1,4798	5,880	1,5469	6,125	1,6114	6,362	1,6737
0,4	9,265	1,6573	9,720	1,7388	10,156	1,8169	10,576	1,8920	10,981	1,9644
0,5	14,120	1,8513	14,809	1,9417	15,470	2,0283	16,105	2,1116	16,718	2,1919
0,6	19,284	1,9954	20,222	2,0925	21,120	2,1854	21,983	2,2748	22,816	2,3609
0,7	23,942	2,0903	25,103	2,1916	26,215	2,2887	27,284	2,3821	28,315	2,4720
0,8	27,908	2,1306	29,260	2,2338	30,555	2,3326	31,799	2,4276	32,999	2,5192
0,9	30,364	2,0994	31,835	2,2011	33,245	2,2986	34,600	2,3923	35,907	2,4827
1,0	28,240	1,8513	29,619	1,9417	30,940	2,0283	32,211	2,1116	33,436	2,1919

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	7,439	1,9570	8,385	2,2059	9,211	2,4234
0,4	12,823	2,2939	14,439	2,5830	15,850	2,8354
0,5	19,504	2,5572	21,947	2,8775	24,079	3,1571
0,6	26,601	2,7526	29,919	3,0959	32,814	3,3955
0,7	32,999	2,8810	37,105	3,2394	40,686	3,5521
0,8	38,452	2,9355	43,231	3,3003	47,400	3,6186
0,9	41,846	2,8933	47,051	3,2532	51,591	3,5671
1,0	39,008	2,5572	43,893	2,8775	48,158	3,1571

Номинальный наружный диаметр (D) 200 мм

Внутренний диаметр (D₁) = 173,5 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	1,424	0,2420	2,305	0,3916	3,000	0,5096	3,593	0,6103	4,119	0,6996
0,4	2,514	0,2903	4,040	0,4666	5,240	0,6052	6,263	0,7232	7,169	0,8279
0,5	3,886	0,3289	6,216	0,5261	8,043	0,6808	9,599	0,8124	10,976	0,9290
0,6	5,358	0,3579	8,543	0,5706	11,038	0,7373	13,159	0,8790	15,036	1,0044
0,7	6,691	0,3771	10,647	0,6001	13,744	0,7746	16,375	0,9229	18,703	1,0541
0,8	7,818	0,3853	12,431	0,6126	16,040	0,7905	19,106	0,9416	21,818	1,0753
0,9	8,489	0,3789	13,507	0,6029	17,435	0,7782	20,771	0,9271	23,724	1,0589
1,0	7,771	0,3289	12,431	0,5261	16,087	0,6808	19,197	0,8124	21,951	0,9290

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	4,597	0,7808	5,038	0,8557	5,449	0,9256	5,836	0,9913	6,202	1,0535
0,4	7,991	0,9229	8,749	1,0104	9,456	1,0920	10,120	1,1688	10,749	1,2414
0,5	12,225	1,0347	13,376	1,1321	14,448	1,2229	15,456	1,3082	16,409	1,3889
0,6	16,738	1,1181	18,307	1,2228	19,767	1,3203	21,139	1,4120	22,436	1,4987
0,7	20,813	1,1730	22,757	1,2826	24,566	1,3845	26,266	1,4803	27,874	1,5710
0,8	24,276	1,1964	26,540	1,3080	28,648	1,4118	30,627	1,5094	32,499	1,6017
0,9	26,399	1,1783	28,863	1,2883	31,157	1,3907	33,313	1,4869	35,351	1,5779
1,0	24,449	1,0347	26,752	1,1321	28,897	1,2229	30,912	1,3082	32,819	1,3889

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	6,884	1,1694	7,512	1,2760	8,096	1,3752	8,644	1,4684	9,163	1,5565
0,4	11,919	1,3765	12,995	1,5007	13,996	1,6163	14,935	1,7248	15,823	1,8274
0,5	18,183	1,5390	19,813	1,6770	21,330	1,8053	22,752	1,9257	24,096	2,0394
0,6	24,850	1,6599	27,067	1,8080	29,129	1,9457	31,063	2,0749	32,891	2,1970
0,7	30,863	1,7395	33,609	1,8942	36,162	2,0381	38,556	2,1730	40,818	2,3005
0,8	35,981	1,7732	39,178	1,9308	42,151	2,0773	44,939	2,2147	47,572	2,3445
0,9	39,142	1,7471	42,624	1,9025	45,861	2,0470	48,897	2,1825	51,764	2,3105
1,0	36,367	1,5390	39,626	1,6770	42,659	1,8053	45,504	1,9257	48,192	2,0394

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	9,656	1,6402	10,127	1,7202	10,578	1,7968	11,012	1,8705	11,430	1,9415
0,4	16,667	1,9248	17,472	2,0178	18,244	2,1069	18,985	2,1926	19,700	2,2751
0,5	25,373	2,1475	26,591	2,2506	27,758	2,3494	28,880	2,4444	29,961	2,5358
0,6	34,626	2,3129	36,282	2,4235	37,868	2,5294	39,392	2,6312	40,860	2,7293
0,7	42,966	2,4216	45,016	2,5371	46,978	2,6477	48,865	2,7540	50,681	2,8564
0,8	50,073	2,4677	52,459	2,5853	54,743	2,6979	56,939	2,8061	59,054	2,9104
0,9	54,487	2,4320	57,085	2,5480	59,572	2,6590	61,965	2,7658	64,268	2,8686
1,0	50,745	2,1475	53,182	2,2506	55,516	2,3494	57,760	2,4444	59,922	2,5358

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	13,333	2,2648	15,002	2,5484	16,505	2,8037
0,4	22,951	2,6506	25,801	2,9797	28,365	3,2758
0,5	34,875	2,9518	39,181	3,3162	43,053	3,6439
0,6	47,535	3,1751	53,380	3,5655	58,635	3,9166
0,7	58,939	3,3218	66,168	3,7293	72,667	4,0956
0,8	68,666	3,3841	77,080	3,7987	84,643	4,1715
0,9	74,738	3,3359	83,901	3,7449	92,141	4,1127
1,0	69,751	2,9518	78,361	3,3162	86,105	3,6439

Номинальный наружный диаметр (D) 225 мм

Внутренний диаметр (D₁) = 195,7 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	2,141	0,2756	3,419	0,4402	4,424	0,5695	5,280	0,6797	6,039	0,7774
0,4	3,769	0,3299	5,981	0,5235	7,714	0,6752	9,189	0,8043	10,496	0,9186
0,5	5,815	0,3730	9,189	0,5894	11,827	0,7586	14,069	0,9024	16,053	1,0297
0,6	8,009	0,4054	12,618	0,6387	16,217	0,8209	19,274	0,9757	21,978	1,1125
0,7	9,994	0,4269	15,717	0,6713	20,182	0,8621	23,973	1,0240	27,324	1,1671
0,8	11,674	0,4360	18,346	0,6852	23,549	0,8796	27,966	1,0445	31,869	1,1903
0,9	12,680	0,4289	19,940	0,6745	25,602	0,8660	30,409	1,0286	34,657	1,1723
1,0	11,631	0,3730	18,378	0,5894	23,654	0,7586	28,138	0,9024	32,106	1,0297

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	6,728	0,8662	7,363	0,9479	7,956	1,0242	8,513	1,0959	9,040	1,1637
0,4	11,681	1,0223	12,772	1,1178	13,788	1,2067	14,744	1,2904	15,648	1,3695
0,5	17,851	1,1451	19,507	1,2512	21,048	1,3501	22,497	1,4431	23,867	1,5309
0,6	24,427	1,2365	26,681	1,3506	28,780	1,4568	30,752	1,5567	32,616	1,6510
0,7	30,360	1,2968	33,153	1,4161	35,753	1,5271	38,195	1,6314	40,504	1,7300
0,8	35,406	1,3224	38,658	1,4439	41,686	1,5570	44,531	1,6632	47,219	1,7636
0,9	38,509	1,3026	42,047	1,4223	45,347	1,5339	48,442	1,6386	51,369	1,7376
1,0	35,704	1,1451	39,014	1,2512	42,098	1,3501	44,996	1,4431	47,736	1,5309

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	10,020	1,2900	10,922	1,4061	11,762	1,5141	12,549	1,6155	13,294	1,7114
0,4	17,329	1,5166	18,874	1,6519	20,311	1,7776	21,659	1,8956	22,933	2,0071
0,5	26,414	1,6943	28,754	1,8444	30,930	1,9840	32,970	2,1148	34,897	2,2384
0,6	36,081	1,8264	39,262	1,9875	42,220	2,1372	44,993	2,2776	47,613	2,4102
0,7	44,795	1,9133	48,734	2,0816	52,395	2,2380	55,828	2,3846	59,070	2,5230
0,8	52,215	1,9502	56,802	2,1215	61,065	2,2808	65,061	2,4300	68,835	2,5710
0,9	56,808	1,9216	61,804	2,0906	66,446	2,2476	70,797	2,3948	74,910	2,5339
1,0	52,831	1,6943	57,510	1,8444	61,862	1,9840	65,942	2,1148	69,797	2,2384

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	14,002	1,8025	14,677	1,8894	15,324	1,9727	15,946	2,0528	16,546	2,1300
0,4	24,143	2,1130	25,298	2,2141	26,404	2,3109	27,467	2,4039	28,492	2,4936
0,5	36,728	2,3558	38,474	2,4679	40,147	2,5752	41,754	2,6782	43,302	2,7776
0,6	50,100	2,5361	52,473	2,6562	54,745	2,7712	56,928	2,8817	59,031	2,9882
0,7	62,147	2,6545	65,083	2,7799	67,895	2,9000	70,595	3,0154	73,198	3,1265
0,8	72,417	2,7048	75,835	2,8324	79,108	2,9547	82,251	3,0721	85,280	3,1852
0,9	78,809	2,6658	82,534	2,7918	86,096	2,9123	89,523	3,0282	92,819	3,1397
1,0	73,457	2,3558	76,951	2,4679	80,296	2,5752	83,510	2,6782	86,608	2,7776

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	19,274	2,4812	21,666	2,7891	23,818	3,0662
0,4	33,150	2,9012	37,230	3,2583	40,900	3,5795
0,5	50,340	3,2290	56,501	3,6242	62,041	3,9796
0,6	68,586	3,4718	76,950	3,8952	84,467	4,2757
0,7	85,017	3,6313	95,359	4,0731	104,65	4,4701
0,8	99,036	3,6990	111,07	4,1485	121,89	4,5525
0,9	107,80	3,6466	120,92	4,0901	132,70	4,4887
1,0	100,68	3,2290	113,01	3,6242	124,09	3,9796

Номинальный наружный диаметр (D) 250 мм

Внутренний диаметр (D_i) = 217,4 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	2,758	0,2984	4,371	0,4729	5,637	0,6099	6,716	0,7266	7,671	0,8299
0,4	4,848	0,3566	7,638	0,5618	9,822	0,7224	11,678	0,8589	13,320	0,9797
0,5	7,473	0,4028	11,725	0,6320	15,047	0,8111	17,868	0,9632	20,361	1,0976
0,6	10,284	0,4375	16,091	0,6846	20,622	0,8773	24,467	1,0409	27,863	1,1854
0,7	12,828	0,4605	20,037	0,7193	25,657	0,9210	30,424	1,0921	34,634	1,2432
0,8	14,981	0,4703	23,384	0,7340	29,933	0,9396	35,487	1,1139	40,390	1,2678
0,9	16,276	0,4627	25,418	0,7226	32,545	0,9252	38,588	1,0970	43,928	1,2488
1,0	14,945	0,4028	23,449	0,6320	30,092	0,8111	35,734	0,9632	40,721	1,0976

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	8,537	0,9237	9,336	1,0101	10,080	1,0906	10,780	1,1663	11,442	1,2379
0,4	14,809	1,0892	16,181	1,1901	17,457	1,2840	18,657	1,3723	19,792	1,4558
0,5	22,620	1,2194	24,700	1,3315	26,636	1,4358	28,454	1,5339	30,174	1,6266
0,6	30,940	1,3162	33,771	1,4367	36,405	1,5487	38,879	1,6540	41,218	1,7535
0,7	38,446	1,3801	41,953	1,5060	45,216	1,6231	48,281	1,7331	51,178	1,8371
0,8	44,830	1,4072	48,915	1,5354	52,715	1,6547	56,283	1,7667	59,656	1,8726
0,9	48,761	1,3862	53,207	1,5126	57,344	1,6302	61,231	1,7407	64,903	1,8451
1,0	45,239	1,2194	49,399	1,3315	53,270	1,4358	56,907	1,5339	60,347	1,6266

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	12,673	1,3711	13,806	1,4937	14,859	1,6076	15,848	1,7145	16,782	1,8156
0,4	21,903	1,6110	23,842	1,7536	25,644	1,8862	27,335	2,0105	28,933	2,1280
0,5	33,370	1,7988	36,306	1,9571	39,034	2,1041	41,592	2,2420	44,008	2,3723
0,6	45,564	1,9384	49,556	2,1082	53,264	2,2660	56,740	2,4139	60,023	2,5535
0,7	56,559	2,0302	61,500	2,2076	66,089	2,3724	70,392	2,5268	74,455	2,6727
0,8	65,922	2,0692	71,674	2,2498	77,018	2,4175	82,026	2,5748	86,756	2,7232
0,9	71,724	2,0390	77,989	2,2171	83,810	2,3826	89,263	2,5376	94,416	2,6841
1,0	66,738	1,7988	72,609	1,9571	78,065	2,1041	83,182	2,2420	88,014	2,3723

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	17,669	1,9116	18,516	2,0033	19,328	2,0911	20,108	2,1755	20,860	2,2568
0,4	30,450	2,2396	31,897	2,3461	33,284	2,4481	34,616	2,5461	35,900	2,6405
0,5	46,303	2,4960	48,491	2,6139	50,587	2,7269	52,601	2,8355	54,541	2,9401
0,6	63,140	2,6861	66,113	2,8126	68,960	2,9337	71,694	3,0500	74,329	3,1621
0,7	78,312	2,8111	81,990	2,9431	85,512	3,0696	88,895	3,1910	92,154	3,3080
0,8	91,245	2,8641	95,526	2,9985	99,627	3,1272	103,56	3,2508	107,36	3,3698
0,9	99,305	2,8231	103,97	2,9556	108,43	3,0826	112,72	3,2045	116,85	3,3219
1,0	92,603	2,4960	96,979	2,6139	101,17	2,7269	105,20	2,8355	109,08	2,9401

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	24,279	2,6267	27,275	2,9509	29,971	3,2425
0,4	41,736	3,0697	46,846	3,4456	51,441	3,7836
0,5	63,356	3,4152	71,071	3,8311	78,006	4,2050
0,6	86,295	3,6712	96,765	4,1166	106,17	4,5169
0,7	106,95	3,8392	119,90	4,3040	131,53	4,7215
0,8	124,58	3,9105	139,65	4,3834	153,18	4,8083
0,9	135,61	3,8553	152,03	4,3219	166,77	4,7411
1,0	126,71	3,4152	142,14	3,8311	156,01	4,2050

Номинальный наружный диаметр (D) 315 мм

Внутренний диаметр (D₁) = 274,8 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	5,412	0,3665	8,430	0,5708	10,788	0,7305	12,791	0,8661	14,563	0,9861
0,4	9,479	0,4363	14,688	0,6761	18,747	0,8630	22,190	1,0215	25,232	1,1615
0,5	14,574	0,4917	22,504	0,7592	28,671	0,9673	33,896	1,1436	38,511	1,2993
0,6	20,024	0,5332	30,844	0,8213	39,250	1,0451	46,366	1,2345	52,647	1,4018
0,7	24,951	0,5606	38,376	0,8622	48,798	1,0963	57,616	1,2945	65,398	1,4693
0,8	29,128	0,5722	44,773	0,8796	56,914	1,1181	67,186	1,3199	76,250	1,4980
0,9	31,654	0,5632	48,678	0,8661	61,892	1,1012	73,076	1,3002	82,946	1,4758
1,0	29,148	0,4917	45,006	0,7592	57,342	0,9673	67,791	1,1436	77,020	1,2993

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	16,168	1,0948	17,646	1,1948	19,023	1,2880	20,315	1,3755	21,538	1,4583
0,4	27,986	1,2883	30,520	1,4049	32,878	1,5135	35,092	1,6154	37,185	1,7118
0,5	42,686	1,4401	46,525	1,5697	50,098	1,6902	53,450	1,8033	56,618	1,9102
0,6	58,328	1,5531	63,551	1,6921	68,410	1,8215	72,969	1,9429	77,276	2,0576
0,7	72,435	1,6274	78,903	1,7727	84,920	1,9079	90,564	2,0347	95,895	2,1545
0,8	84,445	1,6590	91,976	1,8069	98,981	1,9445	105,55	2,0737	111,76	2,1956
0,9	91,865	1,6345	100,07	1,7804	107,70	1,9162	114,85	2,0435	121,61	2,1638
1,0	85,370	1,4401	93,048	1,5697	100,19	1,6902	106,90	1,8033	113,24	1,9102

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	23,811	1,6122	25,899	1,7536	27,839	1,8850	29,660	2,0083	31,379	2,1247
0,4	41,074	1,8908	44,645	2,0552	47,963	2,2079	51,074	2,3511	54,011	2,4864
0,5	62,504	2,1088	67,906	2,2910	72,923	2,4603	77,627	2,6190	82,066	2,7688
0,6	85,276	2,2706	92,616	2,4660	99,432	2,6475	105,82	2,8176	111,85	2,9781
0,7	105,80	2,3769	114,88	2,5810	123,32	2,7705	131,22	2,9481	138,68	3,1156
0,8	123,29	2,4221	133,86	2,6298	143,68	2,8227	152,88	3,0034	161,56	3,1740
0,9	134,17	2,3871	145,68	2,5920	156,38	2,7823	166,40	2,9606	175,85	3,1288
1,0	125,01	2,1088	135,81	2,2910	145,84	2,4603	155,25	2,6190	164,13	2,7688

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	33,012	2,2352	34,570	2,3407	36,063	2,4418	37,496	2,5389	38,878	2,6324
0,4	56,799	2,6147	59,459	2,7372	62,006	2,8544	64,453	2,9670	66,810	3,0755
0,5	86,279	2,9109	90,298	3,0465	94,146	3,1763	97,840	3,3010	101,40	3,4211
0,6	117,57	3,1305	123,03	3,2757	128,25	3,4148	133,27	3,5483	138,10	3,6770
0,7	145,76	3,2746	152,50	3,4263	158,96	3,5714	165,17	3,7108	171,14	3,8450
0,8	169,80	3,3358	177,65	3,4901	185,17	3,6378	192,39	3,7796	199,34	3,9162
0,9	184,83	3,2885	193,38	3,4407	201,57	3,5864	209,43	3,7263	217,01	3,8611
1,0	172,56	2,9109	180,59	3,0465	188,29	3,1763	195,68	3,3010	202,80	3,4211

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	45,156	3,0575	50,654	3,4298	55,597	3,7644
0,4	77,515	3,5683	86,882	3,9995	95,299	4,3870
0,5	117,56	3,9663	131,69	4,4431	144,39	4,8715
0,6	160,02	4,2608	179,20	4,7713	196,41	5,2297
0,7	198,25	4,4541	221,96	4,9866	243,24	5,4647
0,8	230,90	4,5361	258,48	5,0779	283,24	5,5643
0,9	251,38	4,4726	281,43	5,0072	308,40	5,4872
1,0	235,12	3,9663	263,38	4,4431	288,78	4,8715

Номинальный наружный диаметр (D) 400 мм

Внутренний диаметр (D₁) = 348,1 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	10,580	0,4464	16,244	0,6854	20,652	0,8714	24,388	1,0291	27,687	1,1683
0,4	18,471	0,5299	28,230	0,8099	35,805	1,0272	42,217	1,2112	47,874	1,3734
0,5	28,341	0,5959	43,177	0,9078	54,675	1,1496	64,398	1,3540	72,970	1,5343
0,6	38,882	0,6452	59,109	0,9808	74,768	1,2407	88,002	1,4603	99,663	1,6538
0,7	48,407	0,6778	73,492	1,0290	92,899	1,3007	109,29	1,5302	123,74	1,7324
0,8	56,489	0,6916	85,715	1,0494	108,32	1,3262	127,41	1,5599	144,23	1,7658
0,9	61,408	0,6809	93,216	1,0336	117,82	1,3064	138,61	1,5369	156,92	1,7400
1,0	56,682	0,5959	86,353	0,9078	109,35	1,1496	128,80	1,3540	145,94	1,5343

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	30,673	1,2943	33,419	1,4101	35,974	1,5180	38,373	1,6192	40,641	1,7149
0,4	52,990	1,5202	57,692	1,6551	62,065	1,7806	66,169	1,8983	70,047	2,0096
0,5	80,719	1,6972	87,838	1,8468	94,457	1,9860	100,67	2,1166	106,53	2,2399
0,6	110,20	1,8286	119,88	1,9892	128,88	2,1385	137,32	2,2786	145,29	2,4108
0,7	136,78	1,9151	148,77	2,0829	159,90	2,2388	170,35	2,3850	180,21	2,5231
0,8	159,42	1,9518	173,37	2,1226	186,34	2,2814	198,50	2,4302	209,98	2,5708
0,9	173,46	1,9234	188,65	2,0918	202,77	2,2484	216,01	2,3952	228,52	2,5339
1,0	161,44	1,6972	175,67	1,8468	188,91	1,9860	201,33	2,1166	213,06	2,2399

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	44,853	1,8926	48,720	2,0558	52,313	2,2074	55,680	2,3495	58,860	2,4836
0,4	77,247	2,2161	83,854	2,4056	89,988	2,5816	95,737	2,7466	101,16	2,9022
0,5	117,42	2,4688	127,41	2,6788	136,68	2,8737	145,36	3,0563	153,56	3,2286
0,6	160,08	2,6563	173,64	2,8813	186,23	3,0902	198,02	3,2859	209,14	3,4704
0,7	198,51	2,7794	215,29	3,0143	230,87	3,2324	245,45	3,4366	259,21	3,6292
0,8	231,28	2,8316	250,81	3,0708	268,94	3,2927	285,91	3,5005	301,92	3,6965
0,9	251,73	2,7912	273,00	3,0271	292,74	3,2460	311,23	3,4510	328,67	3,6444
1,0	234,84	2,4688	254,81	2,6788	273,35	2,8737	290,72	3,0563	307,11	3,2286

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	61,878	2,6110	64,757	2,7325	67,514	2,8488	70,161	2,9605	72,712	3,0681
0,4	106,31	3,0499	111,22	3,1908	115,92	3,3256	120,44	3,4551	124,78	3,5798
0,5	161,33	3,3921	168,75	3,5480	175,84	3,6972	182,66	3,8404	189,22	3,9784
0,6	219,70	3,6456	229,76	3,8125	239,38	3,9723	248,63	4,1256	257,53	4,2733
0,7	272,26	3,8119	284,70	3,9861	296,60	4,1528	308,03	4,3128	319,04	4,4669
0,8	317,11	3,8825	331,59	4,0597	345,44	4,2293	358,74	4,3922	371,55	4,5489
0,9	345,22	3,8279	360,99	4,0027	376,09	4,1701	390,57	4,3307	404,52	4,4854
1,0	322,66	3,3921	337,49	3,5480	351,68	3,6972	365,31	3,8404	378,43	3,9784

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	84,296	3,5569	94,431	3,9846	103,54	4,3688
0,4	144,52	4,1460	161,77	4,6409	177,26	5,0854
0,5	218,99	4,6044	245,01	5,1514	268,36	5,6425
0,6	297,91	4,9434	333,19	5,5288	364,85	6,0542
0,7	368,96	5,1658	412,56	5,7763	451,69	6,3241
0,8	429,63	5,2601	480,36	5,8812	525,88	6,4385
0,9	467,80	5,1871	523,08	5,8000	572,68	6,3500
1,0	437,97	4,6044	490,00	5,1514	536,72	5,6425

Номинальный наружный диаметр (D) 500 мм

Внутренний диаметр (D₁) = 431,6 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	19,323	0,5329	29,344	0,8090	37,114	1,0231	43,689	1,2042	49,487	1,3192
0,4	33,652	0,6309	50,891	0,9539	64,228	1,2037	75,499	1,4148	85,429	1,5487
0,5	51,545	0,7083	77,727	1,0677	97,953	1,3454	115,03	1,5798	130,07	1,7283
0,6	70,637	0,7659	106,31	1,1525	133,84	1,4507	157,07	1,7024	177,51	1,8618
0,7	87,877	0,8040	132,10	1,2083	166,20	1,5201	194,97	1,7830	220,28	1,9495
0,8	102,52	0,8202	154,03	1,2320	193,75	1,5495	227,25	1,8173	256,72	1,9868
0,9	111,47	0,8077	167,54	1,2137	210,79	1,5267	247,25	1,7907	279,35	1,9579
1,0	103,09	0,7050	155,46	1,0631	195,91	1,3397	230,06	1,5733	260,13	1,7789

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	54,729	1,5084	59,547	1,6411	64,027	1,7646	68,232	1,8804	72,203	1,9898
0,4	94,402	1,7689	102,64	1,9232	110,30	2,0667	117,49	2,2013	124,27	2,3284
0,5	143,65	1,9726	156,11	2,1438	167,70	2,3028	178,56	2,4519	188,82	2,5927
0,6	195,97	2,1238	212,92	2,3074	228,66	2,4779	243,41	2,6378	257,35	2,7887
0,7	243,13	2,2232	264,10	2,4149	283,58	2,5930	301,84	2,7599	319,08	2,9174
0,8	283,32	2,2654	307,73	2,4605	330,41	2,6418	351,66	2,8117	371,72	2,9720
0,9	308,33	2,2328	334,90	2,4252	359,60	2,6040	382,75	2,7716	404,60	2,9297
1,0	287,29	1,9647	312,23	2,1352	335,40	2,2937	357,13	2,4423	377,64	2,5825

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	79,578	2,1930	86,343	2,3793	92,63	2,5524	98,512	2,7145	104,07	2,8675
0,4	136,87	2,5642	148,41	2,7805	159,13	2,9812	169,17	3,1692	178,64	3,3466
0,5	207,85	2,8540	225,30	3,0934	241,48	3,3156	256,64	3,5236	270,94	3,7199
0,6	283,19	3,0686	306,87	3,3252	328,84	3,5632	349,41	3,7860	368,82	3,9961
0,7	351,04	3,2096	380,34	3,4774	407,51	3,7257	432,95	3,9582	456,94	4,1774
0,8	408,93	3,2694	443,02	3,5419	474,65	3,7946	504,25	4,0312	532,16	4,2543
0,9	445,14	3,2231	482,27	3,4919	516,72	3,7412	548,97	3,9747	579,37	4,1948
1,0	415,71	2,8428	450,60	3,0814	482,97	3,3028	513,29	3,5102	541,88	3,7057

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	109,34	3,0128	114,37	3,1512	119,18	3,2838	123,80	3,4111	128,25	3,5336
0,4	187,63	3,5149	196,20	3,6753	204,39	3,8289	212,26	3,9763	219,84	4,1182
0,5	284,50	3,9060	297,43	4,0834	309,80	4,2532	321,67	4,4162	333,10	4,5731
0,6	387,22	4,1955	404,75	4,3854	421,53	4,5671	437,64	4,7416	453,14	4,9095
0,7	479,69	4,3854	501,37	4,5835	522,11	4,7731	542,02	4,9550	561,18	5,1302
0,8	558,64	4,4659	583,87	4,6675	608,00	4,8604	631,16	5,0455	653,46	5,2237
0,9	608,21	4,4036	635,70	4,6025	661,99	4,7928	687,24	4,9755	711,53	5,1513
1,0	569,01	3,8912	594,86	4,0680	619,60	4,2372	643,35	4,3996	666,21	4,5560

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	148,45	4,0901	166,11	4,5766	181,97	5,0135
0,4	254,23	4,7622	284,28	5,3248	311,25	5,8299
0,5	384,96	5,2848	430,24	5,9063	470,88	6,4640
0,6	523,45	5,6711	584,83	6,3359	639,90	6,9324
0,7	648,08	5,9244	723,93	6,6176	791,97	7,2394
0,8	754,56	6,0317	842,81	6,7369	921,96	7,3694
0,9	821,68	5,9486	917,84	6,6445	1004,1	7,2687
1,0	769,92	5,2652	860,49	5,8845	941,76	6,4403

Номинальный наружный диаметр (D) 630 мм

Внутренний диаметр (D_i) = 542,0 мм

h/D	i = 0,001		i = 0,002		i = 0,003		i = 0,004		i = 0,005	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	36,276	0,6314	54,536	0,9492	68,656	1,1950	80,584	1,4026	91,086	1,5854
0,4	63,031	0,7459	94,4	1,1171	118,61	1,4036	139,02	1,6452	156,992	1,8578
0,5	96,392	0,8360	143,99	1,2488	180,67	1,5669	211,579	1,8350	238,767	2,0708
0,6	131,95	0,9032	196,75	1,3467	246,65	1,6883	288,682	1,9759	325,632	2,2288
0,7	164,05	0,9474	244,36	1,4112	306,15	1,7681	358,175	2,0686	403,908	2,3327
0,8	191,33	0,9662	284,87	1,4386	356,82	1,8020	417,394	2,1079	470,622	2,3767
0,9	208,08	0,9517	309,9	1,4174	388,24	1,7757	454,203	2,0774	512,186	2,3426
1,0	192,76	0,8360	287,98	1,2488	361,34	1,5669	423,160	1,8350	477,537	2,0708

h/D	i = 0,006		i = 0,007		i = 0,008		i = 0,009		i = 0,01	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	100,571	1,7505	109,282	1,9021	117,381	2,0431	124,978	2,1753	132,146	2,3001
0,4	173,209	2,0497	188,099	2,2259	201,933	2,3896	214,899	2,5431	227,140	2,6879
0,5	263,294	2,2835	285,806	2,4788	306,715	2,6601	326,307	2,8300	344,799	2,9904
0,6	358,956	2,4569	389,533	2,6662	417,928	2,8606	444,530	3,0426	469,635	3,2145
0,7	445,144	2,5708	482,977	2,7893	518,105	2,9922	551,012	3,1823	469,635	3,3616
0,8	518,636	2,6192	562,674	2,8416	603,550	3,0480	641,860	3,2415	678,000	3,4240
0,9	564,463	2,5817	612,433	2,8011	656,969	3,0048	698,686	3,1956	738,063	3,3757
1,0	526,591	2,2835	571,614	2,4788	613,432	2,6601	652,617	2,8300	689,601	2,9904

h/D	i = 0,012		i = 0,014		i = 0,016		i = 0,018		i = 0,02	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	145,455	2,5317	157,656	2,7441	168,981	2,9412	179,587	3,1258	189,593	3,3000
0,4	249,846	2,9556	270,654	3,2029	289,959	3,4313	308,032	3,6452	325,079	3,8469
0,5	379,092	3,2878	410,507	3,5603	439,647	3,8130	466,920	4,0495	492,639	4,2726
0,6	516,183	3,5331	558,814	3,8249	598,350	4,0955	635,349	4,3487	670,234	4,5875
0,7	639,620	3,6940	692,346	3,9985	741,229	4,2808	786,970	4,5450	830,086	4,7940
0,8	744,994	3,7623	806,340	4,0721	863,225	4,3594	916,451	4,6282	966,631	4,8816
0,9	811,045	3,7095	877,861	4,0151	939,824	4,2985	997,829	4,5638	1052,489	4,8138
1,0	758,188	3,2878	821,018	3,5603	879,297	3,8130	933,844	4,0495	985,283	4,2726

h/D	i = 0,022		i = 0,024		i = 0,026		i = 0,028		i = 0,03	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	199,086	3,4652	208,135	3,6227	216,795	3,7734	225,110	3,9182	233,115	4,0575
0,4	341,247	4,0382	356,656	4,2206	371,397	4,3950	385,550	4,5625	399,173	4,7237
0,5	517,027	4,4841	540,267	4,6857	562,497	4,8785	583,836	5,0635	604,375	5,2417
0,6	703,309	4,8139	734,825	5,0296	764,968	5,2359	793,900	5,4339	821,745	5,6245
0,7	870,979	5,0302	909,934	5,2551	947,189	5,4703	982,945	5,6768	1017,356	5,8755
0,8	1014,202	5,1218	1059,526	5,3507	1102,871	5,5696	1144,472	5,7797	1184,507	5,9819
0,9	1104,329	5,0509	1153,698	5,2767	1200,924	5,4927	1246,248	5,7000	1289,867	5,8995
1,0	1034,058	4,4841	1080,539	4,6857	1125,000	4,8785	1167,678	5,0635	1208,755	5,2417

h/D	i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,3	269,437	4,6897	301,170	5,2420	329,653	5,7378
0,4	460,955	5,4548	514,900	6,0932	563,297	6,6659
0,5	697,491	6,0493	778,760	6,7541	851,648	7,3862
0,6	947,957	6,4884	1058,081	7,2422	1156,820	7,9180
0,7	1173,310	6,7762	1309,363	7,5620	1431,341	8,2664
0,8	1365,941	6,8982	1524,210	7,6974	1666,098	8,4140
0,9	1487,561	6,8037	1660,024	7,5925	1814,646	8,2997
1,0	1394,987	6,0493	1557,527	6,7541	1703,304	7,3862

Приложение Г Свойства ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ с двухслойной стенкой

Произведенные ПП гофрированные трубы ИКАПЛАСТ должны соответствовать характеристикам, указанным в таблице Г.1. Основные лабораторные испытания ПП гофрированных труб ИКАПЛАСТ в соответствии с ТУ 2248-004-50049230-2006 приведены на рис. 6.1-6.3.

Таблица Г.1

Свойства гофрированных полипропиленовых труб ИКАПЛАСТ

Наименование показателя	Значение показателя	Метод испытаний
Внешний вид	Внутренняя и внешняя поверхности труб должны быть ровными, без пустот, неоднородностей, потеков, инородных включений и трещин. Профиль должен быть ровным, симметричным, без дефектов. Торцы трубы должны быть перпендикулярны ее продольной оси. Цвет труб: - наружный слой оранжевый, однородного оттенка и интенсивности по всей поверхности, - внутренний слой белый, однородного оттенка и интенсивности по всей поверхности.	По 7.2 ТУ
Геометрические размеры	Соответствие размеров, указанным в таблице 1.1	По 7.4 ТУ
Изменение длины труб после прогрева, %, не более	3,0	По ГОСТ 27078 и 7.5 ТУ
Кольцевая (периметрическая) жесткость, кПа, не менее	8	По 7.6 ТУ
Периметрическая эластичность при деформации 30 % d, t исп. (23 ± 2)°C	Без разрушений	
Стойкость к ударам падающим грузом массой 0,8 кг при температуре минус 20 °C (в условиях термостатирования)	Без разрушений	По 7.7 ТУ
Герметичность соединения трубы при внутреннем давлении 0,1 МПа при температуре 20 °C после испытаний в течение 15 мин	Без признаков нарушения герметичности	По 7.8 ТУ

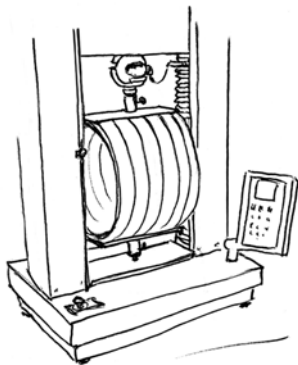


Рис. 6.1

Испытание трубы на кольцевую жесткость

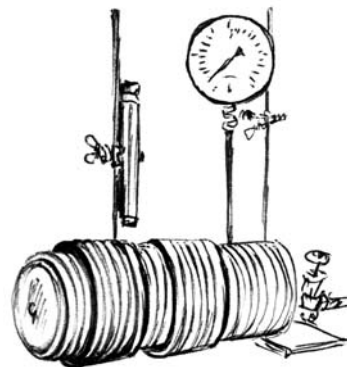


Рис. 6.2

Испытание муфтовых соединений
на герметичность

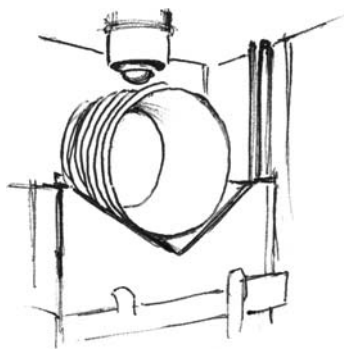


Рис. 6.3

Испытание на ударную прочность

*При любом использовании информации
(перепечатке материалов, копировании фотографий и прочее)
ссылка на данное издание обязательна.*