ИКАПЛАСТ®
ТРУБНЫЙ ЗАВОД

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ
НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ
СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ
СПИРАЛЬНОВИТЫХ ТРУБ

Настоящее Методическое пособие содержит указания и рекомендации по проектированию и монтажу наружных сетей системы водоотведения из полимерных спиральновитых труб. Приведены рекомендации по гидравлическому расчету, прокладке и монтажу трубопроводов, транспортировке, складированию и хранению труб.

Выполнение рекомендаций данного пособия и СП 399.1325800.2018 обеспечит соблюдение обязательных требований к наружным сетям системы водоотведения, установленных действующими нормативными актами, в том числе СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения», СП 129.13330.2019 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации», СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Методическое пособие предназначено для проектных, научных, строительных и эксплуатационных организаций, специализирующихся на наружных сетях систем водоснабжения и водоотведения.

Составили и подготовили: Е.А. Петров, М. Б. Назаров, О.В. Смирнова
Дизайн: Т. Е. Никитина

Изд. №1

г. Санкт-Петербург
2026 г.

Содержание

О компании ИКАПЛАСТ 3

Раздел 1. Общая техническая информация 4
Сортамент спиральновитых труб для систем водоотведения 4
Способы соединения труб 6
Резка труб 7
Соединение с трубами из других материалов 7

Раздел 2. Проектирование трубопроводов наружных сетей водоотведения 8
Физико-механические свойства полиэтилена 8
Гидравлический расчет сетей из спиральновитых труб 8
Значения минимально допустимых уклонов 10
Рекомендуемые наполнения 10
Стойкость к гидроабразивному износу 11
Химическая стойкость 12
Способ прокладки, глубина заложения трубопроводов из спиральновитых труб и их расположение относительно других коммуникаций 12
Проход спиральновитых труб через стенки бетонных колодцев 13
Присоединение спиральновитых труб к полимерным колодцам ИКАПЛАСТ 14
Радиус изгиба спиральновитых труб 14
Воздействие внешних нагрузок на трубопровод из спиральновитых труб 15
Статический расчет по стандарту ATV-DVWK-A 127 17

Раздел 3. Транспортирование, хранение входной контроль 20
Транспортирование и хранение 20
Входной контроль труб и соединительных деталей 22

Раздел 4. Прокладка и монтаж трубопроводов из спиральновитых труб 24
Земляные работы 24
Профиль траншеи 24
Дно траншеи 25
Основание для трубопровода 25
Обеспечение проектного уклона 26
Монтаж труб 26
Обсыпка трубопровода 31
Уплотнение грунта 31
Окончательная засыпка траншеи 33
Перемещение и работа с трубами на строительной площадке 33
Рекомендации по прокладке трубопровода в водонасыщенных грунтах 34
Рекомендации по прокладке трубопроводов на небольшой глубине 34
Рекомендации по прокладке трубопровода с учетом значительного перепада температур в период проведения работ 34

Раздел 5. Испытания трубопроводов системы водоотведения из спиральновитых труб 35
Проведение испытаний 35

Приложение А. Химическая стойкость Спиральновитых труб 37
Химическая стойкость труб из ПЭ при различных температурах 37

Приложение Б. Таблицы для гидравлического расчета самотечных трубопроводов 47

О компании ИКАПЛАСТ

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

Завод успешно сочетает в себе высокую квалификацию технического и производственного персонала, а также опыт, наработанный в производстве полимерных труб и возможности европейского оборудования.

Для проведения испытаний сырья и готовой продукции завод располагает современной лабораторией контроля качества, где строго отслеживаются свойства исходных материалов, а также соответствие готовых труб и фитингов требованиям нормативных документов.

Специалисты ИКАПЛАСТ обеспечивают Заказчикам техническую и консультационную поддержку от проектирования до сдачи объекта.

С 2006 года предприятие проходит регулярный внешний аудит на соответствие системы менеджмента качества стандарту ISO 9001 и имеет соответствующий сертификат.

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

2011 – ИКАПЛАСТ – лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга по качеству.

2014 – ИКАПЛАСТ – лауреат всероссийской премии «Национальная марка качества».

2016 – ИКАПЛАСТ награжден дипломом за III место и удостоен премией Правительства Санкт-Петербурга за «лучший инновационный продукт – 2016» в номинации «Строительство, ЖКХ и композиционные (полимерные) материалы».

– ИКАПЛАСТ награжден дипломом за I место в конкурсе Правительства Санкт-Петербурга «За качество товаров (продукции), работ и услуг».

2017 – ИКАПЛАСТ награжден дипломом за II место в конкурсе Правительства Санкт-Петербурга «За качество товаров (продукции), работ и услуг».

2018 – ИКАПЛАСТ награжден дипломом за III место в конкурсе в конкурсе инноваций.

– ИКАПЛАСТ награжден дипломом за I место в конкурсе Правительства Санкт-Петербурга «За качество товаров (продукции), работ и услуг».

2019 – ИКАПЛАСТ вступил в ассоциацию производителей трубопроводных систем.

2020 – ИКАПЛАСТ провёл первый слёт дилеров.

– ИКАПЛАСТ работал в штатном режиме несмотря на эпидемиологическую ситуацию в мире.

2021 – ИКАПЛАСТ вступил в Ассоциацию Полимерной Интеграции.

– ИКАПЛАСТ принял участие во Всероссийском водном конгрессе в качестве спикера.

2022 – ИКАПЛАСТ вступил в Российскую ассоциацию водоснабжения и водоотведения (РАВВ).

– ИКАПЛАСТ произвёл установку и успешный запуск новой экструзионной линии для производства гофрированных полипропиленовых труб наружным диаметром от ID 500 мм до OD 630 мм.

2023 – ИКАПЛАСТ, победитель в номинации «Крупные промышленные предприятия» в конкурсе на соискание награды Правительства Санкт-Петербурга – почетного знака «За качество (продукции) работ и услуг».

2024 – ИКАПЛАСТ произвёл установку и успешный запуск новой ротоформовочной машины, для увеличения объема производства колодцев.

– ИКАПЛАСТ аккредитовал свою лабораторию.

Раздел 1.
Общая техническая информация

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

- кольцевая жесткость для любых условий прокладки (класс жесткости SN4, SN8, SN12 и SN16;
- допустимость температуры сточных вод до 95 °С;
- 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 соединения;
- высокая ремонтопригодность;
- герметичность соединений;
- срок службы не менее 50 лет;
- соответствие ГОСТ Р 54475-2011.

Сортамент спиральновитых труб для систем водоотведения

Спиральновитые трубы для систем водоотведения выпускаются внутренним диаметром от 1000 до 3000 мм по ТУ 22.21.21-032-50049230-2023.

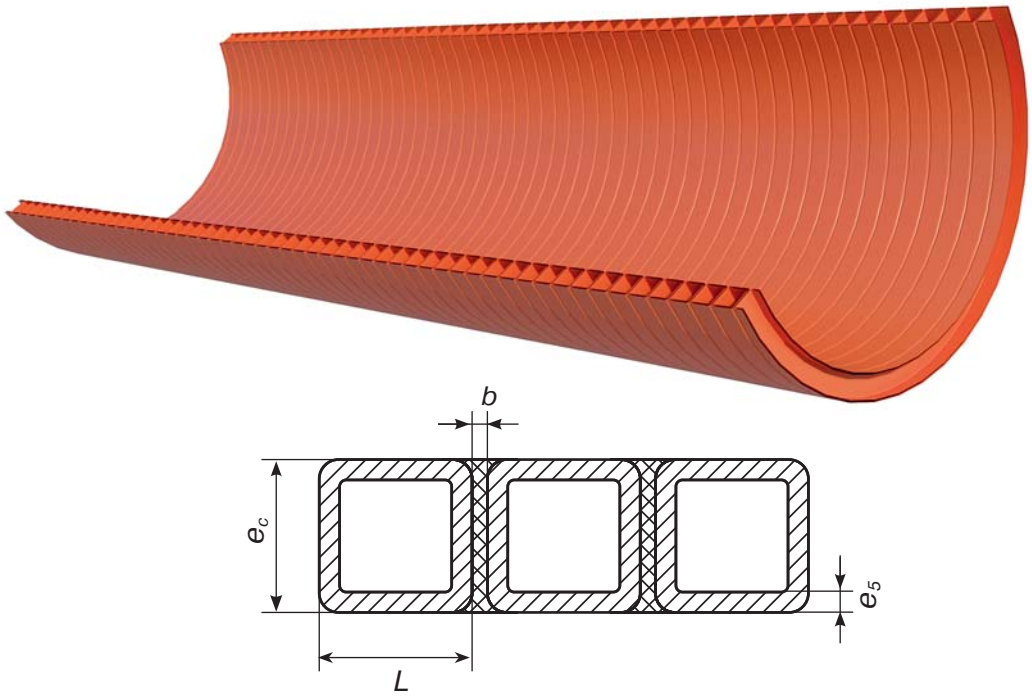


Рис. 1.1. Профиль трубы со структурированной стенкой
L – ширина профиля; b – толщина сварного шва; e_c – высота стенки профиля; e_5 – толщина стенки профиля (параметры предоставляются по запросу)

Размеры и масса труб со структурированной стенкой

номинальная кольцевая жесткость **SN4**

Типоразмер трубы	Наружный диаметр трубы*, мм	Масса 1 м СВТ с внутренним слоем, кг
1000	1085	83,7
1200	1335	111
1400	1515	144
1500	1635	157
1600	1730	176
1800	1945	221
2000	2160	260
2200	2375	315
2400	2590	361
2600	2805	425
2800	3020	524
3000	3235	600

номинальная кольцевая жесткость **SN8**

Типоразмер трубы	Наружный диаметр трубы*, мм	Масса 1 м СВТ с внутренним слоем, кг
1000	1105	95,9
1200	1335	132
1400	1535	163
1500	1655	194
1600	1770	220
1800	1985	270
2000	2200	314
2200	2415	386
2400	2630	477
2600	2855	539
2800	3070	632
3000	3295	706

номинальная кольцевая жесткость **SN12**

Типоразмер трубы	Наружный диаметр трубы*, мм	Масса 1 м СВТ с внутренним слоем, кг
1000	1135	111
1200	1355	136
1400	1575	186
1500	1690	219
1600	1810	237
1800	2025	290
2000	2240	359
2200	2455	447
2400	2680	548

номинальная кольцевая жесткость **SN16**

Типоразмер трубы	Наружный диаметр трубы*, мм	Масса 1 м СВТ с внутренним слоем, кг
1000	1145	112
1200	1375	159
1400	1595	197
1500	1710	223
1600	1830	259
1800	2045	324
2000	2270	411

Спиральновитые трубы с интегрированной муфтой поставляются рабочей длиной до 12,00 метров. Предельное отклонение длины от номинальной не более ±1 %. По согласованию с Заказчиком могут быть изготовлены трубы другой длины.

** Размер для справки*

Способы соединения труб

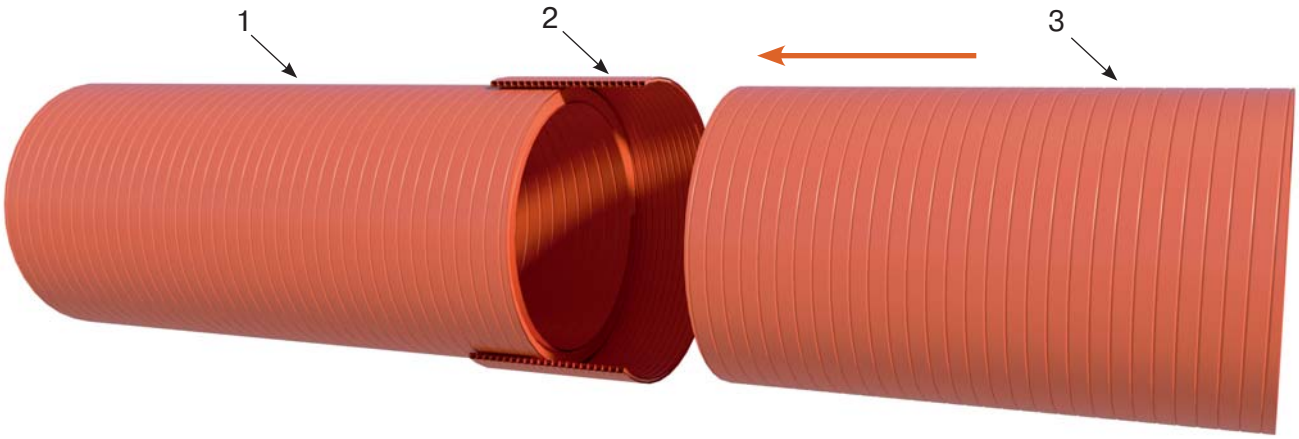


Рис. 1.2. Муфтовое соединение СВТ труб ИКАПЛАСТ
1– СВТ труба ИКАПЛАСТ; 2– СВТ муфта ИКАПЛАСТ; 3– СВТ труба ИКАПЛАСТ

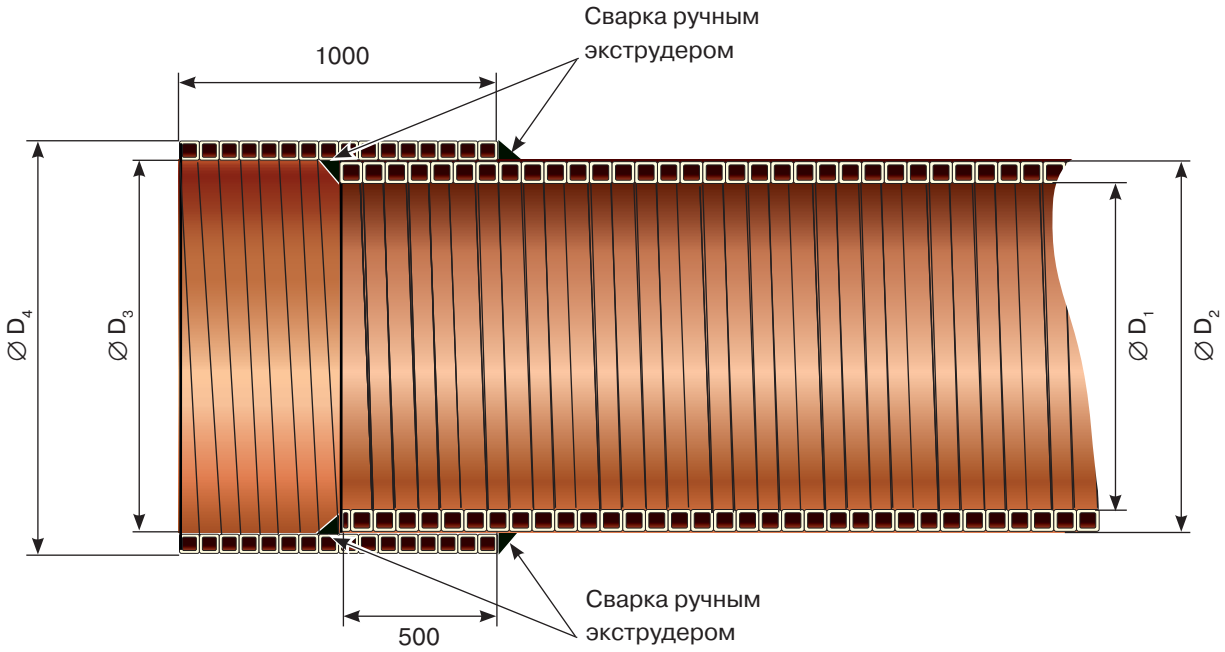


Рис. 1.3. Соединение спиральновитых труб

Спиральновитые трубы ИКАПЛАСТ легко и быстро монтируются с помощью раструба в виде приваренной муфты.

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

Муфты имеют длину один метр, которая позволяет вставить СВТ в муфту на глубину 500 мм для обеспечения жесткости и соосности системы.

Место сопряжения торцов труб сваривается с помощью ручного экструдера.

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

Кроме обеспечения герметичности системы такое соединение гарантирует стойкость к просачиванию грунтовых вод внутрь трубы.

Рекомендуется избегать применения любых ударных воздействий (отбойных молотков, кувалд и т. п.), которые могут привести к повреждениям труб.

Резка труб

При необходимости труба может быть отрезана в размер при помощи лобзика или пилы. Разрез ведется перпендикулярно продольной оси трубы. Место резки рекомендуется зачистить и выровнять. Делать фаску на отрезанном конце труб не требуется. Остатки труб также могут быть соединены между собой при помощи соединительных муфт.

Соединение с трубами из других материалов

Соединение СВТ с другими материалам следует осуществлять через колодец.

Раздел 2.
Проектирование трубопроводов наружных сетей водоотведения

Физико-механические свойства полиэтилена

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

Таблица 2.1

Свойства материала Спиральновитых труб

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
Плотность, не менее	г/см^3	0,934
Показатель текучести расплава при 190 °С/5 кг, не более	г/10 мин	1,6
Предел текучести при растяжении	МПа	24-32
Модуль упругости при растяжении, не менее	МПа	800
Относительное удлинение при разрыве	%	350-700
Коэффициент линейного теплового расширения	мм/м°С	0,15-0,20
Диапазон температур монтажа	°С	от –10 до +40
Диапазон температур эксплуатации	°С	до 40, кратковременно до 60 (для труб с внутренним слоем из PE-RT до 95)

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

Гидравлический расчет сетей из спиральновитых труб

Гидравлические характеристики сетей водоотведения из спиральновитых 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 Спиральновитых труб с двухслойной стенкой используется методика для гидравлического расчета в соответствии с требованиями СП 399.1325800.2018. Таблицы для гидравлических расчетов также 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, т. к. 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. 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.

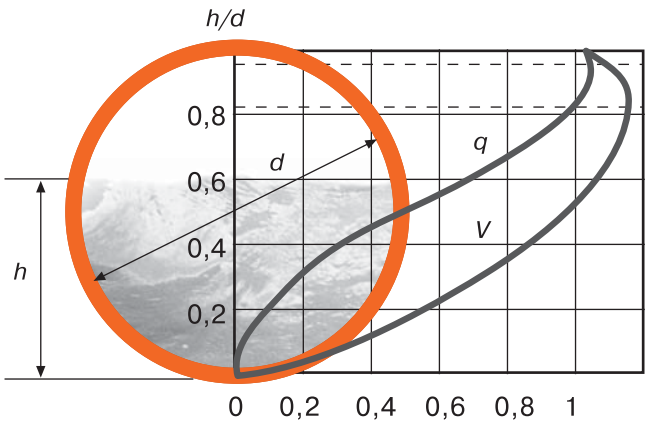


Рис. 2.1. Зависимость расхода q и скорости V от степени наполнения трубопровода h/d

Значения минимально допустимых уклонов

МДля самотечных трубопроводов систем водоотведения минимальный уклон назначается из условия обеспечения самоочищающей скорости потока. Согласно п. 5.5.1 СП 32.13330.2018, для труб больших диаметров уклон определяется расчётом исходя из требуемой скорости. При этом для полиэтиленовых труб с шероховатостью $K_э$= 0,01 мм допустимые уклоны могут быть существенно ниже, чем для бетонных или керамических.

На практике для СВТ диаметром 1000–3000 мм минимальные уклоны обычно назначаются в диапазоне 0,0003–0,0007, но окончательное значение подтверждается расчётом по формулам Шези-Маннинга с проверкой скорости по п. 5.4 СП 32.13330.

Расчетные минимальные скорости (самоочищающие)

В соответствии с п. 5.4.1 и табл. 2 СП 32.13330.2018, минимальные скорости движения сточных вод в сети бытового и поверхностного стока принимаются в зависимости от диаметра и наполнения. Для диаметров свыше 1000 мм в табл. 2.2 приведены значения

Таблица 2.2

Расчетные минимальные скорости (самоочищающие)

Диаметр трубопровода, мм	Скорость V_{min}, м/с, при наполнении H/D = 0,8
1000–1200	1,20
1500	1,30
1600–1900	1,50

Для диаметров 2000 мм и более таблица 2 не содержит прямых указаний. В таких случаях скорость определяют расчётом, но, как правило, принимают не менее 1,5 м/с при наполнении 0,8, либо используют интерполяцию (например, для 2000 мм – 1,55 м/с, для 3000 мм – 1,7 м/с). Однако проектная практика допускает при обосновании (низкая шероховатость, отсутствие крупных взвесей) снижение до 1,2–1,3 м/с для больших диаметров, но не ниже значений, обеспечивающих самоочищение (расчёт по формуле Шези).

Рекомендуемые наполнения

Пункт 5.4.6 СП 32.13330 устанавливает:

- расчётное наполнение трубопроводов (кроме прямоугольных) не более 0,7 диаметра;
- допускается увеличение до 0,8 при обеспечении минимальных скоростей по таблице 2;
- для сетей поверхностного водоотведения допускается полное наполнение.

Исходя из этого, для бытовых сточных вод и диаметров 1000–3000 мм рекомендуем принимать:

Таблица 2.3

Рекомендуемые наполнения

Диаметр трубы, мм	Рекомендуемое наполнение h/d
1000–1400	0,75–0,80
1500–2000	0,80
2200–3000	0,80 (при расчётном обосновании)

Для ливневых и дождевых сетей допускается h/d = 1,0 (полное) при расчётных расходах, так как такие ситуации редки (п. 5.4.6, примечание).

Минимальные уклоны (ориентировочные) для СВТ

С учётом вышеизложенного и рекомендаций СП 399.1325800, для предварительных расчётов можно использовать следующие значения (окончательно – по расчёту):

Таблица 2.4

Минимальные уклоны (ориентировочные) для СВТ

Наружный диаметр *D*, мм	Минимальный уклон i (ориентировочно)
1000–1200	0,0006–0,0007
1400–1600	0,0005–0,0006
1800–2200	0,0004–0,0005
2400–3000	0,0003–0,0004

Важно: Для полиэтиленовых труб с высокой гладкостью внутренней поверхности (коэффициент шероховатости по Маннингу $n \approx 0{,}009$) допустимо применение уклонов на 20–30 % ниже, чем для бетонных труб того же диаметра, при условии, что расчётная скорость не опускается ниже значений таблицы 2 СП 32.13330. Окончательное решение принимается на основе гидравлического расчёта.

Проверка самоочищающей способности

Для гарантии отсутствия заиливания необходимо, чтобы при расчётном расходе и принятом наполнении фактическая скорость V была не меньше минимальной V_{min}. Если расчёт показывает $V<V_{min}$, следует увеличить уклон, увеличить наполнение или диаметр.

Стойкость к гидроабразивному износу

Спиральновитые трубы имеют высокую стойкость к гидроабразивному износу, что обуславливает целесообразность их применения для транспортировки жидкостей с содержанием твердых частиц.

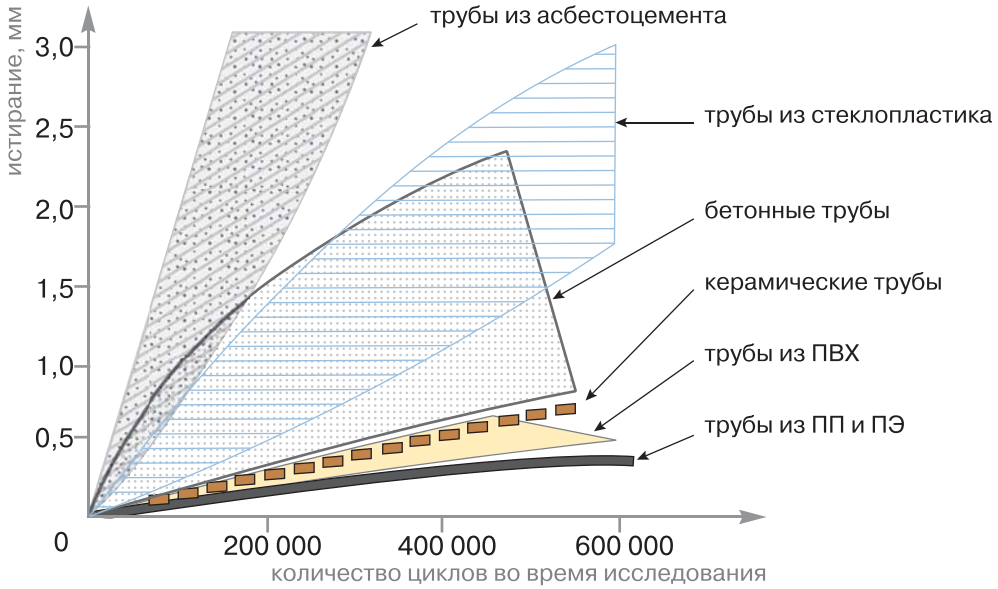


Рис. 2.2. Стойкость к гидроабразивному износу. Данные исследования Technische Universität Darmstadt (Технологического Университета Дармштадта, Германия), проведенного на основании DIN19534

Химическая стойкость

Трубы из полиэтилена обладают высокой химической стойкостью к большинству агрессивных сред, под влиянием которых традиционные материалы корродируют и стареют. Химическая стойкость труб из ПЭ является производной температуры, концентрации, давления и типа самого вещества*.

При нормальной (близкой к 20 °С) температуре они устойчивы к действию щелочей и таких неокисляющих кислот, как соляная и фосфорная. Трубы из ПЭ устойчивы к воздействию спиртов, формальдегида и сложных эфиров (этилацетата). Ввиду своей высокой химической стойкости трубы из ПЭ используются в т.ч. в качестве нефтепромысловых, для транспортировки неочищенных стоков промышленных предприятий.

Паро- и газопроницаемость труб из ПЭ незначительна.

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

Прокладку сетей водоотведения из спиральновитых труб следует предусматривать, как правило, подземной. Надземная и наземная прокладки трубопроводов на территории населенных пунктов не допускаются. Хотя замерзание воды в полимерных 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 обусловливает 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 СП 18.13330.2019.

При параллельной прокладке участки трубопроводов из спиральновитых 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 спиральновитых труб и другими коммуникациями должно быть таким, чтобы при ремонтных работах на этих коммуникациях трубопровод системы водоотведения не был поврежден

[1] Подробная информация и ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ТРУБ из ПЭ приведены в Приложении Б.

Проход спиральновитых труб через стенки бетонных колодцев

Проход трубопровода из спиральновитых труб при пересечении стенок ж/б колодцев (фундаментов зданий) проектируется с использованием защитных полимерных 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

Помимо применения полимерных муфт при проходе СВТ через стенку ж/б колодца или ж/б стену возможно применение стальных гильз внутренним диаметром больше наружного диаметра СВТ на 20-50 мм с последующей герметизацией пространства между СВТ и гильзой каболкой.

Следует обратить внимание на то, чтобы отверстие в колодце имело диаметр, максимально приближенный к наружному диаметру защитной муфты (гильзы). Все образовавшиеся щели необходимо заполнить цементным раствором. Допускается производить фиксацию муфты раствором в надетом на предохраняемую трубу состоянии. В этом случае необходимо обеспечить жесткую опору свободного конца трубы с помощью подсыпки грунта до полного схватывания бетона.

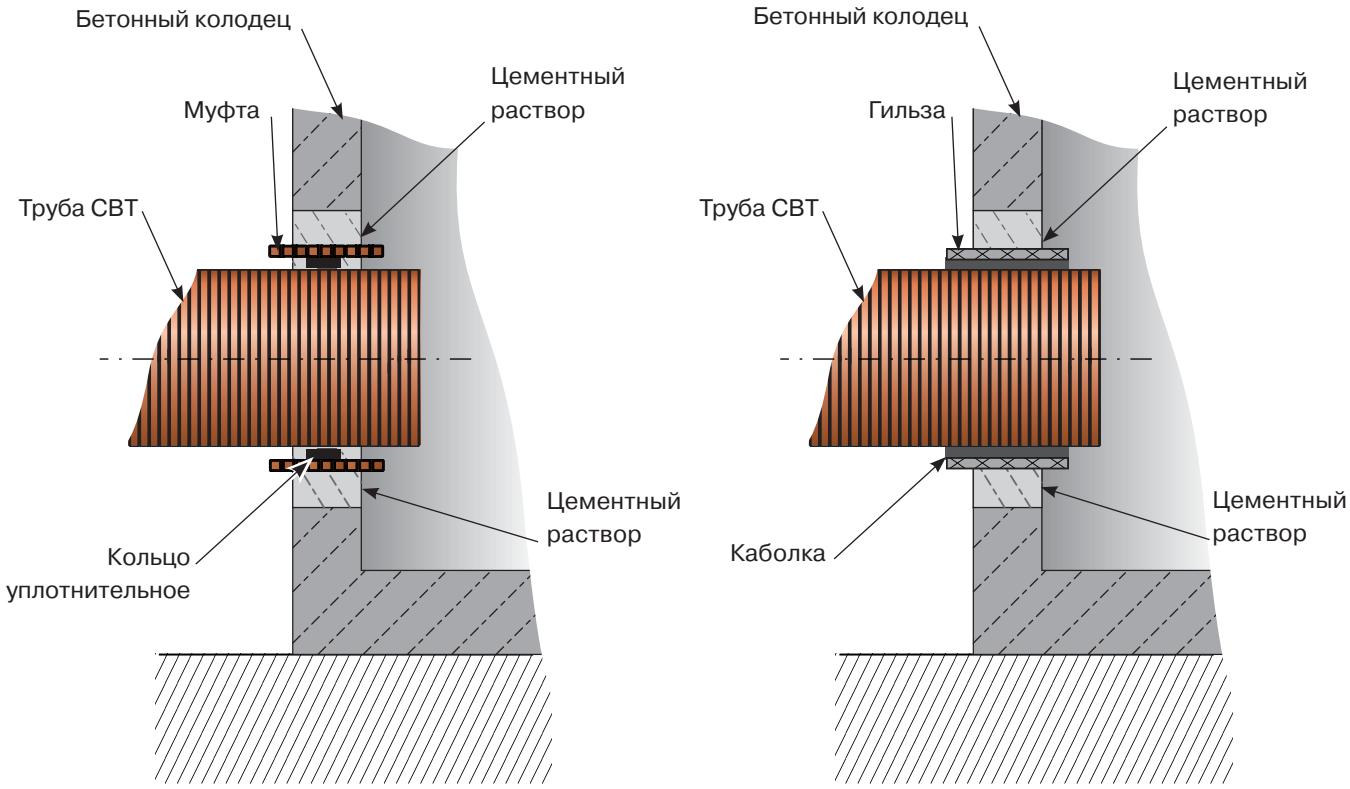


Рис. 2.3. Проход спиральновитых труб через стенки бетонных колодцев

Присоединение спиральновитых труб к полимерным колодцам ИКАПЛАСТ

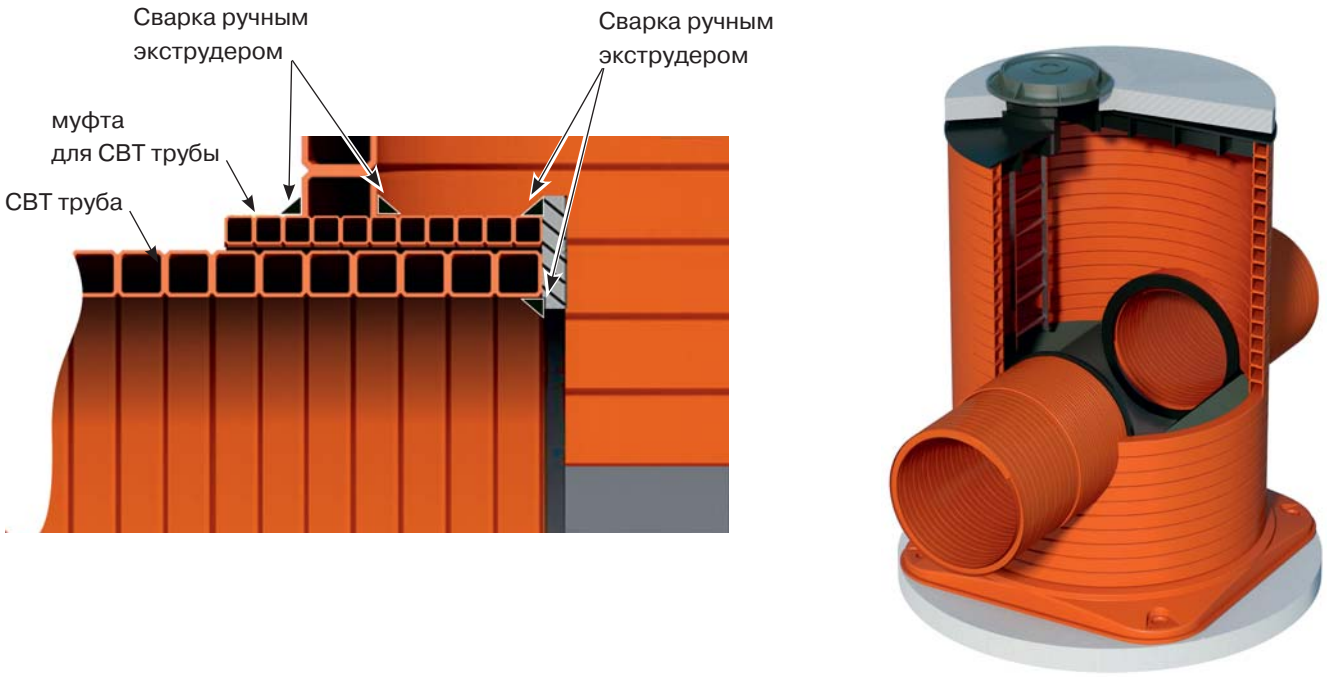


Рис. 2.4. Присоединение спиральновитых труб к полимерным колодцам ИКАПЛАСТ

Радиус изгиба спиральновитых труб

Минимальное допустимое значение радиуса изгиба для СВТ составляет 40 диаметров изгибаемой трубы. В практике, при строительстве наружных сетей водоотведения 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 спиральновитых труб 1°.

Воздействие внешних нагрузок на трубопровод из спиральновитых труб

Подземный трубопровод системы водоотведения из спиральновитых 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.

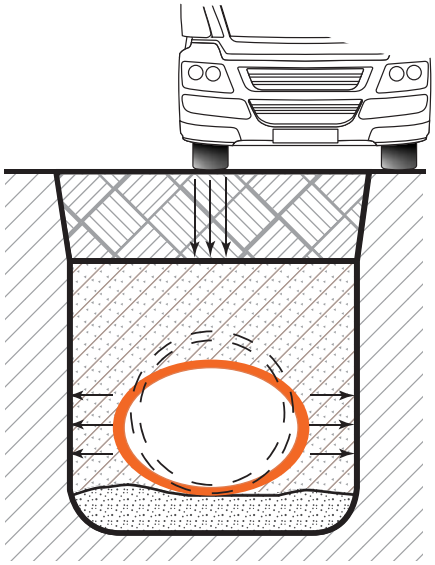


Рис. 2.5а. Воздействие на ПЭ трубу, ее деформация с передачей усилия на материал обсыпки

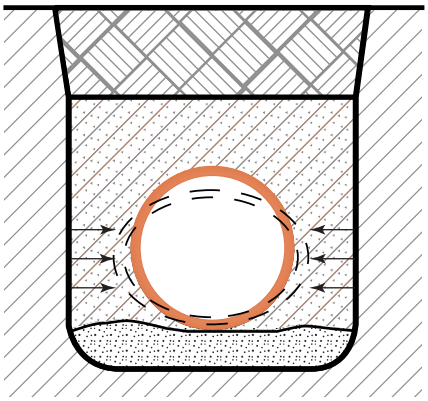


Рис. 2.5б. Возвращение ПЭ трубы в исходное положение благодаря ее свойствам (эластичность и упругость) и достаточному уплотнению заполняющего траншею материала

Вертикальная деформация свободной трубы под действием силы рассчитывается по формуле:

$$f = \frac{0{,}01875 \cdot F}{SN} \quad . \qquad (2.1)$$

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:

$$\frac{f}{D_m} = \frac{C_1 \cdot q}{C_2 \cdot SN + C_3 \cdot E`_S} \quad , \qquad (2.2)$$

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.

Формула (2.2) 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 :

$$\frac{f}{D_m} = \frac{1{,}25 \cdot 0{,}11 \cdot q}{0{,}15 \cdot SN + 0{,}06 \cdot E`_S} \quad . \qquad (2.3)$$

Секущий модуль грунта $E`_S$ зависит не только от степени уплотнения, но и от типа грунта.

Анализ данных, приведенных в табл. 2.5, 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

$$q_T = 0{,}478 \cdot \frac{T}{H^2}\ , \qquad (2.4)$$

где

T – вес транспортного средства (на ось), кН;

H – глубина засыпки трубопровода, м.

Таблица 2.5

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:

$$Q_T = \gamma \cdot H \cdot D\,, \qquad (2.5)$$

где

γ – плотность грунта (нормально 18–19 кН/м^3).

Для траншеи нагрузка на 20% ниже вследствие арочного эффекта:

$$Q_T = 0{,}8 \cdot \gamma \cdot H \cdot D. \qquad (2.6)$$

Когда уровень грунтовых вод превышает уровень укладки трубопровода, плотность грунта уменьшают до кажущейся плотности грунта в воде, обычно 11 кН/м^3.

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

$$q = Q_T / D + q_T\,. \qquad (2.7)$$

Статический расчет по стандарту ATV-DVWK-A 127

Статический расчет ATV 127 основан на стандарте ATV-DVWK «Статические расчеты для канализационных каналов и трубопроводов», разработанном рабочей группой экспертной комиссии германского объединения по проблемам водного хозяйства, сточных вод. Третье издание оказалось полезным для статической оценки подземных канализационных каналов и трубопроводов и нашло международное признание.

Вследствие появления новых знаний в области статики труб (испытания, сравнение с методом конечных элементов, европейская стандартизация и т. д.), а также ввиду разработки новых трубопроводных конструкций (например, труб со структурированной стенкой), появилась необходимость доработки различных разделов инструкций, обобщенных в данном, третьем издании нормативной документации стандарта ATV-DVWK-A 127.

На основании стандарта ATV-DVWK-A 127 была разработана программа статических расчетов для канализационных труб. **Завод ИКАПЛАСТ располагает данной программой и готов проконсультировать Вас или выполнить расчет на основании Ваших данных. Пожалуйста, обращайтесь по телефону: (812) 240-48-88.**

Определение глубины заложения трубопровода из СВТ

Максимальная глубина укладки спиральновитых труб (СВТ) не является фиксированной величиной и не задаётся производителем как единственное число. Она определяется статическим расчётом для каждого конкретного участка трубопровода с учётом совокупности инженерно-геологических условий, конструктивных параметров и эксплуатационных нагрузок.

Ниже приведён перечень основных факторов, влияющих на допустимую глубину заложения, и даны рекомендации по их учёту на стадии проектирования.

Кольцевая жесткость трубы (SN)

СВТ выпускаются с классами SN4, SN8, SN12, SN16 (кН/м^3). Чем выше SN, тем большую вертикальную нагрузку способна выдержать труба без недопустимой деформации.

Ориентировочная зависимость: увеличение SN на один шаг (например, с SN8 до SN12) позволяет увеличить расчётную глубину примерно на 15–20% при прочих равных условиях, однако точное значение даёт только структурный прочностной анализ.

Диаметр трубы (наружный и внутренний)

С увеличением диаметра (от 1000 до 3000 мм) собственная жёсткость трубы на единицу длины снижается (момент инерции сечения растёт, но относительная деформация под нагрузкой также растёт). Поэтому для крупных диаметров (свыше 2000 мм) допустимая глубина, как правило, меньше, чем для малых диаметров при том же SN.

Влияние диаметра учитывается в расчётных формулах через параметр D_m (средний диаметр) и отношение деформации к диаметру f/ D_m.

Транспортная нагрузка

Нагрузка от движущегося или стоящего транспорта передаётся на трубу через толщу грунта. Величина этой нагрузки зависит от:
- осевой нагрузки транспортного средства (Т, кН);
- глубины засыпки над трубой (Н, м) – чем меньше Н, тем выше давление от транспорта;
- типа покрытия (асфальт, грунтовая дорога).

Расчёт должен учитывать теорию Буссинеска «О распределении напряжений в упругой почве от сосредоточенной силы». Для глубины менее 1 м транспортная нагрузка становится критической; при глубине более 4 м её влиянием часто пренебрегают.

В проекте необходимо указать категорию дороги и расчётное транспортное средство (например, нагрузка на ось 120 кН для грузового транспорта).

Уровень грунтовых вод (УГВ)

Наличие грунтовых вод выше уровня трубы снижает эффективную плотность грунта (взвешивание), уменьшая вертикальное давление от грунта, но одновременно повышает риск всплытия трубы при отсутствии достаточной засыпки.

При расчёте глубины заложения учитывают:
- при уровне воды выше трубы – используют кажущуюся плотность грунта (около 11 кН/м^3 вместо 18–19 кН/м^3);
- дополнительную нагрузку от гидростатического давления (если труба заполнена водой не полностью);
- необходимость мероприятий с балластировкой трубопровода (утяжеление, анкеровка) при высоком УГВ и малой глубине.

Степень уплотнения грунта засыпки и обсыпки

Это один из ключевых факторов, влияющих на совместную работу трубы и грунта. Чем выше степень уплотнения (по методу Проктора), тем больше модуль деформации грунта $E`_S$, а значит, тем меньше деформация трубы под нагрузкой.

Для СВТ рекомендуется уплотнение обсыпки в «пазухах» и над трубой не менее:
- >85%– для газонов и пешеходных зон;
- >90% – для парковок и лёгкого транспорта;
- ≥95% – под дорогами общего пользования.

При недостаточном уплотнении максимально допустимая глубина снижается, так как труба работает фактически как свободная (без отпора грунта).

Размеры траншеи и способ крепления стенок

Ширина траншеи влияет на распределение нагрузки от грунта. При широкой траншее (более 2–3 диаметров) арочный эффект уменьшается, и нагрузка на трубу возрастает (приближается к «насыпной»). В узкой траншее (ширина близка к диаметру) нагрузка снижается (до 20% по сравнению с насыпью).

Крепление стенок (распорки, шпунт, подкосы) не снижает вертикальную нагрузку, но влияет на боковое давление и устойчивость грунта. При расчёте глубины заложения учитывают тип крепления только косвенно (через устойчивость стенок и возможность качественной трамбовки обсыпки). В любом случае глубина заложения ограничивается несущей способностью трубы, а не креплением (если крепление выполнено правильно).

Характер грунта

- скальные и крупнообломочные грунты дают жёсткое основание, но требуют дополнительной подсыпки;
- слабые грунты (пылеватые, торфяные) снижают несущую способность и требуют замены.

Критерий допустимой деформации

Расчётная относительная деформация (овализация) поперечного сечения СВТ не должна превышать 6%, что установлено п. 4,17 СП 399.1325800 и ATV-DVWK-A 127 для безнапорных полимерных трубопроводов. Превышение этого предела приводит к снижению гидравлической пропускной способности, появлению локальных напряжений в материале стенки и риску разгерметизации сварных соединений. При расчёте, дающем значение > 6%, необходимо предусмотреть конструктивные меры: увеличение кольцевой жёсткости, повышение степени уплотнения грунта засыпки или уменьшение глубины заложения.

Рекомендации по определению максимальной глубины

Точное значение максимальной глубины заложения может быть получено только расчётным путём в соответствии с:

- СП 399.1325800 – для российских условий;
- стандартом ATV-DVWK-A 127 – для более точного европейского подхода (завод ИКАПЛАСТ предоставляет структурный прочностной анализ по данному стандарту).

Ориентировочные границы:

SN4 – до 2–3 м (только пешеходные зоны, без транспорта).
SN8 – до 4–5 м (при уплотнении ≥90% - под лёгкий транспорт, при уплотнении ≥95% - под тяжелый транспорт).
SN12 – до 6–8 м (под дороги, при уплотнении ≥95%).
SN16 – до 8–10 м и более (при благоприятных грунтах и высоком уплотнении).

Эти цифры носят оценочный характер и не являются руководством к действию без выполнения расчёта. Окончательное решение принимается проектной организацией на основе статического расчёта с учётом местных условий.

Раздел 3.
Транспортирование, хранение 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;
- трубы укладываются раструбами попеременно с гладкими концами;
- во время транспортировки трубы должны быть защищены от возможных механических повреждений металлическими частями грузовика, такими как выступающие болты, цепи и т. д.;
- трубы должны быть защищены от царапанья путем установки прокладок из картона и досок, например устанавливаемых под цепь, скрепляющую борта а/машины;
- 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 спиральновитых труб производят автопогрузчиками или вручную. 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

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 спиральновитые трубы складируются 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).

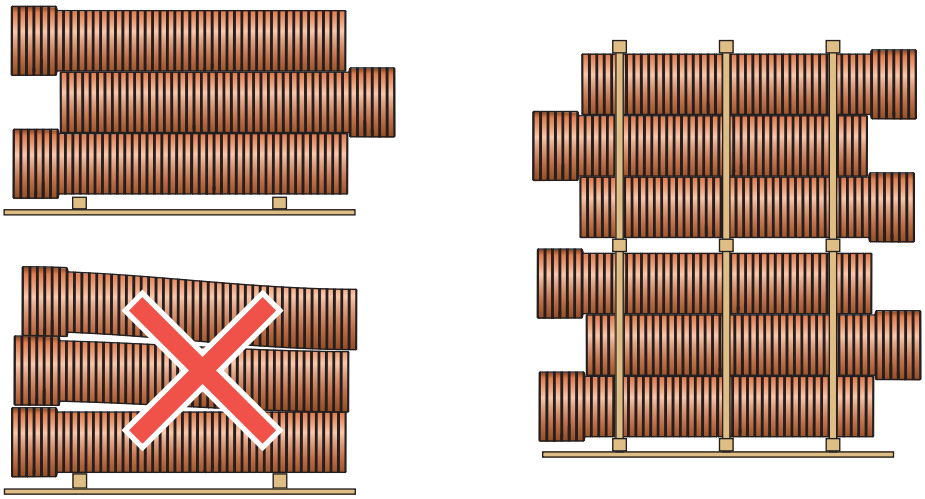


Рис. 3.2. Хранение ПП гофрированных труб

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 также складировать с соблюдением указанных правил, особенное 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.

Необходимо исключить контакт труб 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 полиэтилена, 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 °С производить погрузочно-разгрузочные работы с трубами, а также прокладку и монтаж трубопроводов из спиральновитых 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 спиральновитых 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 изготовлялась и поставлялась продукция, необходимо произвести отбор проб для проведения испытаний.

ИКАПЛАСТ располагает современной испытательной лабораторией, обеспечивающей возможность контроля качества выпускаемых спиральновитых труб.

Раздел 4.
Прокладка и монтаж трубопроводов из спиральновитых труб

Земляные работы

Физико-механические свойства спиральновитых 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 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.

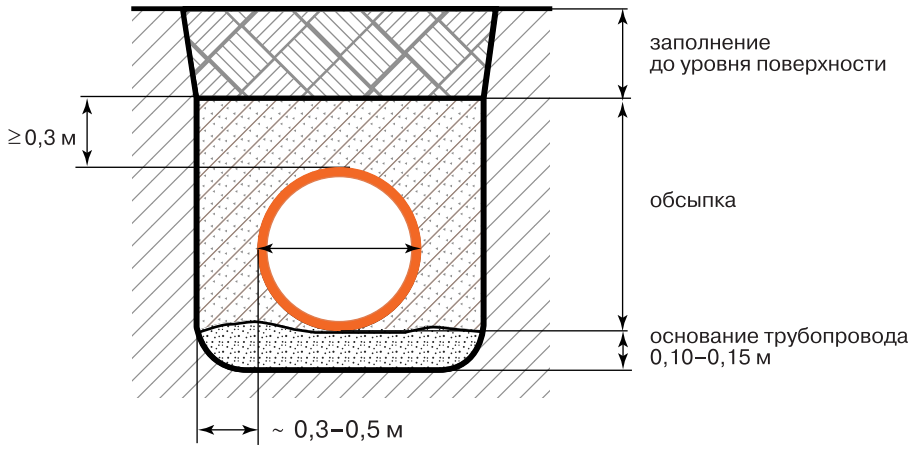


Рис. 4.1. Рекомендуемые параметры профиля траншеи

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

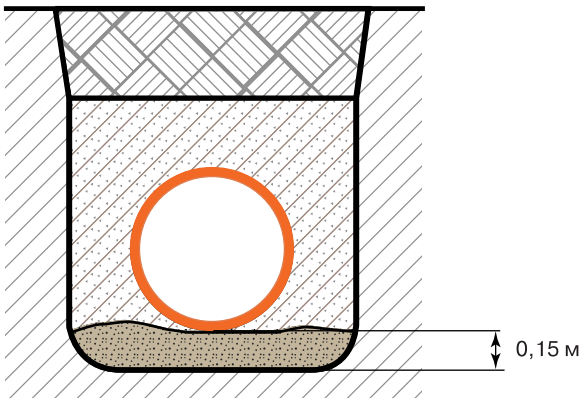


Рис. 4.2. Слой основания для трубопровода (подсыпка, подушка, постель)

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 4.1.

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, содержащие мерзлый грунт, строительный мусор, скальные обломки свыше 40 мм и прочие материалы. Такие грунты не рекомендуются 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.!**

Монтаж труб

Общие положения

Монтаж спиральновитых труб ведется после выполнения земляных работ, устройства основания и обеспечения проектного уклона дна траншеи.

Выбор способа укладки определяется:

- наличием свободного пространства на бровке траншеи для сварки плети;
- типом грунта (устойчивый / неустойчивый / водонасыщенный);
- наличием креплений стенок траншеи;
- грузоподъемными средствами (минимально допустимое количество – один кран соответствующей грузоподъемности, при опускании длинных плетей – два крана или один с траверсой);
- глубиной заложения и длиной захватки между колодцами в соответствии с п. 6.3.1 СП 32.13330.2018

Основные требования:

- все сварочные работы (ручным экструдером) выполняются профессиональными сварщиками;
- сварка соединения «труба–труба» и «труба–муфта» производится по всей окружности изнутри трубы; при монтаже плети на бровке необходима сварка наружного шва с последующей внутренней сваркой;
- обязательна вентиляция трубы при нахождении сварщика внутри (принудительная подача воздуха), освещение, страховка и связь;
- место сварки должно быть защищено от неблагоприятных погодных условий (осадки, ветровые нагрузки, температура воздуха ниже 5 °С);
- температура соединяемых деталей перед сваркой должна быть одинаковой (в случае нарушения указанного требования необходимо детали термостатировать). При невозможности обеспечить данные условия, проводят испытания контрольных сварных соединений, полученных в неблагоприятных условиях.
- температура воздуха при сварке – не ниже +5°С (при отрицательных температурах работы запрещены);
- все соединения подлежат визуальному контролю изнутри и снаружи, результаты фиксируются в журнале.

Вариант 1. Сварка труб в плеть на бровке траншеи с последующим опусканием

Применяется при наличии свободной полосы вдоль траншеи (шириной не менее 3–4 м, в зависимости от диаметра трубопровода) и достаточной грузоподъемности кранов.

На бровке единоразово допускается собирать не более 4 стыков для труб длиной до 6 м, и не более 3 стыков для труб длиной от 6 до 12 м.

Подготовка бровки и сборка плети

1. Планировка площадки – выравнивание бровки, удаление камней, обеспечение горизонтальной поверхности для сварки.
2. Укладка труб в линию – трубы укладывают на деревянные подкладки (высотой 20–30 см) встык, с соблюдением соосности. Между торцами труб выдерживают зазор 10–20 мм (компенсационный зазор, предусмотренный конструкцией муфты).
3. Установка соединительной муфты – муфта надвигается на стык так, чтобы она перекрывала торец обеих труб на равную глубину (до упора). Внутренняя поверхность муфты очищается от пыли и влаги.
4. Для жесткости плети перед опусканием выполняется сварка по наружной поверхности сопряжения муфты с трубой. Этот шов не является окончательным – основная герметизация обеспечивается внутренним швом.

5. Сварка внутреннего шва – сварщик заходит внутрь трубы (через открытый торец) и выполняет ручным экструдером сплошной сварной шов по всей окружности в месте сопряжения трубы и муфты с внутренней стороны. Обеспечивается принудительная вентиляция (подача свежего воздуха), освещение, связь и страховка.

6. Охлаждение шва – естественное, без сквозняков и механических воздействий. Визуальный контроль шва (равномерность, отсутствие пор, непроваров).

7. Повтор операции для всех стыков в плети. Длина плети ограничивается:
- возможностью опускания кранами (расчет по весу и длине);
- условиями траншеи (при укреплении стенок траншеи – удобство прохода плети между распорами);

Опускание плети в траншею

1. Строповка – плеть обвязывается мягкими стропами (полотенцами) в нескольких точках, равномерно распределяя нагрузку. Для плетей длиной более 20 м используют траверсу или два крана (синхронная работа). Категорически запрещено использовать стальные тросы без мягких прокладок.

2. Подъем и перемещение – плеть плавно поднимают и перемещают над траншеей, ориентируя по осям. При наличии креплений траншеи (распорки) следят, чтобы плеть проходила между ними без задеваний.

3. Опускание – опускание выполняется медленно, равномерно, с контролем положения по отметкам. Запрещено сбрасывать, допускать удары о дно или стенки.

4. Укладка на основание – плеть укладывается на подготовленное песчаное (или щебеночное) основание с проектным уклоном. При необходимости производят корректировку положения домкратами или стяжками.

Присоединение к колодцу (начало и конец участка)

- Вход в колодец – труба заводится в заранее установленный патрубок (закладную муфту) в стенке колодца. Сварка соединения «труба – патрубок» выполняется аналогично: изнутри трубы ручным экструдером по всей окружности.

- Завершение участка между колодцами – после укладки и сварки всех стыков на участке, последнее соединение с колодцем выполняется методом надвигания колодца:

- Труба укладывается с запасом по длине (выступает за проектное положение на 0,5–1 м).

- Колодец (или последняя секция трубопровода) надвигается на трубу с помощью домкратов или крана, пока труба не войдет в патрубок колодца на расчетную глубину.

- После этого производится окончательная сварка соединения изнутри трубы.

- В случае невозможности надвигания – применяют соединительную муфту с последующей сваркой.

Особенности при креплении стенок траншеи

- При наличии распорок расстояние между ними должно быть достаточным для свободного прохода плети (ширина в свету не менее D + 1 м).

- Опускание производят по центру, не допуская касания плети о распорки.

- При креплении сваями или шпунтом опускание аналогично, но требуется более точная центровка, чтобы избежать заклинивания.

Особенности в водонасыщенных грунтах

- Перед опусканием плети производят водопонижение (иглофильтры, открытый водоотлив) до уровня не менее 0,5 м ниже дна траншеи.

- Опускание выполняют после откачки воды, на сухое дно. Плеть укладывают на песчаную подушку толщиной не менее 15 см, уплотненную до 85–90% по Проктору.

- Сварку трубы допускается выполнять только при отсутствии воды в траншее (постоянный водоотлив). При невозможности полного осушения – применяют специальные технологии (в данном пособии не рассматриваются, требуется отдельный проект).

Вариант 2. Укладка труб по одной (поштучно) в траншею с последующей сваркой

Применяется, когда:
- нет места для сборки плети на бровке;
- глубина траншеи большая, а крепления мешают опусканию длинной плети;
- грунт неустойчивый, требуются частые распорки;
- стесненные условия городской застройки.

Последовательность операций
1. Опускание первой трубы – труба подается краном с мягкими стропами, опускается на подготовленное основание в проектное положение, ориентируется по осям и уклонам. Фиксируется от смещения (грунтовые упоры, анкеры).

2. Подача и позиционирование второй трубы – вторую трубу опускают в траншею, задвигают ее в муфту, центрируют с помощью домкратов и стяжек, добиваясь соосности. Обеспечивают зазор между торцами труб внутри муфты 10–20 мм (для обеспечения сварки).

3. Сварка соединения – сварщик заходит внутрь трубы и выполняет сварку ручным экструдером по внутреннему периметру стыка (сопряжение труба–труба). При возможности и обеспечении мер безопасности второй сварщик может выполнять наружную сварку шва.

4. Охлаждение, контроль, запись в журнал.

5. Повтор для всех последующих труб – процесс повторяется для каждой новой трубы, пока участок не будет завершен.

Обеспечение соосности
- Для центровки используют домкраты (винтовые или гидравлические), клинья, стяжные приспособления.

- Соосность контролируют по натянутым осям или лазерным нивелиром.

- После сварки и остывания фиксаторы снимают.

Соединение с колодцами
- Первая труба участка заводится в патрубок колодца со сваркой изнутри.

- Последняя труба – аналогично варианту 1, но так как монтаж ведется по одной, то надвигание колодца выполняют сразу после укладки последней трубы и ее сварки с муфтой, которая заранее надета на конец трубы. Либо используют компенсирующую муфту, если надвигание невозможно.

Особенности в водонасыщенных грунтах

- Так же, как в варианте 1, требуется водопонижение и осушение траншеи.
- Укладку ведут с постоянным контролем уровня воды, не допуская подтопления места сварки.
- При невозможности полного осушения – сварку выполняют в специальной камере (кессоне) или применяют другие методы, согласованные с проектом.

Требования безопасности при сварке внутри трубы

- Перед входом сварщика в трубу обеспечивают принудительную вентиляцию (подача чистого воздуха с расходом не менее 20 м^2/ч на человека), освещение (12 В), связь (телефон или радиостанция), страховочный трос.
- Сварщик должен быть обеспечен спецодеждой, защитными очками, респиратором (при необходимости), иметь допуск к работе в замкнутых пространствах.
- Внутри трубы не допускается присутствие посторонних предметов, масла, влаги.
- При температуре наружного воздуха ниже +5°С сварку внутри трубы допускается производить только после предварительного прогрева трубы (тепловыми пушками) до положительной температуры.
- Один сварщик не должен работать внутри трубы более 30 минут без перерыва; предусматривается сменная работа (два сварщика в каждой смене).

Контроль качества укладки и сварки

- После сварки каждого стыка выполняется визуальный контроль внутреннего шва: равномерность, отсутствие пор, трещин, непроваров. Шов должен быть равномерным по ширине и высоте.
- Фиксируется: дата, номер стыка, температура воздуха, параметры сварки (температура экструдера, скорость подачи, давление, расход прутка), фамилия сварщика, результаты контроля.
  Журнал заверяется подписью ответственного лица.

Таблица 4.2

Расход сварочного прутка

Диаметр трубы DN, мм	Количество ПЭ прутка для одного сварочного шва, кг , не менее
ID 1000	2,3
ID 1200	2,5
ID 1400	2,8
ID 1500	3,0
ID 1600	3,2
ID 1800	3,4
ID 2000	3,6
ID 2200	3,8
ID 2400	4,0
ID 2600	4,2
ID 2800	4,4
ID 3000	4,6

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 также 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. Можно использовать гравий с размером фракции до 20 мм или щебень с размером фракции 4–20 мм.

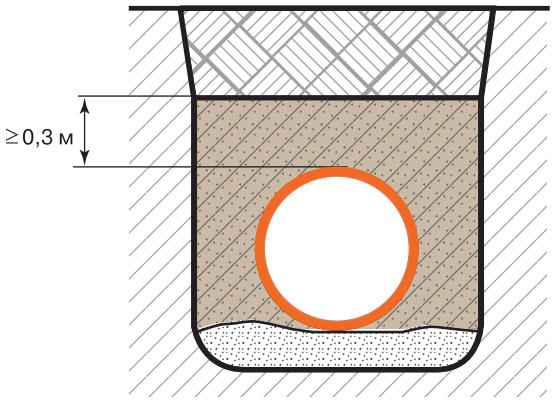


Рис. 4.3. Обсыпка трубопровода

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 быть более 0,2 м. Последующие слои также должны быть не более 0,2 м. Во время обсыпки грунт необходимо наносить с минимальной высоты. Нельзя сбрасывать массы грунта непосредственно на трубу.

Обсыпка трубопровода должна производиться после окончания прокладки и приемки трубопровода.
Не допускается обсыпка трубопровода до окончания сварочных работ.

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 0,2 м, утрамбовывая каждый слой. Толщина утрамбовываемых слоев зависит от оборудования и условий уплотнения. При выполнении этой задачи необходимо быть внимательным. Уплотнение первого слоя не должно привести к поднятию трубы. 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
	93	88	гравий, песок	взрыхленная плотная глина	сыпучая глина	
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 вибрационной 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.

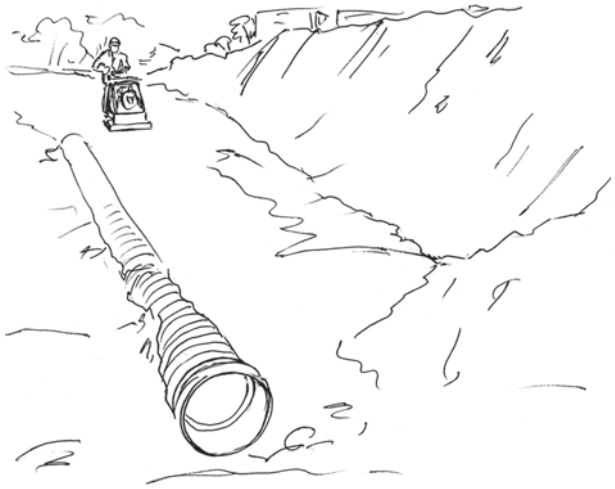


Рис. 4.4.
Уплотнение грунта при прокладке трубопровода

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.

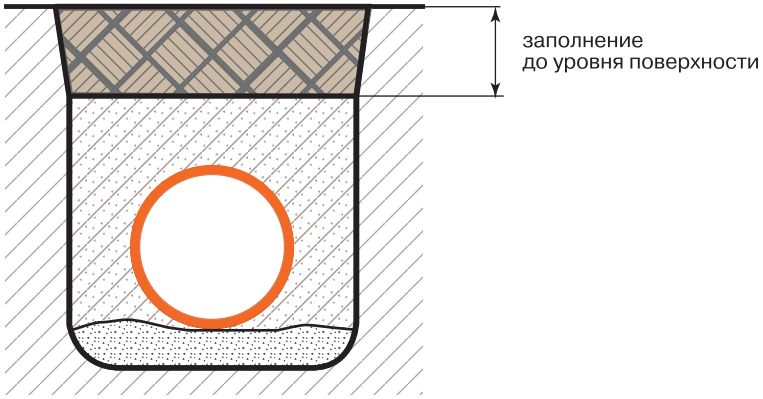


Рис. 4.5.
Окончательная засыпка траншеи

Перемещение и работа с трубами на строительной площадке

Перемещение и укладка одинарных труб в траншею:

- Спиральновитые трубы, а также связки и плети труб перемещаются с использованием крана и двухветьевого 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

Спиральновитые трубы, 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.

Рекомендуется также выполнять расчеты на всплытие в проектных условиях. Если расчет показывает, что есть вероятность всплытия трубопровода, то в целях предотвращения его возможного всплытия необходимо обеспечить балластировку, т.е. закрепление трубопровода пригрузами, которые не повреждают трубу (п. 6.7.3.3 СП 399.1325800).

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.

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 спиральновитых 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 -й или 2 -й категории.

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

При надлежащем выполнении обратной засыпки возможная продольная подвижность спиральновитых труб полностью компенсируется утрамбованным грунтом обратной засыпки. За счет защемления обратной засыпки, грунт «держит» трубу и линейное расширение переходит в допустимые внутренние напряжения трубы.

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.

Раздел 5.
Испытания трубопроводов системы водоотведения из спиральновитых труб

Проведение испытаний

Предусматриваются два вида испытаний трубопроводов из спиральновитых 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.

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.

Трубы 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/м^2 внутренней смоченной поверхности трубы.

Согласно СП 129.13330 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. 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.

Приложение А

Химическая стойкость Спиральновитых труб

Таблица 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
Адипиновая кислота	Насыщенный водный раствор	60	С
Азотная кислота	6,13%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	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	О
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
Анилина хлоргидрат	То же	20	С
		40	С
		60	О
Ацетальдегид	Технически чистый	20	С
		40	О
		60	О
Ацетон	То же	20	С
		40	С
		60	С
Бария соли	Водные растворы любой концентрации	60	С
Бензин	Технически чистый	20	С
		40	С
		60	О
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

Продолжение табл. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
Бромистоводородная кислота	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Бутан	Технический	20	С
		60	С
Бутадиен	То же	20	С
Бутанол	То же	20	С
		40	С
		60	С
Бутилацетат	То же	20	С
		60	О
Винилацетат	То же	20	С
Винная кислота	Любая водная	20	С
		40	С
		60	С
Вино любое	Торговая	20	С
		40	С
		60	С
Вискознопрядильный 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	С
Водорода перекись	30%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	90%-ный водный раствор	20	С
		40	Н
Воздух сжатый, содержащий масло	-	20	С
		40	С
Гексан	100%-ный, технический	20	С
		60	О
Этиленгликоль	100%-ный	20	С
		60	С
Гликолевая (уксусная) кислота	37%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Глицерин	Технический	40	С
		60	С
Глюкоза	Водный раствор любой концентрации	20	С
		40	С
		60	С
Декалин	Технический	20	С
		60	О

Продолжение табл. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
Дибутилфталат	То же	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	О
Диэтиловый эфир	То же	120	О
Диметиламин	Технический	20	С
Диметилформамид	То же	20	С
		40	С
		60	О
Диоксан	То же	20	С
		40	С
		60	С
Дихлорбензол	То же	20	О
		60	Н
Дихлорэтан	То же	20	Н
Диэтиламин	То же	20	Н
Диэтиловый эфир	То же	20	О
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
Калия йодит	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

Продолжение табл. 1

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	С
Калия цианид	Насыщенный водный раствор	40	С
		60	С
Кальция гипохлорит	Насыщенный водный раствор, содержащий 12,5% активного хлора	20	С
		40	С
		60	С
Кальция хлорид	Насыщенный водный раствор	40	С
		60	С
Камфора	-	20	С
		60	О
Кислород	Любой концентрации	20	С
		40	С
		60	О
Кремниевая кислота	То же	60	С
Кремнефтористоводородная кислота	32%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	90%-ный водный раствор	20	С
		60	С
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	О
Масло веретенное	-	20	О
		40	О
		60	О
Масло камфорное	-	20	Н
Масло минеральное, не содержащее ароматических веществ	-	20	С
		40	С
		60	О
Масло моторное	-	20	С
		60	О
Меди соли	Водные растворы любой концентрации	20	С
		40	С
		60	О
Ментол	100%-ный	20	С
		60	О
Метан	Технический	20	С
		60	О
Метанол	Любой	20	С
		40	С
		60	С
Метиламин	32%-ный водный	20	С

Продолжение табл. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
Метилэтилкетон	Технический	20	С
		40	О
		60	Н
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	С
		60	С
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
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
Натрия карбонат	Насыщенный водный	60	С
Натрия нитрат	То же	40	С
		60	С
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

Продолжение табл. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
Озон	100%-ный	20	О
		60	Н
Олеиновая кислота	Техническая чистая	20	С
		40	С
		60	О
Олеум	10%-ный, SO_3	20	Н
		60	Н
Отходящие газы, содержащие двуокись углерода	Любая	60	С
Перхлорэтилен, тетрахлорэтилен	Технические	20	О
		60	Н
Пикриновая кислота	1%-ный водный раствор	20	С
		60	О
Пропан	Технический жидкий	20	С
	Технический газообразный	20	С
		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
	90%-ный водный раствор	20	С
		60	С
Серная кислота	96%-ный водный раствор	20	Н
		60	О
Сероводород	Технический газообразный	20	С
		40	С
		60	О
	Насыщенный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Сера	Техническая чистая	20	С
		40	С
		60	С
Сероуглерод	Технический	20	О

Продолжение табл. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
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	С
		40	О
		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% 49% 3%	20	Н
Смесь кислот: Серная Азотная Вода	10% 20% 70%	20	О
Смесь кислот: Азотная (15%-ная) Фтористоводородная (5%-ная)	3 части 1 часть 2 части	20	О
Смесь кислот: Серная Азотная Вода	30% 60% 10%	20	С
		40	О
Спиртные напитки	40%-ные	20	С
Стеариновая кислота	Техническая	20	С
		60	О
Сурьмы хлорид	90%-ный водный	20	С
		40	С
		60	С
Тетрагидрофуран	Технический	20	О
Тетрахлорэтан	То же	20	О
		60	Н
Толуол	То же	20	О
		60	Н
Трихлоруксусная кислота	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
	Техническая чистая	20	С
		40	О
		60	Н

Продолжение табл. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
Трихлорэтилен	Технический	20	Н
Триэтаноламин	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	О
	До 90% водный	20	С
		40	С
		60	О
Формальдегид (формалин)	40%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
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
		20	С
		40	С
		60	О
Фосфорный ангидрит (2 кл. оп)	Технический	20	С
		40	С
Фотографическая эмульсия	Любая	20	С
		40	С
Фотографический закрепитель	Торговый	20	С
		40	С
Фруктовые соки	-	20	С
		40	С
		60	С
Фтористоводородная (плавиковая) кислота	До 40% водный раствор	20	С
		40	С
		60	О
	50%-ный водный раствор	20	С
		40	С
		60	О
	70%-ный водный раствор	20	С
		60	О
Хлор газообразный	100%-ный	20	Н
		60	Н
Хлор жидкий	100%-ный	20	Н
		60	Н

Продолжение табл. 1

Вещество	Концентрация	Температура, °С	Химическая стойкость
Хлорбензол	Технический	20	О
		60	Н
Хлорметан	То же	20	Н
Хлорная вода	Насыщенный раствор	20	О
		40	О
Хлороформ	Технический	20	Н
		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	О
		40	Н
Смесь кислот: Хромовая Серная Вода	 5 ч 2 ч 3 ч	20	Н
Царская водка	Концентрированая	20	Н
Циклогексан	Технический	20	С
		40	С
		60	С
Циклогексанон	То же	20	С
		40	О
		60	О
Соли цинка	Любые водные растворы	40	С
		60	С
Щавелевая кислота	Разбавленная водная	20	С
		40	С
		60	С
Этиленгликоль	То же	20	С
		40	С
		60	С
Этилендиамин	То же	20	С
		40	С
		60	С
Этиловый спирт (этанол)	Технический, 96%-ный	40	С
		60	С
Этиловый эфир акриловой кислоты	Технический	20	С
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

Примечание. 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.

Таблица .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 Б

Таблицы для гидравлического расчета самотечных трубопроводов

Порядок выполнения гидравлических расчетов безнапорных трубопроводов с использованием таблиц

Таблицы рассчитаны по формуле (2.2) Дарси – Вейсбаха:

$$i = \frac{\lambda \cdot V^b}{2 \cdot g \cdot 4 \cdot R} = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot 4 \cdot R} \cdot \left(\frac{V_0}{V}\right)^{2-b}, \qquad (1.1)$$

в которой коэффициент λ определяется по формуле (2.3) при $K_э$ = 0,01 мм и α = 0,258.

$$\lambda = 0{,}2 \cdot \left(\frac{K_э}{4 \cdot R}\right)^{\alpha}. \qquad (1.2)$$

Таблицы составлены для спиральновитых труб всего номенклатурного ряда диаметров.

На каждой странице таблиц указаны номинальные диаметры. Значение расчетного диаметра принято равным внутреннему диаметру. В левой колонке каждой таблицы приведены значения наполнения трубопровода от 0,3 до 1. Для надёжной самоочистки и предотвращения заиливания принимайте минимальное наполнение ≥0,3. Если расходы очень малы — рассмотрите периодическую промывку или уменьшение диаметра на начальном участке. Расчетные наполнения менее 0,3 не экономичны 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.

Расчеты для других наполнений и скоростей производятся по Вашему запросу.

ID 1000

h/D	i=0,0007		i=0,0009		i=0,0011		i=0,0013		i=0,0015		i=0,0017	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	158	0,8	183	1,0	206	1,1	227	1,2	246	1,3	264	1,4
0,4	276	1,0	320	1,1	359	1,3	395	1,4	429	1,5	460	1,6
0,5	414	1,1	479	1,3	538	1,4	592	1,6	642	1,7	688	1,8
0,6	560	1,2	649	1,4	728	1,5	800	1,7	867	1,8	930	2,0
0,7	701	1,2	812	1,4	910	1,6	1001	1,8	1085	1,9	1163	2,0
0,8	820	1,3	949	1,5	1065	1,6	1170	1,8	1268	1,9	1360	2,1
0,9	893	1,2	1034	1,4	1159	1,6	1274	1,8	1381	1,9	1481	2,1
1	827	1,1	959	1,3	1076	1,4	1184	1,6	1283	1,7	1377	1,8

h/D	i=0,0019		i=0,002		i=0,0025		i=0,003		i=0,004		i=0,005	
0,3	281	1,5	290	1,5	328	1,7	363	1,9	425	2,2	479	2,5
0,4	490	1,7	504	1,8	570	2,0	630	2,2	737	2,6	830	2,9
0,5	732	1,9	754	2,0	852	2,2	941	2,5	1099	2,9	1238	3,3
0,6	989	2,1	1018	2,1	1150	2,4	1270	2,7	1483	3,1	1669	3,5
0,7	1237	2,2	1272	2,2	1438	2,5	1587	2,8	1852	3,3	2084	3,7
0,8	1446	2,2	1487	2,3	1681	2,6	1855	2,8	2164	3,3	2436	3,7
0,9	1575	2,2	1620	2,2	1831	2,5	2021	2,8	2358	3,3	2654	3,7
1	1465	1,9	1507	2,0	1704	2,2	1883	2,5	2199	2,9	2476	3,3

h/D	i=0,006		i=0,007		i=0,008		i=0,009		i=0,010		i=0,015	
0,3	528	2,8	573	3,0	616	3,2	655	3,4	692	3,6	854	4,4
0,4	915	3,2	992	3,5	1065	3,7	1133	4,0	1196	4,2	1474	5,2
0,5	1363	3,6	1478	3,9	1586	4,2	1686	4,4	1781	4,7	2192	5,8
0,6	1838	3,9	1992	4,2	2136	4,5	2271	4,8	2398	5,0	2949	6,2
0,7	2294	4,0	2486	4,4	2666	4,7	2834	5,0	2992	5,3	3679	6,5
0,8	2680	4,1	2905	4,5	3115	4,8	3310	5,1	3495	5,4	4297	6,6
0,9	2921	4,0	3166	4,4	3395	4,7	3608	5,0	3809	5,3	4683	6,5
1	2727	3,6	2957	3,9	3172	4,2	3372	4,4	3561	4,7	4383	5,8

h/D	i=0,02		i=0,025		i=0,03		i=0,035		i=0,04		i=0,045	
0,3	989	5,2	1108	5,8	1214	6,3	1312	6,8	1402	7,3	1487	7,7
0,4	1706	6,0	1909	6,7	2092	7,4	2258	7,9	2413	8,5	2558	9,0
0,5	2535	6,7	2836	7,4	3106	8,2	3352	8,8	3581	9,4	3794	10,0
0,6	3410	7,1	3813	8,0	4175	8,8	4505	9,4	4812	10,1	5068	10,7
0,7	4252	7,5	4754	8,3	5204	9,1	5615	9,9	5996	10,5	6352	11,2
0,8	4966	7,6	5551	8,5	6076	9,3	6556	10,0	7001	10,7	7415	11,4
0,9	5414	7,5	6052	8,4	6625	9,2	7149	9,9	7633	10,6	8086	11,2
1	5071	6,7	5671	7,4	6211	8,2	6704	8,8	7161	9,4	7588	10,0

ID 1200

h/D	i=0,0006		i=0,0007		i=0,0008		i=0,0009		i=0,0010		i=0,0011	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	239	0,9	261	0,9	283	1,0	303	1,1	322	1,2	340	1,2
0,4	417	1,0	457	1,1	493	1,2	529	1,3	561	1,4	593	1,4
0,5	626	1,1	685	1,2	740	1,3	791	1,4	840	1,5	887	1,6
0,6	847	1,2	927	1,3	1000	1,5	1070	1,6	1136	1,6	1199	1,7
0,7	1060	1,3	1160	1,4	1251	1,5	1339	1,6	1420	1,7	1499	1,8
0,8	1240	1,3	1357	1,4	1463	1,6	1565	1,7	1661	1,8	1753	1,9
0,9	1350	1,3	1477	1,4	1594	1,5	1705	1,6	1809	1,7	1909	1,8
1	1252	1,1	1370	1,2	1480	1,3	1582	1,4	1681	1,5	1774	1,6

h/D	i=0,0012		i=0,0013		i=0,0014		i=0,0015		i=0,0016		i=0,0017	
0,3	358	1,3	374	1,4	390	1,4	405	1,5	421	1,5	435	1,6
0,4	623	1,5	651	1,6	679	1,7	706	1,7	732	1,8	756	1,8
0,5	932	1,7	974	1,8	1016	1,8	1055	1,9	1094	2,0	1131	2,1
0,6	1259	1,8	1316	1,9	1372	2,0	1425	2,1	1477	2,1	1527	2,2
0,7	1574	1,9	1646	2,0	1715	2,1	1782	2,2	1846	2,2	1909	2,3
0,8	1840	2,0	1924	2,0	2005	2,1	2083	2,2	2158	2,3	2231	2,4
0,9	2004	1,9	2096	2,0	2184	2,1	2269	2,2	2350	2,3	2430	2,3
1	1863	1,7	1949	1,8	2031	1,8	2110	1,9	2187	1,98	2261	2,05

h/D	i=0,0018		i=0,0019		i=0,002		i=0,0025		i=0,003		i=0,0035	
0,3	450	1,6	463	1,7	477	1,7	539	1,9	595	2,1	647	2,3
0,4	781	1,9	805	2,0	828	2,0	936	2,3	1033	2,5	1122	2,7
0,5	1167	2,1	1202	2,2	1236	2,2	1396	2,5	1541	2,8	1673	3,0
0,6	1576	2,3	1623	2,4	1669	2,4	1884	2,7	2078	3,0	2256	3,3
0,7	1969	2,4	2028	2,5	2086	2,5	2353	2,9	2595	3,2	2817	3,4
0,8	2302	2,4	2371	2,5	2438	2,6	2750	2,9	3033	3,2	3292	3,5
0,9	2508	2,4	2583	2,5	2656	2,5	2997	2,9	3304	3,2	3587	3,4
1	2334	2,1	2405	2,2	2473	2,2	2793	2,5	3081	2,8	3345	3,0

h/D	i=0,004		i=0,005		i=0,006		i=0,007		i=0,008		i=0,009	
0,3	695	2,5	783	2,8	863	3,1	936	3,4	1004	3,6	1067	3,8
0,4	1205	2,9	1356	3,3	1493	3,6	1618	3,9	1735	4,2	1844	4,5
0,5	1796	3,3	2020	3,7	2224	4,0	2410	4,4	2582	4,7	2743	5,0
0,6	2420	3,5	2722	3,9	2996	4,3	3245	4,7	3476	5,0	3693	5,4
0,7	3023	3,7	3399	4,1	3739	4,5	4050	4,9	4338	5,3	4607	5,6
0,8	3532	3,7	3970	4,2	4368	4,6	4730	5,0	5067	5,4	5382	5,7
0,9	3849	3,7	4327	4,1	4760	4,6	5156	4,9	5522	5,3	5866	5,6
1	3592	3,3	4041	3,7	4448	4,0	4819	4,4	5164	4,7	5487	5,0

h/D	i=0,010		i=0,015		i=0,020		i=0,025		i=0,03	
0,3	1127	4,1	1388	5,0	1607	5,8	1798	6,5	1969	7,1
0,4	1947	4,7	2395	5,8	2769	6,7	3096	7,5	3389	8,2
0,5	2896	5,3	3559	6,5	4112	7,5	4595	8,3	5029	9,1
0,6	3898	5,6	4787	6,9	5528	8,0	6177	8,9	6758	9,8
0,7	4862	5,9	5969	7,2	6892	8,4	7699	9,3	8423	10,2
0,8	5679	6,0	6970	7,4	8048	8,5	8989	9,5	9834	10,4
0,9	6190	5,9	7599	7,3	8774	8,4	9800	9,4	10722	10,3
1	5791	5,3	7117	6,5	8223	7,5	9190	8,3	10059	9,1

ID 1400

h/D	i=0,0005		i=0,0007		i=0,0009		i=0,0010		i=0,0013		i=0,0016	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	315	0,9	385	1,0	445	1,2	473	1,3	548	1,5	616	1,7
0,4	552	1,0	671	1,2	775	1,4	823	1,5	953	1,7	1070	2,0
0,5	827	1,1	1005	1,4	1160	1,6	1231	1,7	1425	2,0	1598	2,2
0,6	1120	1,2	1360	1,5	1568	1,7	1663	1,8	1924	2,1	2156	2,4
0,7	1402	1,3	1701	1,6	1960	1,8	2080	1,9	2405	2,2	2695	2,5
0,8	1639	1,3	1989	1,6	2292	1,8	2431	1,9	2811	2,2	3150	2,5
0,9	1785	1,3	2165	1,6	2496	1,8	2648	1,9	3062	2,2	3431	2,5
1	1655	1,1	2011	1,4	2320	1,6	2462	1,7	2850	2,0	3195	2,2

h/D	i=0,0019		i=0,0021		i=0,0025		i=0,003		i=0,004		i=0,005	
0,3	677	1,8	715	1,9	787	2,1	868	2,4	1013	2,7	1140	3,1
0,4	1175	2,2	1241	2,3	1364	2,5	1505	2,8	1753	3,2	1971	3,6
0,5	1755	2,4	1853	2,5	2035	2,8	2243	3,1	2612	3,6	2936	4,0
0,6	2368	2,6	2499	2,7	2744	3,0	3024	3,3	3520	3,8	3955	4,3
0,7	2958	2,7	3122	2,9	3428	3,1	3777	3,5	4394	4,0	4936	4,5
0,8	3457	2,8	3648	2,9	4005	3,2	4413	3,5	5134	4,1	5766	4,6
0,9	3766	2,7	3975	2,9	4364	3,2	4808	3,5	5594	4,0	6284	4,5
1	3509	2,4	3705	2,5	4070	2,8	4487	3,1	5225	3,6	5872	4,0

h/D	i=0,006		i=0,007		i=0,008		i=0,009		i=0,010		i=0,015	
0,3	1255	3,4	1361	3,7	1458	4,0	1550	4,2	1636	4,4	2013	5,5
0,4	2170	4,0	2351	4,3	2519	4,6	2676	4,9	2824	5,2	3469	6,4
0,5	3230	4,4	3498	4,8	3746	5,1	3979	5,4	4198	5,7	5153	7,0
0,6	4349	4,7	4708	5,1	5042	5,5	5354	5,8	5649	6,2	6929	7,6
0,7	5427	5,0	5874	5,4	6290	5,8	6678	6,1	7045	6,4	8638	7,9
0,8	6339	5,1	6862	5,5	7346	5,9	7800	6,2	8228	6,6	10087	8,0
0,9	6909	5,0	7479	5,4	8007	5,8	8502	6,1	8969	6,5	10997	7,9
1	6460	4,4	6995	4,8	7492	5,1	7957	5,4	8396	5,7	10305	7,0

h/D	i=0,020	
0,3	2327	6,3
0,4	4007	7,3
0,5	5949	8,1
0,6	7996	8,7
0,7	9967	9,1
0,8	11638	9,3
0,9	12688	9,2
1	11898	8,1

ID 1500

h/D	i=0,0003		i=0,0005		i=0,0007		i=0,0009		i=0,0011		i=0,0013	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	281	0,7	381	0,9	464	1,1	536	1,3	601	1,4	660	1,6
0,4	491	0,8	666	1,1	809	1,3	933	1,5	1045	1,7	1147	1,8
0,5	738	0,9	998	1,2	1211	1,4	1396	1,7	1562	1,9	1713	2,0
0,6	999	1,0	1350	1,3	1637	1,6	1886	1,8	2109	2,0	2312	2,2
0,7	1252	1,0	1690	1,4	2047	1,6	2358	1,9	2636	2,1	2890	2,3
0,8	1464	1,0	1976	1,4	2394	1,7	2757	1,9	3082	2,1	3378	2,4
0,9	1594	1,0	2152	1,4	2607	1,6	3003	1,9	3357	2,1	3680	2,3
1	1476	0,9	1996	1,2	2422	1,4	2792	1,7	3123	1,9	3426	2,0

h/D	i=0,0015		i=0,002		i=0,0025		i=0,003		i=0,004		i=0,005	
0,3	714	1,7	837	2,0	945	2,2	1042	2,5	1215	2,9	1368	3,2
0,4	1241	2,0	1452	2,3	1638	2,6	1806	2,9	2103	3,4	2365	3,8
0,5	1853	2,2	2167	2,6	2443	2,9	2692	3,2	3132	3,7	3521	4,2
0,6	2501	2,4	2923	2,8	3293	3,1	3628	3,5	4220	4,0	4742	4,5
0,7	3125	2,5	3651	2,9	4113	3,3	4530	3,6	5268	4,2	5918	4,7
0,8	3652	2,5	4266	3,0	4806	3,3	5293	3,7	6154	4,3	6913	4,8
0,9	3979	2,5	4648	2,9	5237	3,3	5767	3,4	6707	4,2	7535	4,7
1	3706	2,2	4333	2,6	4885	2,9	5383	3,2	6265	3,7	7043	4,2

h/D	i=0,01		i=0,015	
0,3	1960	4,6	2409	5,7
0,4	3382	5,4	4152	6,6
0,5	5027	6,0	6166	7,4
0,6	6762	6,4	8290	7,9
0,7	8433	6,7	10335	8,2
0,8	9849	6,8	12068	8,4
0,9	10736	6,8	13157	8,3
1	10053	6,0	12332	7,4

ID 1600

h/D	i=0,0003		i=0,0005		i=0,0007		i=0,0009		i=0,0011		i=0,0013	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	335	0,7	455	0,9	554	1,2	639	1,3	715	1,5	785	1,6
0,4	587	0,8	795	1,1	964	1,4	1112	1,6	1244	1,7	1365	1,9
0,5	882	0,9	1191	1,3	1443	1,5	1662	1,7	1859	2,0	2038	2,1
0,6	1194	1,0	1610	1,4	1950	1,6	2246	1,9	2510	2,1	2750	2,3
0,7	1495	1,1	2015	1,4	2439	1,7	2807	2,0	3137	2,2	3437	2,4
0,8	1749	1,1	2356	1,4	2852	1,7	3282	2,0	3667	2,2	4018	2,5
0,9	1904	1,1	2566	1,4	3106	1,7	3575	2,0	3994	2,2	4377	2,4
1	1763	0,9	2381	1,3	2886	1,5	3325	1,7	3717	2,0	4076	2,1

h/D	i=0,0015		i=0,002		i=0,0025		i=0,003		i=0,005		i=0,01	
0,3	850	1,8	995	2,1	1123	2,3	1239	2,6	1624	3,4	2325	4,8
0,4	1476	2,1	1726	2,4	1947	2,7	2145	3,0	2808	3,9	4010	5,6
0,5	2204	2,3	2575	2,7	2902	3,0	3197	3,4	4179	4,4	5959	6,2
0,6	2974	2,5	3473	2,9	3912	3,3	4308	3,6	5627	4,7	8015	6,7
0,7	3716	2,6	4338	3,0	4885	3,4	5378	3,8	7021	4,9	9995	7,0
0,8	4342	2,7	5069	3,1	5708	3,5	6284	3,8	8201	5,0	11672	7,1
0,9	4731	2,6	5523	3,1	6220	3,4	6848	3,8	8939	4,9	12724	7,0
1	4408	2,3	5150	2,7	5804	3,0	6394	3,4	8357	4,4	11918	6,2

ID 1800

h/D	i=0,0002		i=0,0003		i=0,0004		i=0,0005		i=0,001		i=0,0015	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	363	0,6	464	0,8	551	0,9	627	1,0	932	1,5	1166	1,9
0,4	636	0,7	812	0,9	962	1,1	1095	1,2	1619	1,8	2023	2,2
0,5	956	0,8	1218	1,0	1441	1,2	1639	1,4	2419	2,0	3018	2,5
0,6	1295	0,9	1648	1,1	1949	1,3	2215	1,5	3265	2,2	4071	2,7
0,7	1622	0,9	2063	1,1	2439	1,4	2771	1,5	4080	2,3	5085	2,8
0,8	1898	0,9	2413	1,2	2853	1,4	3240	1,6	4769	2,3	5943	2,9
0,9	2066	0,9	2627	1,2	3106	1,4	3529	1,5	5196	2,7	6475	2,8
1	1911	0,8	2435	1,0	2882	1,2	3277	1,4	4837	2,0	6036	2,5

h/D	i=0,002		i=0,003		i=0,005		i=0,010		i=0,015		i=0,020	
0,3	1363	2,2	1694	2,8	2218	3,6	3168	5,2	3888	6,4	4490	7,4
0,4	2363	2,6	2932	3,3	3831	4,2	5461	6,0	6695	7,4	7724	8,6
0,5	3523	2,9	4367	3,6	5699	4,7	8113	6,7	9937	8,2	11458	9,5
0,6	4750	3,1	5883	3,9	7672	5,1	10909	7,2	13355	8,8	15393	10,1
0,7	5931	3,3	7343	4,1	9572	5,3	13602	7,5	16646	9,2	19181	10,6
0,8	6930	3,3	8579	4,1	11180	5,4	15883	7,7	19435	9,4	22393	10,8
0,9	7551	3,3	9350	4,1	12186	5,3	17316	7,6	21190	9,2	24418	10,7
1	7046	2,9	8734	3,6	11399	4,7	16225	6,7	19874	8,2	22915	9,5

ID 2000

h/D	i=0,0002		i=0,0003		i=0,0004		i=0,0005		i=0,001		i=0,0015	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	486	0,6	620	0,8	735	1,0	836	1,1	1237	1,6	1545	2,1
0,4	850	0,8	1083	1,0	1282	1,1	1457	1,3	2148	1,9	2679	2,4
0,5	1277	0,9	1624	1,1	1919	1,3	2179	1,5	3207	2,1	3996	2,7
0,6	1730	0,9	2197	1,2	2595	1,4	2945	1,6	4328	2,3	5389	2,9
0,7	2166	1,0	2750	1,2	3247	1,4	3683	1,6	5408	2,4	6730	3,0
0,8	2534	1,0	3216	1,3	3796	1,5	4306	1,7	6320	2,5	7865	3,1
0,9	2759	1,0	3502	1,2	4134	1,5	4690	1,7	6886	2,4	8569	3,0
1	2554	0,9	3248	1,1	3839	1,3	4359	1,5	6414	2,2	7993	2,7

h/D	i=0,002		i=0,003		i=0,005		i=0,010		i=0,015		i=0,020	
0,3	1805	2,4	2241	3,0	2929	3,9	4178	5,5	5123	6,8	5911	7,9
0,4	3127	2,8	3875	3,5	5057	4,5	7198	6,5	8816	7,9	10165	9,1
0,5	4660	3,1	5770	3,9	7521	5,0	10688	7,2	13082	8,8	15075	10,1
0,6	6281	3,4	7771	4,2	10121	5,4	14370	7,7	17578	9,4	20250	10,8
0,7	7842	3,5	9699	4,3	12625	5,7	17914	8,0	21906	9,8	25230	11,3
0,8	9163	3,6	11330	4,4	14746	5,8	20918	8,2	25575	10,0	29454	11,5
0,9	9985	3,5	12348	4,4	16073	5,7	22806	8,1	27886	9,9	32118	11,4
1	9321	3,1	11540	3,9	15041	5,0	21377	7,2	26163	8,8	30151	10,1

ID 2200

h/D	i=0,0002		i=0,0003		i=0,0004		i=0,0005		i=0,001		i=0,0015	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	632	0,7	805	0,9	952	1,0	1083	1,2	1597	1,8	1993	2,2
0,4	1106	0,8	1406	1,0	1660	1,2	1885	1,4	2772	2,0	3454	2,6
0,5	1659	0,9	2106	1,2	2484	1,4	2819	1,6	4138	2,3	5150	2,9
0,6	2246	1,0	2848	1,3	3357	1,5	3080	1,7	5582	2,5	6942	3,1
0,7	2812	1,0	3563	1,3	4199	1,5	4762	1,8	6974	2,6	8669	3,2
0,8	3289	1,1	4167	1,4	4910	1,6	5567	1,8	8150	2,6	10129	3,3
0,9	3581	1,0	4538	1,3	5347	1,6	6064	1,8	8880	2,6	11038	3,2
1	3318	0,9	4211	1,2	4969	1,4	5638	1,6	8276	2,3	10300	2,9

h/D	i=0,002		i=0,003		i=0,005		i=0,010		i=0,015	
0,3	2327	2,6	2884	3,2	3766	4,1	5364	5,9	6572	7,2
0,4	4028	3,0	4986	3,7	6499	4,8	9237	6,8	11306	8,4
0,5	6001	3,3	7421	4,1	9662	5,4	13714	7,6	16772	9,3
0,6	8085	3,6	9993	4,4	13001	5,7	18434	8,1	22533	10,0
0,7	10093	3,7	12470	4,6	16215	6,0	22978	8,5	28079	10,4
0,8	11792	3,8	14566	4,7	18937	6,1	26829	8,7	32780	10,6
0,9	12851	3,8	15876	4,6	20643	6,0	29251	8,5	35744	10,4
1	12001	3,3	14843	4,1	19325	5,4	27427	7,6	33545	9,3

ID 2400

h/D	i=0,0002		i=0,0003		i=0,0004		i=0,0005		i=0,001		i=0,0015	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	804	0,7	1021	0,9	1207	1,1	1370	1,3	2017	1,9	2514	2,3
0,4	1404	0,9	1782	1,1	2101	1,3	2384	1,5	3499	2,2	4354	2,7
0,5	2106	1,0	2668	1,2	3143	1,5	3564	1,7	5220	2,4	6489	3,0
0,6	2849	1,1	3607	1,3	4247	1,6	4814	1,8	7041	2,6	8746	3,3
0,7	3567	1,1	4512	1,4	5311	1,7	6018	1,9	8794	2,7	10920	3,4
0,8	4172	1,1	5276	1,4	6209	1,7	7035	1,9	10277	2,8	12758	3,5
0,9	4542	1,1	5746	1,4	6763	1,7	7663	1,9	11197	2,8	13903	3,4
1	4210	1,0	5336	1,2	6286	1,5	7128	1,7	10440	2,4	12978	3,0

h/D	i=0,002		i=0,003		i=0,005		i=0,010		i=0,015	
0,3	2932	2,8	3631	3,3	4736	4,4	6737	6,2	8250	7,6
0,4	5073	3,2	6275	4,0	8170	5,1	11598	7,2	14187	8,8
0,5	7556	3,5	9336	4,3	12143	5,7	17214	8,0	21041	9,8
0,6	10179	3,8	12569	4,7	16336	6,1	23135	8,6	28264	10,5
0,7	12705	4,0	15682	4,9	20372	6,3	28835	9,0	35216	11,0
0,8	14842	4,0	18318	5,0	23792	6,5	33667	9,1	41111	11,1
0,9	16175	3,9	19966	4,9	25936	6,4	36708	9,0	44828	11,0
1	15111	3,5	18673	4,3	24287	5,7	34429	8,0	42081	9,8

ID 2600

h/D	i=0,0002		i=0,0003		i=0,0004		i=0,0005		i=0,001		i=0,0015	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	1001	0,8	1271	1,0	1499	1,2	1701	1,3	2499	2,0	3111	2,4
0,4	1748	0,9	2215	1,2	2609	1,4	2958	1,6	4332	2,3	5386	2,9
0,5	2620	1,0	3315	1,3	3901	1,5	4421	1,8	6462	2,6	8025	3,2
0,6	3545	1,1	4481	1,4	5270	1,7	5969	1,9	8713	2,8	10814	3,4
0,7	4437	1,2	5605	1,5	6589	1,8	7460	2,0	10882	2,9	13499	3,6
0,8	5188	1,2	6553	1,5	7703	1,8	8721	2,0	12716	2,9	15772	3,6
0,9	5650	1,2	7137	1,5	8390	1,8	9500	2,0	13856	2,9	17187	3,6
1	5241	1,0	6631	1,3	7803	1,6	8842	1,8	12923	2,6	16050	3,2

h/D	i=0,002		i=0,003		i=0,005		i=0,010	
0,3	3626	2,8	4487	3,5	5847	4,6	8307	6,5
0,4	6272	3,3	7750	4,1	10083	5,3	14297	7,6
0,5	9336	3,7	11529	4,6	14982	5,9	21216	8,4
0,6	12577	4,0	15519	4,9	20151	6,4	28509	9,0
0,7	15696	4,2	19360	5,1	25128	6,7	35530	9,4
0,8	18336	4,2	22612	5,2	29344	6,8	41481	9,6
0,9	19984	4,1	24647	5,1	31990	6,7	45229	9,5
1	18676	3,7	23058	4,6	29965	5,9	42432	8,4

ID 2800

h/D	i=0,0002		i=0,0003		i=0,0004		i=0,0005		i=0,001		i=0,0015	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	1227	0,8	1554	1,1	1832	1,2	2078	1,4	3046	2,1	3789	2,6
0,4	2141	1,0	2707	1,2	3187	1,5	3611	1,6	5279	2,4	6557	3,0
0,5	3207	1,1	4050	1,4	4764	1,6	5395	1,8	7872	2,7	9767	3,3
0,6	4338	1,2	5473	1,5	6434	1,7	7282	2,0	10612	2,9	13158	3,6
0,7	5428	1,2	6844	1,6	8043	1,8	9101	2,1	13252	3,0	16425	3,8
0,8	6348	1,3	8002	1,6	9402	1,9	10638	2,1	15485	3,1	19189	3,8
0,9	6912	1,2	8715	1,6	10242	1,8	11589	2,1	16873	3,0	20912	3,8
1	6415	1,1	8100	1,4	9528	1,6	10790	1,8	15743	2,7	19534	3,3

h/D	i=0,002		i=0,003		i=0,005		i=0,010	
0,3	4414	3,0	5461	3,7	7105	4,8	10085	6,8
0,4	7631	3,5	9429	4,3	12249	5,6	17351	8,0
0,5	11359	3,9	14022	4,8	18197	6,2	25742	8,8
0,6	15296	4,2	18871	5,2	24471	6,7	34588	9,4
0,7	19087	4,4	23539	5,4	30511	7,0	43101	9,9
0,8	22297	4,4	27492	5,5	35630	7,1	50318	10,0
0,9	24301	4,4	29968	5,4	38843	7,0	54867	9,9
1	22717	3,9	28044	4,8	36393	6,2	51485	8,8

ID 3000

h/D	i=0,0002		i=0,0003		i=0,0004		i=0,0005		i=0,001		i=0,0015	
	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	q, л/с	V, м/с
0,3	1482	0,9	1874	1,1	2208	1,3	2503	1,5	3662	2,2	4551	2,7
0,4	2584	1,0	3263	1,3	3839	1,5	4347	1,7	6344	2,5	7874	3,1
0,5	3870	1,1	4880	1,4	5736	1,7	6492	1,9	9457	2,8	11725	3,5
0,6	5233	1,2	6593	1,6	7745	1,8	8762	2,1	12748	3,0	15794	3,8
0,7	6547	1,3	8244	1,6	9681	1,9	10948	2,2	15917	3,2	19712	3,9
0,8	7656	1,3	9638	1,7	11316	2,0	12796	2,2	18597	3,2	23028	4,0
0,9	8338	1,3	10498	1,6	12327	1,9	13940	2,2	20265	3,1	25097	3,9
1	7741	1,2	9761	1,4	11473	1,7	12984	1,9	18914	2,8	23450	3,5

h/D	i=0,002		i=0,003		i=0,005		i=0,010	
0,3	5299	3,1	6551	3,7	8518	5,0	12079	7,1
0,4	9158	3,6	11308	4,5	14680	5,8	20776	8,3
0,5	13629	4,1	16814	5,0	21803	6,5	30818	9,2
0,6	18350	4,4	22624	5,4	29318	7,0	41401	9,9
0,7	22896	4,6	28219	5,6	36551	7,3	51588	10,3
0,8	26745	4,6	32957	5,7	42680	7,4	60225	10,5
0,9	29150	4,6	35925	5,6	46531	7,3	65670	10,3
1	27258	4,1	33627	5,0	43607	6,5	61636	9,2

Примеры заполнения спецификаций

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Завод-изготовитель/ поставщик	Масса единицы, кг/м. п.
Кольцевая жесткость SN 4				
1	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅1000	ТУ 22.21.21-032-50049230-2023	ИКАПЛАСТ	83,7
2	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅1200			111
3	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅1400			144
4	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4∅1500			157
5	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4∅1600			176
6	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅1800			221
7	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅2000			260
8	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅2200			315
9	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅2400			361
10	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅2600			425
11	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅2800			524
12	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN4 ∅3000			600
Кольцевая жесткость SN 8				
1	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅1000	ТУ 22.21.21-032-50049230-2023	ИКАПЛАСТ	95,9
2	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅1200			132
3	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅1400			163
4	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅1500			194
5	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅1600			220
6	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅1800			270
7	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅2000			314
8	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅2200			386
9	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅2400			477
10	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅2600			539
11	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅2800			632
12	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN8 ∅3000			706
Кольцевая жесткость SN 12				
1	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅1000	ТУ 22.21.21-032-50049230-2023	ИКАПЛАСТ	111
2	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅1200			136
3	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅1400			186
4	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅1500			219
5	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅1600			237
6	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅1800			290
7	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅2000			359
8	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅2200			447
9	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN12 ∅2400			548
Кольцевая жесткость SN 16				
1	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN16 ∅1000	ТУ 22.21.21-032-50049230-2023	ИКАПЛАСТ	112
2	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN16 ∅1200			159
3	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN16 ∅1400			197
4	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN16 ∅1500			223
5	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN16 ∅1600			259
6	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN16 ∅1800			324
7	Труба спиральновитая ИКАПЛАСТ SN16 ∅2000			411
Соединительные детали				
1	Муфта соединительная СВТ ∅_ ИКАПЛАСТ	ТУ 22.21.21-032-50049230-2023	ИКАПЛАСТ	-
2	Муфта для прохода через стенку ж.б. колодца ПП нар./внутр. ИКАПЛАСТ			-

ИКАПЛАСТ®
ТРУБНЫЙ ЗАВОД

ООО «ИКАПЛАСТ»
Производство:
Россия, Санкт-Петербург, 193079,
Октябрьская набережная, д. 104, корп. 29, лит. Ж
Отдел продаж:
Россия, Санкт-Петербург, 193318,
БЦ «Морская столица», ул. Зольная, д. 15, корп. 1,
офис 204
тел.: 8 (812) 240-48-88,
8 (800) 775-64-19, звонок по России бесплатный

www.icaplast.ru
e-mail: icaplast@icaplast.ru