

КОРСИС ПЛЮС

Т Е Х Н И Ч Е С К О Е О П И С А Н И Е

Система профилированных труб
для водоотведения и канализации





1. Технические характеристики	
1.1. Общие сведения	2
1.2. Гибкость	2
1.3. Устойчивость к истиранию	3
1.4. Ударная вязкость	3
1.5. Гидравлические свойства	4
1.6. Устойчивость к ультрафиолетовому излучению	4
2. Профиль	
2.1. Профиль и кольцевая жесткость	5
2.2. Типы профиля труб КОРСИС ПЛЮС	5
3. Проектирование трубопроводов КОРСИС ПЛЮС	
3.1. Общие сведения	7
3.2. Расчет гидравлических параметров	7
3.3. Рекомендуемые наполнения в самотечных трубопроводах	8
3.4. Определение скорости потока сточных вод	8
3.5. Формулы для гидравлического расчета безнапорной водоотводящей сети	8
3.6. Таблицы для гидравлического расчета труб КОРСИС ПЛЮС	9
3.7. Расчет трубопроводов при подземной прокладке	15
3.8. Прочность на растяжение	17
4. Монтаж трубопроводов КОРСИС ПЛЮС	
4.1. Способы соединения труб	18
4.2. Последовательность действий при монтаже	19
5. Прокладка трубопроводов КОРСИС ПЛЮС	
5.1. Устройство траншеи	22
5.2. Категории уплотнения грунта и общая деформация	22
5.3. Рекомендации по прокладке	25
5.4. Испытание на герметичность	25
6. Установка в водонасыщенных грунтах	26
7. Бестраншейный ремонт трубопроводов	26
8. Транспортировка, складирование и хранение	26
9. Литература	28

1. Технические характеристики

1.1. Общие сведения

Система профилированных труб КОРСИС ПЛЮС, изготовленных из специальных марок полиэтилена, предназначена для строительства подземных сетей хозяйственно-бытовой канализации и водоотведения. Профилированные трубы КОРСИС ПЛЮС отвечают самым высоким техническим требованиям, предъявляемым к безнапорным трубопроводам, обладают хорошими гидравлическими и физико-механическими характеристиками, имеют высокую устойчивость к коррозии и агрессивным средам, практически не истираются, не зарастают различными типами отложений, устойчивы к воздействию ультрафиолетовых лучей и экологически безопасны.

Пластичность полиэтилена обеспечивает целостность трубопровода даже в подвижных грунтах. Важным фактором является конструкция трубных стенок. Традиционно значительная толщина стенки полиэтиленовой трубы помогала противостоять внешним нагрузкам. Это приводило, в результате, к использованию тяжелых и дорогих труб.

Для решения этой проблемы и была разработана система профилированных труб КОРСИС ПЛЮС с различными типами профиля трубных стенок с диаметрами 1400 мм и 2000 мм. Профилированная стенка трубы имеет значительно более высокий момент инерции, что позволяет выдерживать значительные нагрузки. При различной толщине трубной стенки внутренний диаметр и пропускная способность труб не изменяются. Стандартная строительная длина труб КОРСИС ПЛЮС составляет 6 м.

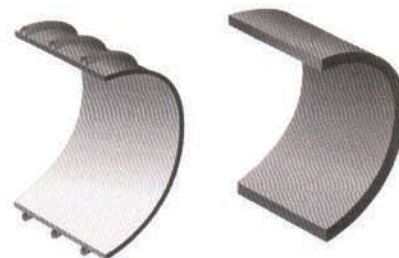


Рис. 1. Профилированные трубы при одинаковой статической прочности имеют существенно более низкий вес по сравнению с аналогичными трубами с массивной стенкой

1.2. Гибкость

Трубы из полиэтилена имеют значительные преимущества по сравнению с трубами из других материалов – бетона, стали, чугуна и т.д. Одним из достоинств является их высокая гибкость. Даже при землетрясениях полиэтиленовые трубы практически не получают повреждений по сравнению с трубами, изготовленными из других материалов (15). Несмотря на лёгкость и гибкость, трубы КОРСИС ПЛЮС способны вынести значительные нагрузки.

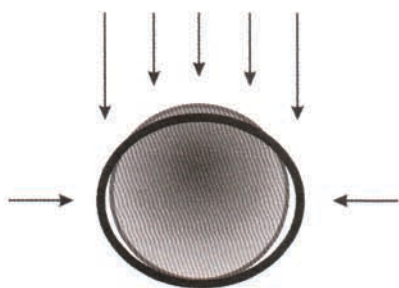


Рис. 2. Передача нагрузки на гибкие трубы

Благодаря деформации, нагрузка на трубу распределяется по её окружности, что снижает значение её вертикальной составляющей. В пределах короткого времени достигается силовой баланс в области вокруг трубопровода, и деформация прекращается. Полиэтиленовые трубы очень гибко реагируют на статическое напряжение так, что нагрузки не концентрируются на трубе, а уравниваются в окружающем грунте.

Наружный трубный профиль фиксирует трубы в грунте, поэтому осевые смещения трубопровода очень незначительны или не происходят совсем.

Минимальный радиус изгиба зависит от отношения толщины стенки трубы к её диаметру. Относительная деформация ϵ при этом не должна превышать 2,5%.

Формула изгиба:

$$R_B = \frac{1}{0,28 \cdot s} \cdot \left(\frac{D_i + s}{2} \right)^2, \quad (1.2.1)$$

где: R_B – радиус изгиба [мм];

s – толщина стены (для профилей – толщина основной стенки трубы) [мм].

$$R_B = \frac{\left(\frac{D_i + s}{2} \right) \cdot 100}{\epsilon}, \quad (1.2.2)$$

где: D_i – внутренний диаметр [мм];

ϵ – относительная деформация [%].

1.3. Устойчивость к истиранию

Трубы из полиэтилена показали наибольшую устойчивость к истиранию, что было доказано в результате испытаний по Дармштадтской методике:

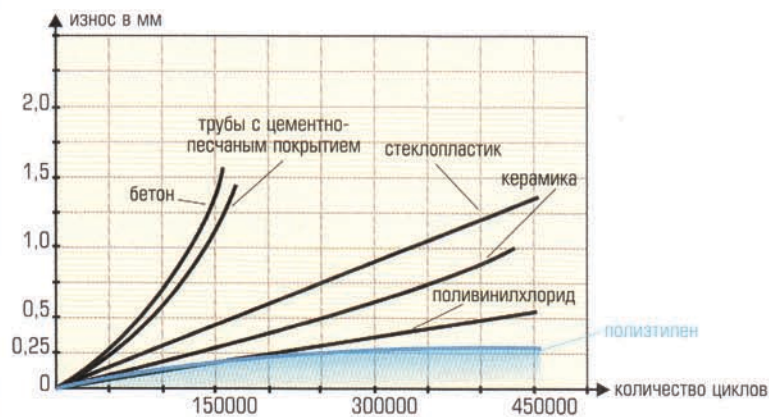


Рис. 3.
Стойкость труб из различных материалов к гидроабразивному износу, данные испытаний по Дармштадтской методике

1.4. Ударная вязкость

Трубы КОРСИС ПЛЮС чрезвычайно устойчивы к деформации удара даже при низких температурах, что обеспечивает надёжность трубопровода по сравнению с другими системами.

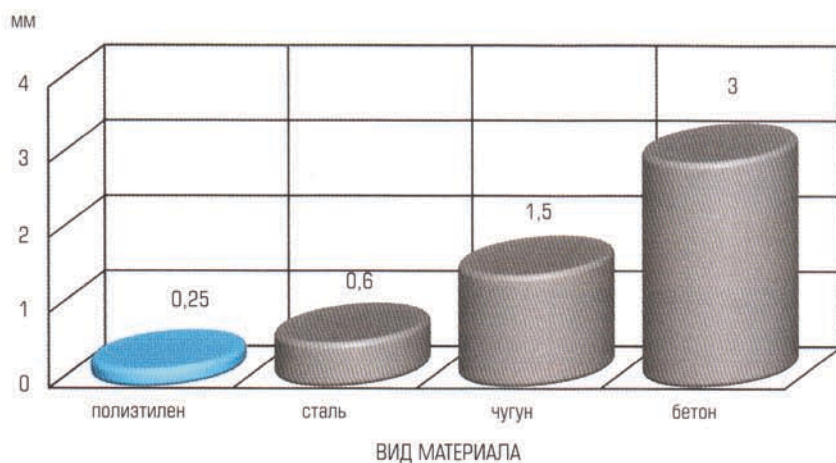


Рис. 4. Шероховатость внутренней поверхности труб из различных материалов

1.6. Устойчивость к ультрафиолетовому излучению

Наружный слой труб КОРСИС ПЛЮС изготавливается из светостабилизированного полиэтилена, обеспечивающего устойчивость труб к ультрафиолетовому излучению и позволяющего без каких-либо ограничений хранить их под открытым небом и применять при надземных прокладках.

2. Профиль

2.1. Профиль и кольцевая жесткость

Кольцевая жесткость определяется для каждого типа профиля с учетом модуля упругости (модуля Юнга) полиэтилена, момента инерции профиля и диаметра трубы.

Использование профилированной конструкции стенки трубы существенно уменьшает вес по сравнению с обычной трубой при одинаковой кольцевой жесткости. Профилированная стенка трубы КОРСИС ПЛЮС позволяет применять её при высоких статических нагрузках.

2.2. Типы профиля труб КОРСИС ПЛЮС

Профили типа PR

Главное визуальное отличие этого профиля – гладкая внутренняя поверхность и профилированная внешняя сторона. Сочетают низкий вес и высокую кольцевую жесткость. Области применения труб с этим типом профилей – системы коллекторов питьевых и сточных вод, ливневой канализации.

Профили типа SQ

Труба этого профиля имеет гладкие внутреннюю и наружную поверхности и внутренний профиль с одним или несколькими слоями. Обладает очень высокой длительной прочностью, поэтому рекомендуется для применения в условиях достаточно высоких нагрузок и при больших диаметрах трубопроводов.

Таблица 1. Типы профиля труб КОРСИС ПЛЮС

Номинальный внутренний диаметр, мм	Класс кольцевой жесткости	Тип профиля	Чертеж	Вид
1400	2	PR-54-05.99		
	4	PR-65-13.51		
	6	PR-65-19.06		
	8	PR-65-27.18		
2000	2	PR-65-19.06		
	4	PR-65-30.47		
	6	SQ2-34-058		
	8	SQ2-34-078		

Рис. 5. Условные обозначения типа профиля





3. Проектирование трубопроводов КОРСИС ПЛЮС

3.1. Общие сведения

Трубопровод в каждом конкретном случае рассчитывается в соответствии с представленными заказчиком техническими требованиями и условиями эксплуатации. Необходимая кольцевая жёсткость является важным критерием для определения возможности применения трубы в тех или иных условиях. Другим важным критерием является минимальная толщина стенки трубы.

Кольцевая жёсткость может быть рассчитана по классическим статическим моделям. Условия укладки, контроль уплотнения и обсыпки трубопровода, предписанные на основании статических расчётов, должны точно соблюдаться при реализации проекта.

Статические расчёты должны учитывать следующие факторы:

- глубина укладки труб,
- транспортные и прочие локальные нагрузки,
- уровень грунтовых вод,
- характеристики грунта.

Гидравлические характеристики коллекторов определяются их наибольшей пропускной способностью при заданном уклоне и площади живого сечения потока. Для проектирования бытовых водоотводящих сетей принимается безнапорный режим движения жидкости с частичным наполнением труб (0,5–0,8). 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 преимуществ перед напорным. В бытовых и производственно-бытовых сетях 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 выделяющиеся из сточных вод газы, которые вызывают коррозию трубопроводов и сооружений на них, осложняют эксплуатацию водоотводящих сетей и т.п.

В сточных водах также содержатся нерастворенные органические и минеральные примеси. Первые имеют небольшую плотность и хорошо транспортируются потоком воды. Вторые (песок, бой стекла, шлаки и др.) имеют значительную плотность и транспортируются лишь при определенных скоростях турбулентного потока жидкости. Поэтому важнейшим условием проектирования водоотводящих сетей является обеспечение в трубопроводах при расчетных расходах необходимых скоростей движения жидкости, исключающих образование плотных несмываемых отложений. Для проведения гидравлических расчетов гофрированных двухслойных труб КОРСИС ПЛЮС могут использоваться формулы, номограммы и таблицы в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» (2) и СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования» (3), а также европейского стандарта BS EN 752 (13).

3.2. Расчет гидравлических параметров

Гидравлический расчет трубопроводов круглого сечения заключается в определении диаметра d [м], наполнения h/d (в долях диаметра), скорости течения потока v [м/с], гидравлического уклона i при заданном расходе q [м³/с].

Основной гидравлической характеристикой потока является гидравлический радиус

$$R = \omega/\chi, \quad (3.2.1)$$

где: ω [м²] – площадь живого сечения потока,

χ [м] – длина смоченного периметра трубы в плоскости, перпендикулярной вектору скорости.

Для удобства проведения гидравлического расчета для различных значений наполнений в трубах в интервале от $h/d = 0,1$ до $h/d = 1$ подсчитаны значения гидравлических параметров. Результаты расчетов, выполненные под руководством Я.А. Карелина [4], представлены в таблице 2.

Таблица 2. Расчетные значения гидравлических параметров труб

Наполнение в долях диаметра (h/d)	Площадь живого сечения в долях квадрата диаметра (ω/d^2)	Смоченный периметр в долях диаметра (χ/d)	Гидравлический радиус в долях диаметра (R/d)
0,1	0,0409	0,6441	0,0625
0,2	0,1118	0,9270	0,1206
0,3	0,1982	1,1597	0,1709
0,4	0,2934	1,3697	0,2142
0,5	0,3927	1,5708	0,2500
0,6	0,4920	1,7723	0,2776
0,7	0,5872	1,9825	0,2962
0,8	0,6736	2,2143	0,3042
0,9	0,7445	2,4983	0,2980
1	0,7854	3,1416	0,2500

3.3. Рекомендуемые наполнения в самотечных трубопроводах

Частичное наполнение самотечных трубопроводов обеспечивает удаление из них газов, а также пропуск неучтенных возможных дополнительных расходов сточных вод. Оптимальные наполнения в трубах диаметром 1400 мм и 2000 мм составляет 0,8 (3, 5, 6).

Для водостоков и низкоконцентрированных промстоков рекомендуется большее заполнение. Для трубопроводов диаметром 1400 мм и 2000 мм оно равно 1,0, так как максимальные расчетные расходы воды происходят довольно редко (4).

3.4. Определение скорости потока сточных вод

Значения скоростей потока принимают в зависимости от условий канализования. При минимальных уклонах, имеющих место в большинстве случаев на практике, принимают минимально допустимые скорости, при которых происходит удовлетворительная работа водоотводящих сетей. Эти скорости зависят от транспортирующей способности потока и определяются условиями осаждения механических примесей на лоток трубы. Значения рекомендуемой самоочищающей скорости потока для диаметров 1400 мм и 2000 мм равны 1,20 м/с.

3.5. Формулы для гидравлического расчета безнапорной водоотводящей сети

Гидравлический расчет водоотводящих сетей выполняют с помощью формул равномерного установившегося движения жидкости в самотечном безнапорном потоке.

Вычисления проводятся с использованием формулы расхода (7):

$$q = \omega \cdot v \quad (3.5.1)$$

и формулы Дарси для определения гидравлического уклона (8):

$$i = \frac{\lambda_n}{4R} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (3.5.2)$$

где: q – расход стоков [$\text{м}^3/\text{с}$];
 ω – площадь живого сечения потока [м^2];
 v – средняя скорость потока [$\text{м}/\text{с}$];
 i – уклон трубы, принимается численно равным гидравлическому уклону свободной поверхности воды при равномерном установившемся движении потока;
 R – гидравлический радиус [м];
 g – ускорение свободного падения [$\text{м}/\text{с}^2$];
 λ_n – коэффициент гидравлического трения пластмассовых труб.

Экспериментальные гидравлические исследования, выполненные в России (4) на пластмассовых трубах, транспортирующих воду и промстоки, показали, что коэффициент гидравлического трения пластмассовых труб при небольших наполнениях ($h/d=0,3$) подчиняется закону гидравлически гладких труб. При наполнениях более $h/d=0,3$ сопротивление может несколько возрасть из-за возможности возникновения локальной турбулентности вблизи внутренней поверхности пластмассовых труб. Для учета воздействия фактуры внутренней поверхности на гидравлическое сопротивление рекомендуется использовать безразмерный поправочный коэффициент k , зависящий от наполнения трубопровода h/d , представленный в таблице 3.

Таблица 3. Значения безразмерного поправочного коэффициента k

Наполнение h/d	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
k	1,00	1,00	1,00	1,07	1,13	1,19	1,24	1,25	1,25	1,25

Коэффициент гидравлического трения пластмассовых труб при самотечном движении потока жидкости определяют (4, 6, 7), используя значения коэффициента k , представленные в таблице 3, по формуле:

$$\lambda_n = k \cdot \lambda_r, \quad (3.5.3)$$

где λ_r – коэффициент гидравлического трения гидравлически гладких труб.

Способ вычисления коэффициента λ_r зависит от режима работы трубопровода и характера движения в нем жидкости, которые описываются числом Рейнольдса Re .

$$Re = v \cdot 4R / \nu, \quad (3.5.4)$$

где: v – средняя скорость потока [$\text{м}/\text{с}$];

R – гидравлический радиус [м];

ν – значение кинематической вязкости жидкости, при температуре 20°C $\nu = 1,03 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Для расчета коэффициента λ_r существует несколько разных методик (3, 4, 7). При наших условиях коэффициент λ_r рекомендуется определять по формуле Блазиуса:

$$\lambda_r = 0,3164 / Re^{0,25}. \quad (3.5.5)$$

3.6. Таблицы для гидравлического расчета труб КОРСИС ПЛЮС

Гидравлический расчет самотечных полиэтиленовых трубопроводов должен выполняться для температуры сточных вод, близкой к 20°C .

Для каждого выбранного диаметра трубопровода рассчитываются значения пропускной способности (расхода сточных вод) q [$\text{л}/\text{с}$] и скорости потока v [$\text{м}/\text{с}$] для различных значений наполнения h/d и уклона трубопровода i . Значения гидравлических параметров работы трубопроводов рассчитаны по методике, изложенной выше, с учетом величин проходных диаметров для труб КОРСИС ПЛЮС.



Возможные отклонения от табличных величин на практике могут объясняться влиянием локальных характеристик движения жидкости в трубе на гидравлические параметры самотечного трубопровода. При необходимости, исходя из опыта эксплуатации или после соответствующих гидравлических испытаний для каждого диаметра труб КОРСИС ПЛЮС, в рассчитанные гидравлические параметры могут быть внесены поправочные коэффициенты. Значения скоростей должны приниматься не ниже указанных, в соответствии с техническими условиями эксплуатации (4).

Примеры использования таблиц расчета трубопроводов для отведения неочищенных городских сточных вод

Пример 1. По заданному максимальному расчетному расходу $q = 1600$ л/с, для неблагоприятных условий канализования (при уклоне местности $i \leq 0,0006$), показать возможность использования трубопровода диаметром 1400 мм и определить гидравлические характеристики – скорость v [м/с] и наполнение h/d .

Для трубопровода диаметром $d = 1400$ мм по таблицам гидравлического расчета находим для $q = 1620$ л/с значение $h/d = 0,8$; скорость потока $v = 1,2$ м/с и уклон трубы $i = 0,0005$. Сравнение полученного результата с рекомендациями, изложенными в пп. 3.3 и 3.4, подтверждает правильность нашей оценки.

Пример 2. По расчетному расходу $q = 3700$ л/с подобрать диаметр трубы, проложив её с уклоном местности, равным $i = 0,0004$, проверить оптимальность наполнения и то, что значение скорости не ниже минимально допустимого для обеспечения самоочищения трубопроводов от отложений.

Для расхода $q = 3700$ л/с можно принять диаметр трубы $d = 2000$ мм. Используя таблицу гидравлических расчетов, находим для диаметра $d = 2000$ мм, уклона $i = 0,0004$ и для расхода $q = 3750$ л/с наполнение $h/d = 0,8$ (оно оптимально) и значение скорости $v = 1,4$ м/с.

Принятый диаметр трубы $d = 2000$ мм и уклон $i = 0,0004$ удовлетворительно обеспечивают условия отведения сточных вод при минимальном заглублении сети, так как трубопровод будет проложен в соответствии с уклоном местности. Расчетная скорость находится выше минимально допустимой – $v_{\min} > 1,20$ м/с.

Пример 3. Для трубы диаметром $d = 1400$ мм, которая при наполнении $h/d = 0,9$ и уклоне лотка $i = 0,0005$ имеет пропускную способность $q = 1760$ л/с при скорости $v = 1,2$ м/с, требуется определить значение расхода q и скорость v при уклоне $i = 0,0023$.

Расход и скорость при отсутствующем в таблицах уклоне $i = 0,0023$ находим методом интерполяции (4) значений q и v для ближайших уклонов, имеющих в таблицах гидравлического расчета. По таблице для значения уклона $i = 0,0025$ находим при том же значении наполнения $h/d = 0,9$ пропускную способность $q = 4420$ л/с и скорость $v = 3$ м/с. Тогда расход и скорость при $i = 0,0023$ составят:

$$q = 1760 + (4420 - 1760) \frac{0,0023 - 0,0005}{0,0025 - 0,0005} = 4154 \text{ л/с ,}$$

$$v = 1,2 + (3 - 1,2) \frac{0,0023 - 0,0005}{0,0025 - 0,0005} = 2,8 \text{ м/с .}$$



Таблицы для гидравлического расчета водоотводящих безнапорных сетей из полиэтиленовых гофрированных труб КОРСИС ПЛЮС

DN/OD = 1400 мм

h/d	0.1		0.2		0.3		0.4		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0002	20	0,30	94	0,40	210	0,60	360	0,62	520	0,70	680	0,70	830	0,70	960	0,70	1050	0,73	970	0,60
0,0003	30	0,34	120	0,50	290	0,70	450	0,78	650	0,80	850	0,90	1040	0,90	1200	0,90	1320	0,90	1230	0,80
0,0004	32	0,40	140	0,60	320	0,80	530	0,99	770	1,00	1000	1,00	1213	1,00	1430	1,10	1600	1,10	1450	0,90
0,0005	36	0,45	160	0,70	360	0,90	600	1,04	870	1,10	1140	1,20	1390	1,20	1620	1,20	1760	1,20	1640	1,10
0,0006	40	0,50	180	0,80	400	1,00	670	1,10	970	1,30	1260	1,30	1540	1,30	1800	1,40	1960	1,30	1820	1,20
0,0007	44	0,55	190	0,90	440	1,10	730	1,30	1050	1,40	1380	1,40	1700	1,50	1960	1,50	2140	1,50	1990	1,30
0,0008	50	0,60	210	0,94	470	1,20	790	1,40	1140	1,50	1490	1,60	1800	1,60	2120	1,60	2300	1,60	2145	1,40
0,0009	51	0,63	220	1,00	500	1,30	840	1,50	1220	1,60	1590	1,70	1950	1,70	2260	1,70	2500	1,70	2300	1,50
0,0010	54	0,67	230	1,10	530	1,40	890	1,60	1290	1,70	1690	1,80	2100	1,80	2400	1,80	2600	1,80	2440	1,60
0,0011	57	0,70	250	1,13	560	1,45	940	1,64	1360	1,80	1790	1,90	2180	1,90	2540	1,92	2780	1,90	2570	1,70
0,0012	60	0,74	260	1,19	590	1,50	990	1,70	1430	1,90	1880	1,95	2290	2,00	2700	2,00	2900	2,00	2700	1,80
0,0013	62	0,78	270	1,20	620	1,60	1040	1,80	1500	2,00	1970	2,00	2400	2,10	2800	2,10	3040	2,10	2830	1,81
0,0014	65	0,80	280	1,30	650	1,66	1080	1,90	1560	2,03	2050	2,10	2500	2,20	2900	2,20	3200	2,20	3000	1,90
0,0015	68	0,84	300	1,35	670	1,70	1120	1,95	1630	2,10	2130	2,20	2600	2,30	3030	2,30	3300	2,30	3100	2,00
0,0016	70	0,90	310	1,40	700	1,80	1170	2,00	1690	2,20	2210	2,30	2700	2,40	3140	2,40	3400	2,40	3200	2,10
0,0017	73	0,91	320	1,45	720	1,90	1210	2,10	1750	2,30	2290	2,40	2800	2,43	3250	2,50	3500	2,40	3200	2,14
0,0018	75	0,94	330	1,50	760	1,92	1250	2,20	1800	2,40	2370	2,50	2900	2,50	3400	2,54	3700	2,50	3410	2,20
0,0019	77	0,97	340	1,54	770	2,00	1290	2,24	1860	2,42	2400	2,53	3000	2,60	3500	2,60	3800	2,60	3550	2,30
0,0020	80	1,00	350	1,60	790	2,10	1320	2,30	1920	2,50	2510	2,60	3100	2,70	3570	2,70	4000	2,70	3620	2,40
0,0025	90	1,10	400	1,80	900	2,30	1500	2,60	2180	2,80	2850	3,00	3480	3,00	4050	3,00	4420	3,00	4110	2,70
0,0030	100	1,30	440	2,00	1000	2,60	1670	2,90	2420	3,10	3170	3,30	3900	3,40	4500	3,40	4900	3,40	4600	3,00
0,0035	110	1,40	480	2,20	1090	2,80	1820	3,10	2640	3,30	3460	3,60	4220	3,70	5000	3,70	5400	3,70	5000	3,20
0,0040	120	1,50	520	2,40	1170	3,00	1970	3,40	2850	3,70	3730	3,90	4560	4,00	5300	4,00	5800	4,00	5400	3,50
0,0045	130	1,60	550	2,50	1260	3,20	2100	3,70	3040	4,00	3990	4,10	4870	4,20	5700	4,30	6180	4,20	5750	3,70
0,0050	134	1,70	590	2,70	1330	3,40	2230	3,90	3230	4,20	4230	4,40	5170	4,50	6000	4,60	6560	4,50	6100	4,00
0,0055	140	1,80	620	2,80	1410	3,60	2360	4,10	3410	4,40	4470	4,60	5460	4,70	6400	4,80	6900	4,70	6440	4,20
0,0066	160	2,00	690	3,10	1560	4,02	2610	4,60	3790	4,90	4960	5,10	6060	5,30	7050	5,30	7700	5,30	7200	4,60
0,0070	163	2,03	700	3,20	1620	4,20	2700	4,70	3920	5,00	5130	5,30	6270	5,40	7300	5,50	7900	5,40	7400	4,80
0,0080	180	2,10	780	3,50	1740	4,50	2920	5,00	4230	5,50	5540	5,70	6760	5,90	7900	6,00	8600	5,90	8000	5,20
0,0090	188	2,30	820	3,70	1870	4,80	3120	5,40	4520	5,90	5920	6,10	7230	6,30	8400	6,40	9170	6,20	8530	5,50
0,0100	200	2,50	870	4,00	1980	5,10	3310	6,00	4800	6,20	6290	6,50	7680	6,70	9000	6,80	9740	6,70	9100	5,90
0,0150	250	3,10	1020	5,00	2500	6,42	4180	7,30	6050	7,90	7930	8,20	9700	8,40	11400	8,50	12300	8,40	11400	7,40
0,0170	270	3,40	1180	5,40	2680	6,90	4480	8,00	6500	8,40	8510	8,80	10400	9,00	12100	9,20	13200	9,00	12300	8,00
0,0200	300	3,70	1290	5,90	2940	7,60	4920	8,60	7130	9,30	9340	9,70	11400	10,00	13270	10,10	14460	9,90	13460	8,70
0,0220	310	3,90	1370	6,20	3110	8,00	5200	9,03	7530	9,80	9860	10,20	12000	10,50	14000	10,60	15300	10,50	14200	9,20



DN/OD = 2000 мм

h/d	0.1		0.2		0.3		0.4		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0002	60	0,40	250	0,60	560	0,70	940	0,80	1360	0,90	1780	0,90	2170	0,90	2530	0,94	2750	0,90	2562	0,80
0,0003	70	0,43	310	0,70	710	0,90	1180	1,00	1710	1,10	2240	1,10	2740	1,20	3180	1,20	3470	1,20	3230	1,00
0,0004	84	0,50	370	0,80	830	1,00	1390	1,20	2020	1,30	2640	1,30	3220	1,40	3750	1,40	4090	1,40	3800	1,20
0,0005	100	0,60	420	0,90	940	1,20	1580	1,40	2290	1,50	3000	1,50	3660	1,60	4260	1,60	4640	1,60	4320	1,40
0,0006	110	0,70	460	1,00	1050	1,30	1750	1,50	2540	1,60	3270	1,70	4060	1,70	4730	1,80	5150	1,70	4790	1,50
0,0007	115	0,72	500	1,10	1140	1,40	1910	1,60	2770	1,80	3630	1,80	4440	1,90	5160	1,90	5620	1,90	5230	1,70
0,0008	124	0,80	540	1,20	1230	1,70	2070	1,80	2990	1,90	3920	2,00	4780	2,00	5570	2,10	6070	2,00	5650	1,80
0,0009	133	0,81	580	1,30	1320	1,80	2210	1,90	3200	2,00	4190	2,10	5120	2,20	5960	2,20	6490	2,20	6040	1,90
0,0010	141	0,90	620	1,40	1400	1,80	2350	2,00	3400	2,20	4450	2,30	5440	2,30	6330	2,30	6890	2,30	6410	2,00
0,0011	150	0,91	650	1,46	1480	1,90	2480	2,10	3590	2,30	4702	2,40	5740	2,40	6680	2,50	7280	2,40	6770	2,20
0,0012	160	0,96	680	1,50	1560	2,00	2600	2,20	3770	2,40	4940	2,50	6030	2,60	7020	2,60	7650	2,60	7120	2,30
0,0013	164	1,00	720	1,60	1630	2,10	2700	2,30	3950	2,50	5170	2,60	6310	2,70	7350	2,70	8000	2,70	7450	2,40
0,0014	170	1,10	750	1,70	1700	2,14	2840	2,40	4120	2,60	5400	2,70	6590	2,80	7670	2,80	8350	2,80	7770	2,50
0,0015	180	1,10	780	1,70	1770	2,20	3000	2,50	4280	2,70	5610	2,80	6850	2,90	7970	3,00	8680	2,90	8080	2,60
0,0016	185	1,13	810	1,80	1830	2,30	3070	2,60	4440	2,80	5820	3,00	7120	3,00	8270	3,10	9010	3,00	8390	2,70
0,0017	190	1,17	840	1,87	1900	2,40	3170	2,70	4600	2,90	6030	3,06	7360	3,10	8560	3,20	9330	3,10	8680	2,80
0,0018	200	1,20	860	1,90	1960	2,50	3280	2,80	4750	3,00	6230	3,10	7600	3,20	8850	3,30	9640	3,20	8970	2,90
0,0019	204	1,25	890	2,00	2020	2,60	3380	2,90	4900	3,10	6420	3,30	7840	3,30	9120	3,40	9940	3,30	9250	2,94
0,0020	210	1,30	920	2,00	2080	2,63	3480	3,00	5040	3,20	6610	3,40	8070	3,40	9400	3,50	10230	3,40	9520	3,00
0,0025	240	1,50	1040	2,30	2360	3,00	4000	3,40	5730	3,70	7510	3,80	9170	3,90	10670	4,00	11620	3,90	10820	3,40
0,0030	260	1,60	1150	2,60	2620	3,30	4400	3,70	6360	4,00	8330	4,20	10170	4,30	11840	4,40	12900	4,30	12000	3,80
0,0035	290	1,80	1260	2,80	2860	3,60	4790	4,10	6940	4,40	9100	4,60	11110	4,70	12930	4,80	14080	4,70	13160	4,20
0,0040	310	1,90	1360	3,00	3090	4,00	5170	4,40	7490	4,80	9820	5,00	11990	5,10	13950	5,20	15190	5,10	14140	4,50
0,0045	330	2,00	1450	3,30	3310	4,20	5530	4,70	8010	5,10	10500	5,30	12820	5,50	14920	5,50	16250	5,50	15130	4,80
0,0050	350	2,20	1540	3,50	3510	4,40	5870	5,00	8510	5,40	11200	5,70	13610	5,80	15830	5,90	17260	5,80	16060	5,10
0,0055	370	2,30	1630	3,70	3710	4,70	6200	5,30	8980	5,70	11770	6,00	14370	6,10	16730	6,20	18220	6,10	16960	5,40
0,0066	410	2,50	1810	4,10	4110	5,20	6880	5,90	9970	6,30	13060	6,60	15950	6,80	18560	6,90	20220	6,80	18820	6,00
0,0070	430	2,60	1870	4,20	4250	5,40	7120	6,06	10310	6,60	13520	7,00	16490	7,00	19200	7,10	20910	7,00	19460	6,20
0,0080	460	2,80	2020	4,50	4690	5,80	7680	6,50	11120	7,00	14580	7,40	17800	7,60	20710	7,70	22560	7,60	21000	6,90
0,0090	490	3,00	2160	4,80	4910	6,20	8210	7,00	11890	7,60	15590	7,90	19040	8,10	22150	8,20	24130	8,10	22460	7,20
0,0100	530	3,20	2290	5,10	5210	6,60	8720	7,40	12630	8,00	16560	8,40	20210	8,60	23530	8,70	25620	8,40	23850	7,60
0,0150	660	4,00	2890	6,50	6570	8,30	10100	9,40	15920	10,00	20860	10,60	25470	10,80	29650	11,00	32290	10,80	30050	9,60
0,0170	710	4,30	3100	6,90	7050	8,90	11800	10,00	17100	10,80	22410	11,40	27360	11,60	31840	11,80	34680	11,60	32280	10,30

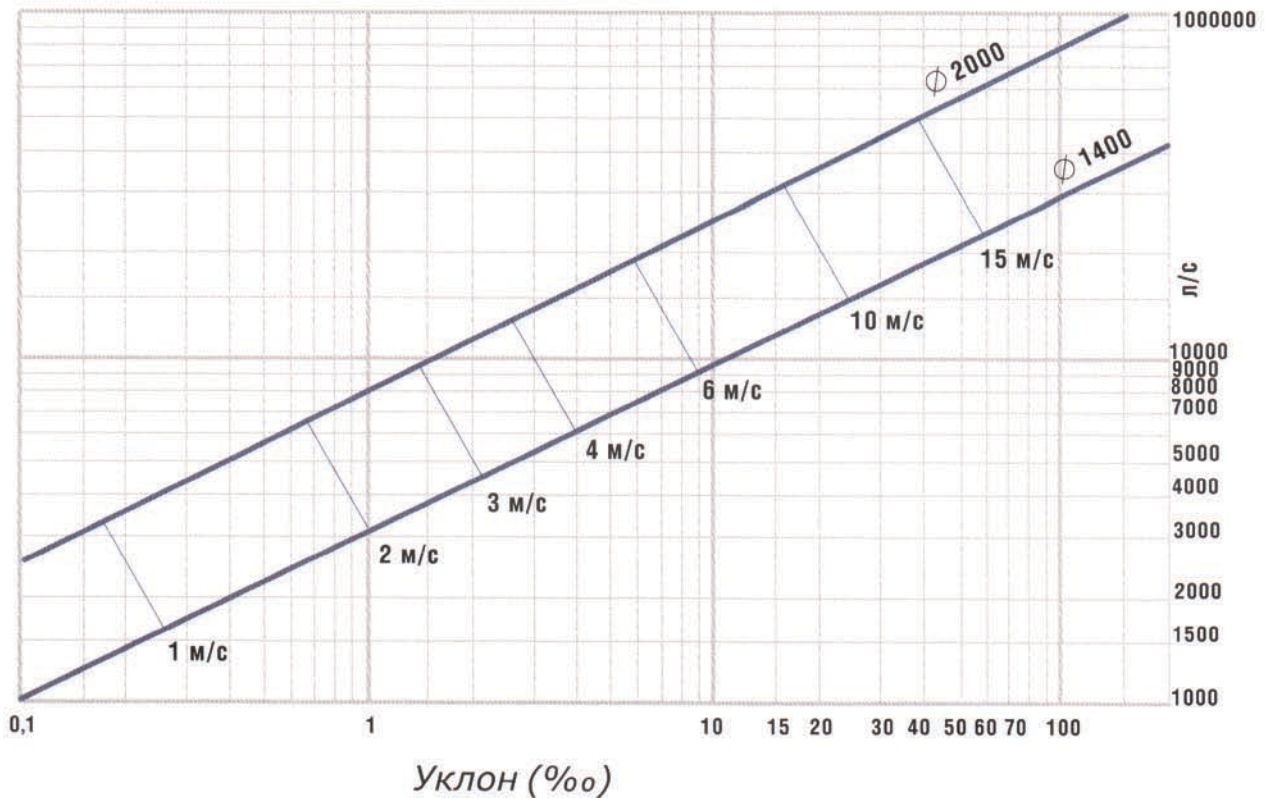


Рис. 6. Номограмма для определения гидравлических расходов при полном заполнении трубопровода

Диаметр самотечного трубопровода может быть определен по номограмме в зависимости от скорости течения жидкости, уклона трубопровода и величины расчетного расхода стоков (рис. 6). Номограмма представляет собой графическое отображение формулы Колбрука-Уайта при условии, что температура воды составляет 10°C, а шероховатость трубопровода – 0,00025 м.

Пример использования номограммы для определения гидравлических расходов при полном заполнении трубопровода

По заданному максимальному расчетному расходу $q = 8000$ л/с подобрать оптимальный диаметр трубы, проложив её с уклоном местности, равным $i = 1\text{‰}$, проверить, чтобы значение скорости было не ниже минимально допустимого для обеспечения самоочищения трубопроводов от отложений.

По номограмме на рис. 8 рассмотрим расход $q = 8000$ л/с для различных диаметров:

– диаметр $d = 1400$ мм, скорость потока $v = 5,2$ м/с при уклоне $i = 8\text{‰}$.

– диаметр $d = 2000$ мм, скорость потока $v = 2,5$ м/с при уклоне $i = 1\text{‰}$.

Труба $d = 2000$ мм при расходе $q = 8000$ л/с является наиболее подходящей. Уклон $i = 1\text{‰}$ при $d = 2000$ мм удовлетворительно обеспечивает условия отведения сточной воды при минимальном заглублении сети в соответствии с уклоном местности. Расчетная скорость находится выше минимально допустимой – $v_{\min} > 1,20$ м/с.

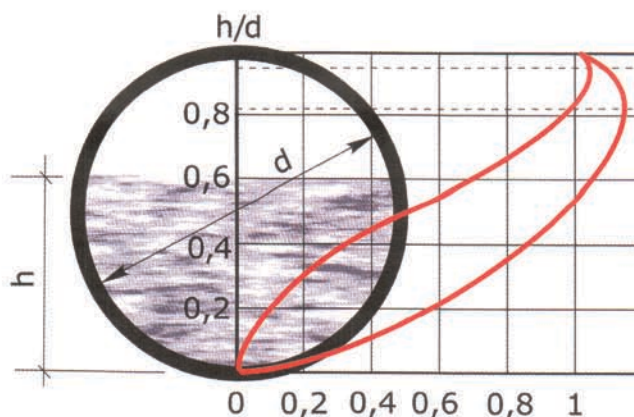


Рис. 7. Зависимость расхода q и скорости v от степени наполнения трубопровода h/d

На рис. 7 приведены кривые изменения скоростей v и расходов 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.

При необходимости допускается использовать трубы КОРСИС ПЛЮС в низконапорных системах канализации и водоснабжения (табл. 4). В этом случае гидравлические характеристики трубопровода рассчитываются согласно СНиП 2.04.02-84 (10).

Таблица 4. Допустимое внутреннее гидростатическое давление для труб КОРСИС ПЛЮС из ПЭ 100

Внутренний диаметр, мм	Тип профиля	SN	P, бар	Высота водяного столба, м
1400	PR 54 05	2	1,5	15
1400	PR 65 13	4	2,0	20
1400	PR 65 19	6	2,6	26
1400	PR 65 27	8	3,7	37
2000	PR 65 19	2	1,9	19
2000	PR 65 30	4	2,8	28
2000	SQ 34 058	6	2,9	29
2000	SQ 34 078	8	3,4	34

3.7. Расчет трубопроводов при подземной прокладке

Для трубопровода, работающего в основном под действием внешних нагрузок, вводится понятие кольцевой жесткости:

$$SN = E \cdot I/Dm^3, \quad (3.7.1)$$

где: E – модуль упругости материала трубы [МПа];

I – момент инерции стенки трубы на метр длины [м⁴/м].

Для гладкостенной трубы момент инерции рассчитывается по формуле (3.7.2), поэтому SN в этом случае легко определяется по геометрическим размерам и значению модуля упругости материала трубы.

$$I = s^3/12, \quad (3.7.2)$$

где s^3 – толщина стенки трубы [мм].

Для профилированных труб предусматривается определение класса кольцевой жесткости SN экспериментальным путем. Производитель должен гарантировать заданную кольцевую жесткость.

Вертикальная деформация свободной трубы под действием силы F (рис. 8) рассчитывается по уравнению:

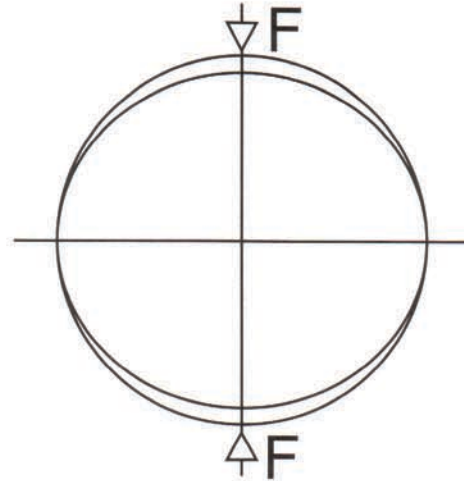


Рис. 8. Деформация полиэтиленовой трубы под действием силы F

$$f = 0,01875 F/SN. \quad (3.7.3)$$

Полиэтиленовый подземный трубопровод 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.

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 полиэтиленовых труб отпор грунта засыпки является существенным фактором обеспечения долговременной стабильности круглой формы трубы. В этом случае уравнение (3.7.3) преобразуется в:

$$f/D_m = \frac{C_1 q}{C_2 SN + C_3 E's}, \quad (3.7.4)$$

где: q – интенсивность вертикальной нагрузки грунта;

SN – кольцевая жесткость трубы;

$E's$ – секущий модуль грунта (см. далее);

C_1 – коэффициент влияния на деформацию интенсивности вертикальной нагрузки грунта;

C_2 – коэффициент влияния на деформацию кольцевой жесткости трубы;

C_3 – коэффициент влияния на деформацию секущего модуля грунта.

Все эти величины имеют размерность МПа. Эта формула соответствует классическому уравнению Шпенглера и используется для определения относительной деформации трубы практически всеми стандартами и строительными правилами с тем или иным сочетанием и значениями коэффициентов (14).

Российские строительные правила (3) используют следующую разновидность уравнения:

$$f/D_m = \frac{1,25 \cdot 0,11 q}{8 SN + 0,06 E's}. \quad (3.7.5)$$



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

Таблица 5. Норма $E's$ [МПа] в зависимости от типа грунта и степени уплотнения

Группа грунта	Тип грунта	Неуплотненный	Уплотненный под контролем
1	Мелкий конгломерат	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	Плыун, глина	< 0,3	0,6

Анализ данных, приведенных в таблице 5, показывает, что при прокладке трубопровода с применением грунтов обратной засыпки групп 2 и 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:

$$q_T = 0,478 T/H^2, \quad (3.7.6)$$

где: T – вес транспортного средства на ось [Н];

H – глубина засыпки трубопровода [м].

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

$$Q_r = \gamma H D, \quad (3.7.7)$$

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

Для траншеи нагрузка на 20% ниже вследствие арочного эффекта:

$$Q_r = 0,8\gamma H D. \quad (3.7.8)$$

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

Общее вертикальное давление грунта, используемое в уравнениях (3.7.5) и (3.7.8), определяется как сумма:

$$q = Q_r/D + q_T. \quad (3.7.9)$$

Пример расчета

Труба из полиэтилена внутренним диаметром 1400 мм, имеющая нормированную кольцевую жесткость SN4 (0,004 МПа), укладывается на качественно подготовленное основание, пазухи и бока трубы засыпаются песком и уплотняются тяжелым инструментом ($E's = 2,5$ МПа). Труба засыпается грунтом плотностью $\gamma = 19$ кН/м³. Высота засыпки $H = 5$ м. Наземный транспорт с нагрузкой на ось $T = 260$ кН.

1. Нагрузка грунта (3.7.8)

$$Q_T = 19 \cdot 5 \cdot 1,4 = 133 \text{ кН/м.}$$

2. Давление от транспортной нагрузки (3.7.6)

$$q_T = 0,478 \cdot 260/25 = 4,97 \text{ кН/м}^2.$$

3. Суммарное вертикальное давление на трубу (3.7.9)

$$q = 133/1,4 + 4,97 = 95 + 4,97 = 99,97 \text{ кН/м}^2 = 0,09997 \text{ МПа.}$$

Приняв эти нормальные для строительства подземного трубопровода условия, по уравнению (3.7.5) определим деформацию трубы, рассчитанную в соответствии с СП 40-102-2000 (3):

$$f/D_m = \frac{1,25 \cdot 0,11 \cdot 0,09997}{8 \cdot 0,004 + 0,06 \cdot 2,5} = 0,0755 \approx 7,5\%.$$

Из примера видно, что полученная величина деформации существенно ниже максимально допустимого значения, равного 12%.

3.8. Прочность на растяжение

При рассмотрении проблемы прочности на растяжение необходимо учитывать, что трубы могут подвергаться воздействию осевых усилий, возникающих при укладке вследствие колебаний температуры. Необходимо также отметить, что конструктивные особенности и метод соединения труб КОРСИС ПЛЮС электрофузионной сваркой в раструб обеспечивают достаточную продольную прочность даже при бестраншейных методах протяжки.

4. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ КОРСИС ПЛЮС

4.1. Способы соединения труб

Сварка труб и фитингов электрофузионным методом

Применяется в качестве общепринятого способа уже в течение многих лет. Эта техника соединения очень проста, доступна, безопасна и надежна.

Труба поставляется с раструбом и интегрированными в него одной или двумя специальными цепями нагревательного провода, который нагревается с помощью специального сварочного аппарата, в результате чего оба конца трубы – раструб и сгон – свариваются (герметично соединяются) между собой, образуя единое целое.

Время сварки одного соединения с учетом времени остывания, например, для труб диаметром 1400 мм составляет 30–40 минут.

Сварочные аппараты типа Tiny Data M (PKS) оснащены интегрированной системой регистрации всего операционного цикла сварочного процесса, что является необходимым для обеспечения и контроля качества шва.

При укладке трубы в траншею необходимо предусмотреть, чтобы клеммы – выводы провода для подключения сварочного аппарата – находились в верхней части раструба трубы, поскольку это облегчает процесс сварки.

Исключения составляют случаи, когда подключение сварочного аппарата снаружи не представляется возможным. В этом случае концы сварочного провода для подсоединения аппарата могут выводиться внутрь трубы.

Важным этапом при подготовке к сварке является установка бандажного хомута и внутреннего распорного кольца (рис. 9).

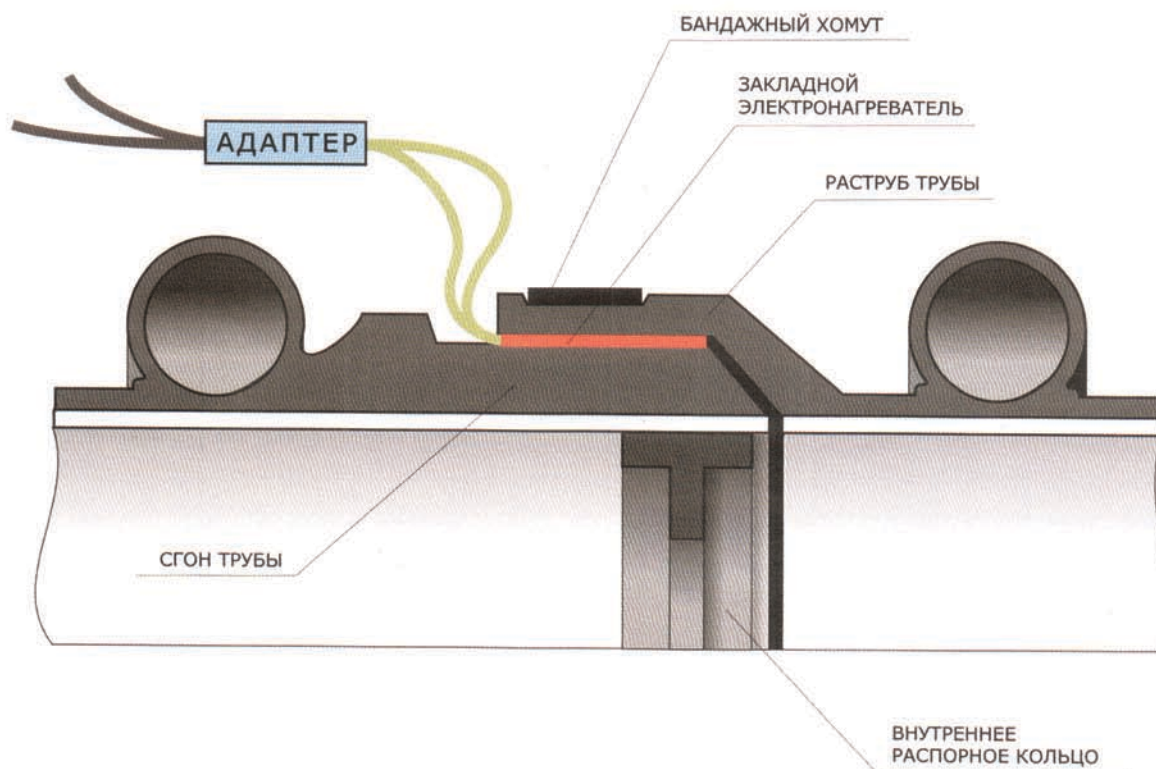


Рис. 9. Схема электрофузионного раструбного соединения

4.2. Последовательность действий при монтаже

1. Очистить зону сварки от мусора и влаги, защитить ее от возможного попадания атмосферных осадков и прямых солнечных лучей. В случае, если температура окружающего воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$, необходимо использовать дополнительное укрытие с подогревом зоны сварки (например, обогреваемую палатку).
2. Непосредственно перед сваркой удалить защитную пленку с торца сгона и раструба.
3. Проверить зону сварки трубы на наличие возможных механических повреждений при транспортировке.
4. Установить трубу так, чтобы сварочные контакты (концы провода) были доступны для подключения сварочного аппарата. Совместить свариваемые трубы (раструб/сгон) по маркерным меткам, поставленным на заводе-изготовителе.



Рис. 10

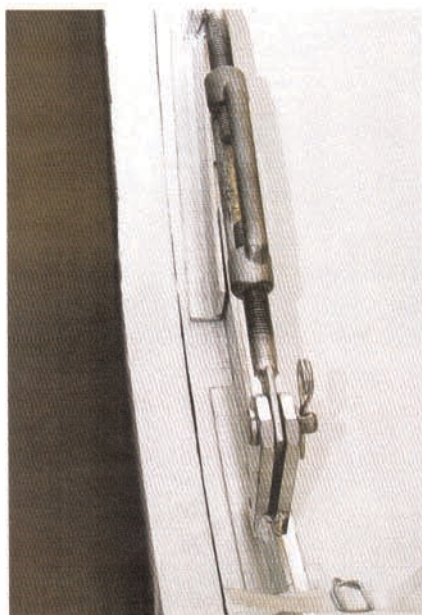


Рис. 11

5. Протереть зону сварки на сгоне и раструбе специальной обезжиривающей жидкостью. Запрещается использовать для обезжиривания ацетон и другие растворители. Используйте для протирки чистую сухую ветошь или специальные салфетки с пропиткой (рис. 10).

6. Отметить светлым маркером требуемую глубину установки сгона в раструбе (не менее 120 мм от конца сгона). Расположение сгона в раструбе «до упора» считается наиболее предпочтительным.

7. Состыковать и отцентрировать концы труб. Следите, чтобы зона сварки была сухой (в том числе и от обезжиривающего состава).

8. Установить распорное кольцо внутри трубы (сгона), примерно на расстоянии 20 мм от его торца (рис. 11).

9. Установить в паз на внешней стороне раструба стальную бандажную ленту. Стяжной инструмент при установке ленты не должен находиться ближе 25 см от сварочных контактов. После натяжки обязательно завернуть до упора фиксирующие элементы замка бандажной ленты (рис. 12).

10. Снять стальную бандажную ленту так, чтобы не осталось зазоров между сгоном и раструбом.



Рис. 12



Рис. 13



Рис. 14

11. При сварке короткого отрезка трубы (длиной менее 2 метров), зафиксируйте соединение во избежание перемещений трубы при сварке. Для фиксации можно использовать стяжные ремни.

12. Подключить концы интегрированного провода к сварочному аппарату через специальные зажимы (адаптеры). Длина сварочных концов должна быть небольшой, чтобы адаптер касался края раструба (рис. 13). Во избежание короткого замыкания следите, чтобы сварочные кабели аппарата не оттягивали интегрированный провод.

13. Ввести параметры сварки вручную (табл. 6) или при помощи считывающего карандаша и штрих-кода. Запустить процесс сварки. При двуспиральном расположении провода в раструбе сварку следует запускать одновременно на двух аппаратах.

14. Примерно по истечении двух третей времени сварки ослабьте замок, подтяните бандажную ленту на раструбе и снова затяните замок.

15. После сварки отметьте маркером на трубе дату и условия сварки (рис. 14). Отсоедините зажимы провода (адаптер) и сварочные кабели.

16. Не допускайте подвижек трубы в течение всего времени охлаждения.

17. По окончании времени охлаждения (примерно 40 мин) ослабьте и снимите бандажную ленту, удалите распорное внутреннее кольцо.

18. В случае необходимости, при проверке стыка на герметичность может использоваться специальное пневматическое опрессовочное устройство. При монтаже трубопровода рекомендуется проводить проверку на герметичность шва до засыпки трубы грунтом.

ВНИМАНИЕ

1. Обращайте внимание на стабильность выходной мощности генератора! Для обеспечения правильного режима сварки номинальная мощность генератора должна быть не менее 30 кВт.
2. Все работы по монтажу должны производиться только обученным и аттестованным сварщиком.

**Таблица 6.** Режимы сварки труб КОРСИС ПЛЮС при ручном вводе параметров

Вид раструба	Параметры	Диаметр трубы	
		1400	2000
Раструб с одной спиралью	Напряжение сварки, В	48	2000
	Время сварки [с] при T окр. воздуха 20°C	1500	—
Раструб с двумя спиральями	Напряжение сварки, В	28	39
	Время сварки [с] при T окр. воздуха 20°C	1020	1200

Примечание: в таблице приведены ориентировочные значения параметров сварки. При необходимости следует обратиться к изготовителю для уточнения параметров.



5. Прокладка трубопроводов КОРСИС ПЛЮС

5.1. Устройство траншеи

Рекомендуются следующие размеры траншеи: ширина – не более 2–3 диаметров трубы, глубина от верха трубы до поверхности грунта – не менее 1,8 м. Стенки траншеи должны быть по возможности вертикальными и укреплены при необходимости подпорками или щитами. После присыпки трубы, перед уплотнением засыпного грунта подпорные конструкции должны быть удалены. Дно траншеи должно быть выровнено. При наличии в грунте камней и других включений, которые могут повредить трубу, основание траншеи должно быть выполнено из песка или мелкого гравия. Запрещается использование обломочного неокатанного материала.

При укладке труб в траншею или на опоры необходимо принимать все меры, исключающие повреждение труб. При установке труб необходимо убедиться в том, что в них не попали мусор или посторонние предметы, а их внутренняя поверхность не повреждена. Категорически запрещается корректировать положение труб внутри траншеи, пользуясь для этого камнями, кирпичами и пр. Трубы должны быть обеспечены устойчивой опорой, а в тех местах, где возможна осадка грунта, необходимо использовать соответствующие типы соединений или провести специальную обработку дна траншеи (9).

5.2. Категории уплотнения грунта и общая деформация

Рассмотрим три категории установки труб с различными типами уплотнения грунта.

Категория 1. Тщательное уплотнение: $C_f = 1,0$. Дно траншеи выравнивается, камни и другие твердые предметы убираются из траншеи. В случае, когда дно траншеи твердое (например, в глинистых грунтах), из неутрамбованного песка выполняется подсыпка толщиной около 200 мм (если грунт основания песчаный, то применение подсыпки не требуется). На подготовленное таким образом дно траншеи укладывается труба, и пространство по обе ее стороны заполняется естественным грунтом или привезенным на стройплощадку песком. Обсыпка выполняется послойно до верха трубы с одновременным уплотнением засыпаемого песка так, чтобы труба имела хороший упор. Затем песок по обе стороны трубы утрамбовывается механически до величины не менее 98% по Проктору. Следующий слой толщиной около 300 мм засыпается над трубой и уплотняется таким же способом. Эта процедура повторяется до образования слоя толщиной минимум 0,7 номинального диаметра трубы. Дальнейшее заполнение траншеи выполняется естественным грунтом.

Категория 2. Умеренное уплотнение: $C_f = 2,0$. Данная категория монтажа применима только при прокладке в песчаных грунтах. В этом случае труба засыпается песком до высоты примерно 600 мм выше ее верхней отметки, после чего выполняется его уплотнение. Следует обратить внимание на тщательное распределение песка по обе стороны трубы.

Категория 3: Отсутствие уплотнения: $C_f = 3,0$. При использовании данной категории установки не требуется никаких специальных работ. Дно траншеи, как и уплотнение грунта, заполняющего траншею, выполняется только при помощи экскаватора. Уплотнение ведется не послойно, а после заполнения траншеи. В глинистых грунтах необходимо обратить внимание на то, чтобы большие куски глины не повредили трубу.

Применяемая категория установки должна учитывать условия прокладки трубопровода. Когда укладка производится под дорогой, то, исходя из требования величины уплотнения грунта, должен применяться монтаж категории 1. Когда же трубопровод укладывается по неосвоенной территории, где нет движения транспорта, допускается применение монтажа категории 3.

Для труб КОРСИС ПЛЮС класса жесткости не менее 4 кПа [SN4] начальная деформация труб сразу после окончания монтажных работ может составлять от 0,5 до 6% в зависимости от категории установки (табл. 7):

Таблица 7. Величина начальной деформации

Категория установки	Величина деформации трубы	
	Средняя	Максимальная
1	0,5%	1,0%
2	1,0%	2,5%
3	2,5%	6,0%

Таблица 8. Величина дополнительной деформации Cf

Категория установки	Тип грунта	
	Сыпучий	Плотный
1	1,0%	1,0%
2	2,0%	2,0%
3	3,0%	4,0%

С течением времени (от 3 мес. до 1,5 года) труба продолжает деформироваться, прежде чем величина деформации достигнет постоянного значения. Ее величина Cf зависит от условий установки и, в случае монтажа категории 3, от типа грунта, применяемого для обсыпки трубы (табл. 8).

Конечная величина деформации является суммой указанных величин:

$$(\delta/D)_{\text{кон.}} = (\delta/D)_{\text{нач.}} + C_f$$

где Cf – временная составляющая относительной деформации [%].

Допускаются следующие максимальные величины деформации трубы:

- для начальной деформации – не более 8%;
- для Cf – не более 4%;
- для суммарной конечной деформации – не более 12%.

В результате 25-летнего изучения динамики деформации труб в различных условиях были выявлены следующие закономерности, представленные в графической форме на рис. 15.

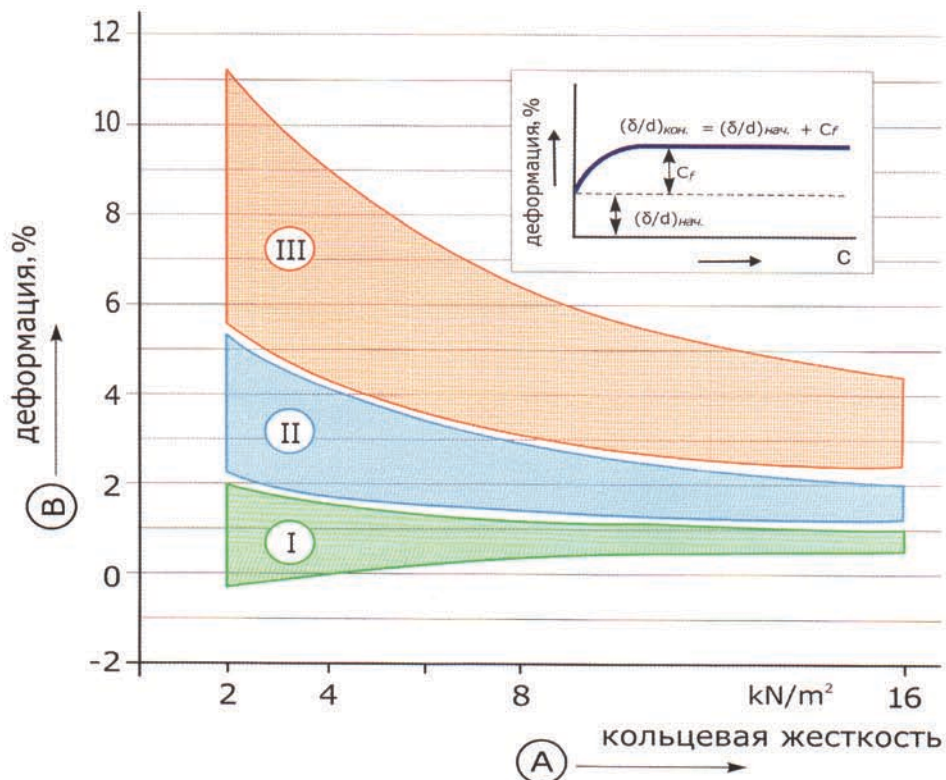


Рис. 15. Допустимая деформация трубы после укладки

- A — кольцевая жесткость [кН/м²];
 B — начальная деформация [%];
 I — категория установки 1 — тщательно уплотненный грунт;
 II — категория установки 2 — умеренно уплотненный грунт;
 III — категория установки 3 — отсутствие уплотнения.

ПРИМЕЧАНИЕ: Средние значения деформации непосредственно после установки трубы представлены нижней границей раздела каждой области, максимальные значения — верхней границей раздела.

Данные графической диаграммы правомерны при следующих условиях:

- глубина заложения от 1,8 м до 10 м;
- соотношение «глубина заложения/диаметр» не менее 1,3;
- разработчики должны установить допустимую, среднюю и максимальную величину деформации, (руководствуясь национальными требованиями, производственными стандартами и т.д.);
- трубы соответствуют ТУ 2248-005-73011750-2008 (1);
- качество выполнения работ должно гарантировать требуемую степень уплотнения грунта (категорию установки), в которой должен быть уверен проектировщик.

5.3. Рекомендации по прокладке

Прокладка трубопроводов КОРСИС ПЛЮС выполняется в соответствии с требованиями СП 40-102–2000 и BS EN 1610 (12). Труба укладывается на дно заранее подготовленной траншеи. Засыпка и утрамбовка грунта траншеи должны быть произведены согласно требованиям статических расчетов (3).

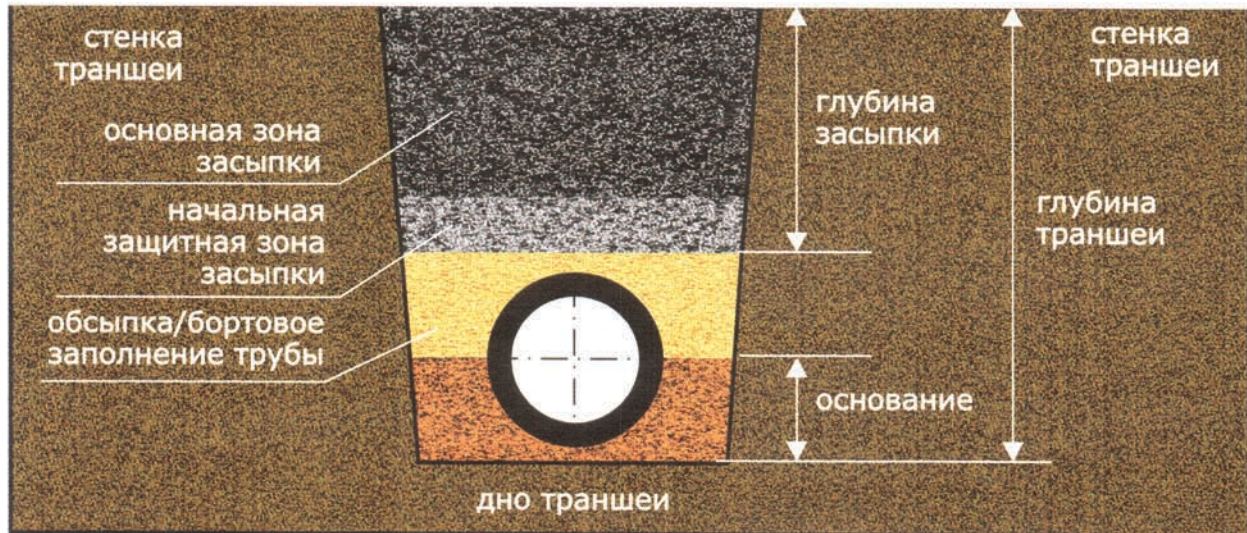


Рис. 16. Схема засыпки

5.4. Испытание на герметичность

После монтажа необходимо проводить гидравлические испытания установленной трубы. Гидравлические испытания труб КОРСИС ПЛЮС можно проводить путем герметизации отдельных участков трубы с помощью фиксирующих заглушек и подачи испытательного давления. Избыточное давление поддерживается и измеряется в течение некоторого времени. Падение давления в тестируемом сегменте свидетельствует о возможной утечке. Однако следует иметь в виду, что при гидравлических испытаниях за счет линейного расширения трубы испытательное давление может несколько снижаться, даже если испытываемая труба герметична.

Альтернативой секционного теста является испытание только места соединения при помощи специального комплекта пневматического оборудования.

6. Установка в водонасыщенных грунтах

Труба КОРСИС ПЛЮС, как и другие полиэтиленовые трубы, при погружении в воду всплывает. Уместно напомнить, что обратная засыпка, даже сухим материалом, может деформировать трубу. Поэтому надо быть крайне внимательным во время проведения этих работ. Установка в водонасыщенных грунтах должна производиться только на сухое дно траншеи. Это обеспечивает правильное устройство основания и откоса.

Необходимо использовать системы водопонижения для удаления избыточной воды, что позволяет производить укладку труб с соблюдением вышеуказанных требований.

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

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

7. Бестраншейный ремонт трубопроводов

В последнее время широко применяется бестраншейный ремонт поврежденных труб посредством протаскивания «трубы в трубу». Для этой цели можно использовать трубы КОРСИС ПЛЮС, предварительно сваренные в плети.

8. Транспортировка, складирование и хранение

Благодаря малому весу, транспортировка труб КОРСИС ПЛЮС достаточно проста. Необходимо только соблюдать несложные правила хранения и правильной укладки труб, не допускающие их перемещения во время транспортировки. В специальных случаях, например, при контейнерных перевозках, рекомендуется учитывать полные длины и диаметры труб для наиболее рационального использования места.

Трубы и фитинги следует хранить на ровной поверхности, свободной от камней и острых предметов. Раструбы верхнего слоя труб не должны соприкасаться с раструбами нижележащего слоя. Максимальная высота штабеля не должна превышать 5 м.



ГРУППА
ПОЛИПЛАСТИК

КОРСИС ПЛЮС

Транспортировка, складирование и хранение



9. Литература

1. Технические условия «Трубы из полиэтилена КОРСИС ПЛЮС для водоотведения и канализации» ТУ 2248-005-73011750-2008.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. Госстрой России. – М., 1985.
3. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Госстрой России. – М., 2001.
4. Карелин Я.А., Яромский В.Н., Евсеева О.Я. Таблица для гидравлического расчета канализационных сетей и пластмассовых труб круглого сечения. – М.: Стройиздат, 1986.
5. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во АСВ, МГСУ, 2006.
6. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. – М.: Стройиздат, 1974.
7. Калицун В.И. Гидравлический расчет водоотводящих сетей: справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1988.
8. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982.
9. Технические Рекомендации на проектирование и строительство подземных сетей водоотведения из безнапорных полиэтиленовых труб с двухслойной стенкой ТР 170-05, ГУП «НИИМОССТРОЙ». – М., 2005.
10. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М., 1984.
11. Европейский стандарт EN 13476-1 «Система пластмассовых трубопроводов для подземной прокладки безнапорной канализации и дренажа – система двухслойных гофрированных труб из непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ – U), полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ)».
12. BS EN 1610:1998. Трубы дренажные и канализационные. Прокладка и испытания. (Construction and testing of drains and sewers).
13. BS EN 752-1:1996. Системы дренажные и канализационные снаружи зданий. Часть 1. Общие положения и определения. (Drain and sewer systems outside buildings. Generalities and definitions).
14. Швабауэр В.В., Гвоздев И.В. Расчет подземного трубопровода из термопластов // Полимерные трубы. 2004. № 1.
15. Japan Water Works Association – Damage to Water Work Pipes during The Great Hanshin-Awaji Earthquake and their Evaluation, 1996.