



**РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
СИСТЕМ НАРУЖНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ
ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ SOLID PLUS**

Редакция 2
Гродно 2020



+375152485175
<https://solidplus.by>

+375293602706
sale@solidplus.by

+375296336586
info@stekloplast.by

+375296049944
commerce@stekloplast.by

Оглавление

1. Общие сведения	3
1.1. Материал	3
1.2. Длина труб	3
1.3. Диаметр труб	3
1.4. Толщина стенок	3
1.5. Профилированные стенки труб	3
1.6. Внутренне давление	4
1.7. Ко-экструзия	4
1.8. Нормы и стандарты	4
2. Технические характеристики	4
2.1. Малый удельный вес	4
2.2. Гибкость	4
2.3. Ударная прочность и устойчивость к абразивному истиранию	5
2.4. Гидравлические свойства	5
2.5. Устойчивость к ультрафиолетовому излучению	5
3. Профили	5
3.1. Профиль и кольцевая жесткость	5
3.2. Типы профилей труб Solid Plus	5
4. Фитинги	8
4.1. Тройники, отводы, переходы	8
5. Колодцы и фитинги	9
5.1. Колодцы	9
5.2. Основные функции колодцев	9
6. Проектирование	10
6.1. Расчет гидравлических параметров	10
6.2. Статические расчеты трубопроводов при подземной прокладке	10
7. Способы соединения труб Solid Plus	10
7.1. Электрофузионный метод	10
7.2. Соединение труб Solid plus при помощи резиновых уплотнений	12
7.3. Соединение труб Solid plus иными способами	12
8. Прокладка труб Solid Plus	13
8.1. Траншея	13
8.2. Засыпка и опоры	14
8.3. Обратная засыпка	14
8.4. Уплотнение	14
8.5. Испытания на герметичность	15
9. Релайнинг	15
10. Транспортировка	15
11. Хранение	15
12. Контроль качества	16
12.1. Общий контроль качества	16
12.2. Маркировка	16
12.3. Сертификат качества	16
12.4. Методы оценки несущей способности труб	17
Приложение 1	20
Приложение 2	22
Таблицы расхода жидкости безнапорных трубопроводов Solid Plus	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение 3	27

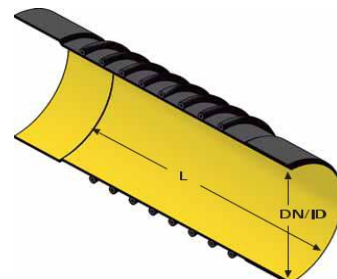
1. Общие сведения

1.1. Материал

Полиэтилен и полипропилен являются термопластиками, обладающие превосходными качествами для применения их в водопроводящих и канализационных системах, а также для изготовления ёмкостей для хранения жидкостей и твердых материалов. Полиэтилен и полипропилен – это экологичные материалы, устойчивые к воздействию большинства химических веществ, прекрасно подходящие для транспортировки и хранения различных жидкостей.

Трубы Solid Plus могут быть изготовлены из следующих термопластов:

- Полиэтилен высокой плотности (PE 80 и PE 100) ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ
- Полипропилен-рандом (PP-R)
- Гомогенный полипропилен (PP-H)
- Невоспламеняющийся полипропилен (PP-S)



DN/ID = внутренний диаметр [мм]
L = расчётная длина [мм]

1.2. Длина труб

Стандартная расчётная длина труб Solid Plus - 6 метров, что обеспечивает лёгкость укладки, хранения и транспортировки. Имеется возможность производства цельной трубы длиной от 1 до 6 метров. Длинная труба с меньшим количеством стыков является более предпочтительной при укладке. Кроме того, существует возможность поставки уже состыкованных труб, что значительно уменьшает время монтажа. Стандартными в этом отношении являются секции длиной по 12 и 18 метров, состоящие из двух или трех труб соответственно.



1.3. Диаметр труб

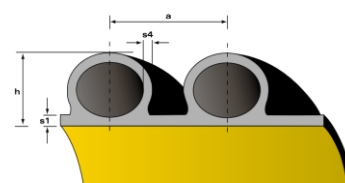
Трубы Solid Plus могут производиться бесступенчато с шагом в 100 мм и внутренним диаметром (ID) от DN 500 мм до DN 3000 мм. Номинальный диаметр (ID) совпадает с внутренним диаметром трубы, поскольку в случае любых изменений конструкции трубы, толщина стенок может быть увеличена или уменьшена, а внутренний диаметр останется прежним. Это позволяет обеспечивать сохранение проектной пропускной способности системы.

1.4. Толщина стенок

Возможно изготовление труб с гладкими и профилированными стенками толщиной до 300 мм. Качество трубы в большой степени зависит от качества стенок канала для пропуска воды, поэтому все трубы Solid Plus обычно производятся с минимальной толщиной стенки 4 мм.

1.5. Профилированные стенки труб

Главным преимуществом профилированных труб является их малый вес при возможности эксплуатации под высокими нагрузками. Для производства профилированной трубы требуется затратить существенно меньше сырья по сравнению с трубой с гладкой стенкой, обладающей такими же статическими показателями, а это, в свою очередь, означает значительную экономию материалов. Расчётная статическая нагрузка кольцевой жесткости определяется для геометрии профиля с учётом коэффициента эластичности [Н/мм²] соответствующего материала и момента инерции геометрии профиля [мм⁴/мм] в зависимости от диаметра трубы. Применение профилированных труб позволяет до 65% уменьшать вес трубы по сравнению с массивными гладкостенными трубами с аналогичными показателями кольцевой жесткости. Трубы Solid Plus обладают высокой надежностью и прочностью. Толщина стенок может изменяться пошагово для наилучшего соответствия проектным нагрузкам.



a = расстояние между профилем [мм]
s1 = толщина стенок канала для пропуска воды [мм]
s4 = толщина покрытия [мм]
h = высота профиля [мм]

1.6. Внутренне давление

Системы труб Solid Plus в зависимости от толщины (s_1) трубной стенки способны выдерживать низкие значения рабочего давления до 6 бар. Согласно нормам, DIN 8074 формула кольцевого напряжения может быть использована для расчета минимальной толщины s_1 трубной стенки.

1.7. Ко-экструзия

Применение процесса ко-экструзии обеспечивает возможность создания удобной для осуществления внутри-эксплуатационных инспекций яркой внутренней поверхности, и, в то же время, позволяет получить устойчивую к длительному воздействию ультрафиолетового излучения внешнюю поверхность (что является необходимым, например, для хранения труб на улице в течение длительного периода времени).

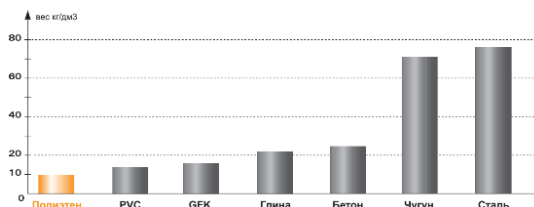
1.8. Нормы и стандарты

Системы трубопроводов Solid Plus разработаны согласно существующим требованиям международных норм, стандартов, а также ТУ BY 500517856.002-2020.

2. Технические характеристики

2.1. Малый удельный вес

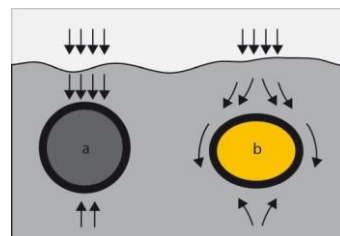
Трубы Solid Plus очень мало весят и поэтому легки в монтаже – в большинстве случаев использование крана на площадке не является необходимым.



Применение профилированных труб позволяет до 65% уменьшать вес трубы по сравнению с массивными гладкостенными трубами с аналогичными статическими показателями.

2.2. Гибкость

Трубы из полиэтилена и полипропилена обладают существенными преимуществами перед трубами из прочих материалов, таких как бетон, сталь и т.п. Благодаря свойствам ПЭ и ПП трубы Solid Plus обладают высокими показателями удлинения на разрыв. Это значит, что трубы могут выдержать существенные нагрузки и способны подвергаться деформациям, не учтенным в первоначальных проектных расчетах (например, при землетрясении). Деформации труб Solid Plus согласуются с движением грунтов, не возникает разломов или трещин, т.е. на работоспособность трубопровода не оказывается заметного влияния. Как только воздействие перегрузок и подвижки горных пород прекращаются, труба возвращается в свое изначальное состояние.

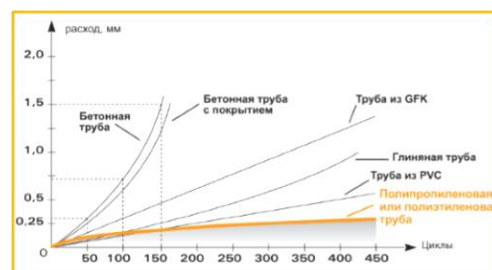


Другое преимущество труб Solid Plus – высокая гибкость при сохранении высокой стойкости к нагрузкам, что делает их пригодными для осуществления дорожных работ. Даже в сейсмически активных районах наши трубы редко получают повреждения по сравнению с трубами из других материалов.

2.3. Ударная прочность и устойчивость к абразивному истиранию

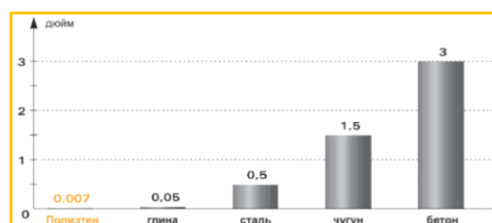
Высокая ударная прочность даже при низких температурах обеспечивает устойчивость труб к повреждениям, которые могут возникнуть в процессе перевозки и монтажа, что гарантирует долгий срок эксплуатации трубопровода.

Полиэтилен и полипропилен относятся к числу трубных материалов, наименее подверженных абразивному износу. Соответствующие испытания проводились в ходе т.н. Дармштадтской процедуры, их результаты приведены на диаграмме и подтверждают качество полиэтиленовых труб.



2.4. Гидравлические свойства

Внутренний диаметр и гидравлические свойства труб Solid Plus сохраняются постоянными вне зависимости от толщины стенок или профилей, благодаря гладкой внутренней поверхности труб. Номинальный диаметр (например, DN/ID 500) соответствует внутреннему диаметру согласно DIN 16961. В сравнении с другими трубными материалами (такими как, например, бетон), полиэтилен и полипропилен позволяют использовать трубы меньшего диаметра, что означает существенную экономию материалов и стоимости монтажа.



2.5. Устойчивость к ультрафиолетовому излучению

Черные полиэтиленовые трубы сохраняют устойчивость к атмосферной коррозии и ультрафиолетовому излучению. Таким образом, трубы могут использоваться и храниться под открытым небом без повреждения материала трубы.



3. Профили

3.1. Профиль и кольцевая жесткость

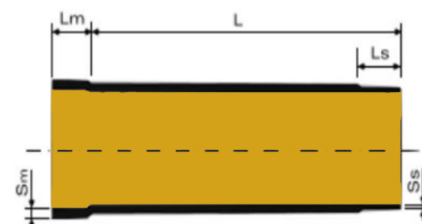
Кольцевая жесткость определяется для каждого типа профиля с учетом долговременного модуля упругости (модуля Юнга) полиэтилена, момента инерции профиля и диаметра трубы. Применение структурированной конструкции стенки трубы существенно уменьшает вес по сравнению с трубой обычной конструкции при одинаковой кольцевой жесткости. Структурированная стенка труб Solid Plus позволяет применять эти трубы при высоких статических нагрузках.

3.2. Типы профилей труб Solid Plus

Тип профиля: VW



Тип VW представляет собой однородную гладкостенную трубу, обладающую гладкими внутренней и внешней поверхностями. Трубы такого типа могут использоваться в качестве напорных. Минимальная толщина стенки составляет 5 мм, максимальная – 80 мм. Ниже представлены некоторые показатели веса труб (без раструба и сгона).



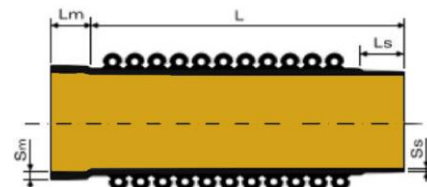
sI DN/ID	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	18	20	25	30	35	40
	[кг/метр]																
500	7,6	9,2	10,7	12,3	13,8	15,4	17	18,5	20,1	21,7	23,3	28,1	31,4	39,6	48	56,5	65,1
600	9,1	11	12,8	14,7	16,5	18,4	20,3	22,1	24	25,9	27,8	33,5	37,4	47,1	57	67	77,2
800	12,1	14,6	17	19,5	22	24,4	26,9	29,4	31,9	34,4	36,9	44,4	49,5	62,2	75,1	88,1	101,3
1000	15,2	18,2	21,3	24,3	27,4	30,5	33,5	36,6	39,7	42,8	45,9	55,3	61,5	77,3	93,2	109,2	125,5

1200	18,2	21,8	25,5	29,1	32,8	36,5	40,2	43,9	47,5	51,3	55	66,1	73,6	92,4	111,3	130,4	149,6
1400	21,2	25,4	29,7	34	38,2	42,5	46,8	51,1	55,4	59,7	64	77	85,6	107,4	129,4	151,5	173,7
1600	24,2	29,1	33,9	38,8	43,7	48,6	53,4	58,3	63,2	68,1	73,1	87,8	97,7	122,5	147,5	172,6	197,8
2000	30,2	36,3	42,4	48,4	54,5	60,6	66,7	72,8	78,9	85	91,2	109,5	121,8	152,7	183,7	214,8	246
2200	33,2	39,9	46,6	53,3	60	66,7	73,3	80,1	86,8	93,5	100,2	120,4	133,9	167,8	201,8	235,9	270,1
2400	36,3	43,5	50,8	58,1	65,4	72,7	80	87,3	94,6	101,9	109,2	131,3	146	182,8	219,9	257	294,3
2600	39,3	47,2	55	62,9	70,8	78,7	86,6	94,5	102,4	110,4	118,3	142,1	158	197,9	237,9	278,1	318,5
3000	45,3	54,4	63,5	72,6	81,7	90,8	99,9	109	118,1	127,3	136,4	163,8	182,2	228,1	274,1	320,4	366,7

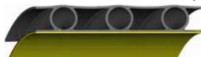
Тип профиля: PR



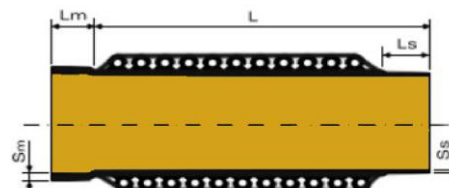
Особенностью профилей серии PR является гладкая внутренняя и профилированная внешняя поверхности. Определяющими являются малый вес при достаточно высокой кольцевой жесткости. Профили такого типа могут применяться, например, канализационных системах, стоковых и ливневых трубопроводах и системах вентиляции.



Тип профиля: CPR



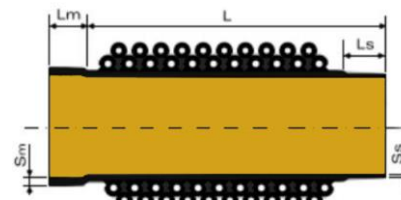
Труба этого профиля имеет гладкую внутреннюю и внешнюю поверхности, а также закрытый между ними профилированный слой. Преимуществом является малый вес при высокой жесткости.



Тип профиля: OP



Внутренняя поверхность этого профиля является гладкой, а внешняя поверхность профилирована, расположением профиля в виде "олимпийских колец". Данный профиль также характеризуется малым весом и очень высокой жесткостью.



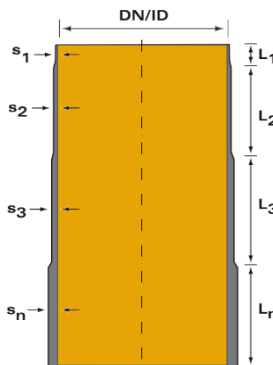
Тип профиля: SQ

Труба этого профиля обладает гладкими внутренней и внешней поверхностями с закрытыми одним или несколькими внутренними слоями. Этот тип профиля характеризуется чрезвычайно высокими степенями кольцевой жесткости, способностью выдерживать экстремальные нагрузки при больших диаметрах.

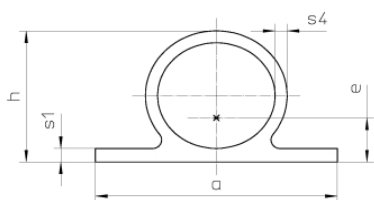
Тип профиля: ST

Трубы с профилем типа ST разработаны специально для изготовления вертикальных резервуаров, где в целях экономии материала труба должна обладать стенкой разной толщины. Метод расчета согласно DVS 2205.

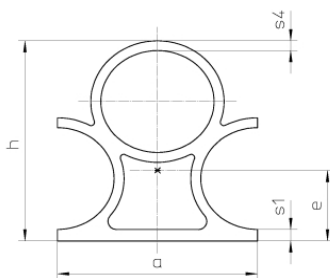
Секционные трубы	Минимум	Максимум
Номинальный диаметр (ID)	500 мм	5000 мм
Количество секций (n)	две	шесть
Длина секции (L)	200 мм	длина трубы
Толщина стенки в секции (s)	5 мм	300 мм для полиэтилена 150 мм для полипропилена
Длина шага	5 мм	



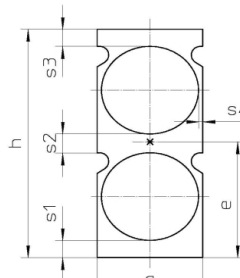
Схемы профилей труб Solid Plus



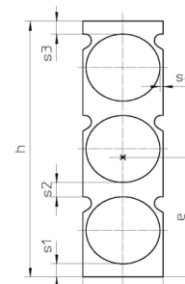
A- профиль PR



B – профиль OP



C – профиль SQ2



D – профиль SQ3

Типы профилей труб Solid Plus

Пример обозначения типа профилей на примере PR 34-001.14 где,
 PR – тип профиля (PR, SQ, SP, VW, ST);
 34 – диаметр гофрированной трубы (34, 54,65,75);
 1.14 – момент инерции (0.99; 1.14; 1.40; 1.73; 4.39...)

Номинальный размер труб DN/ID	Средний внутренний диаметр di, мм не менее	Наружный диаметр de*, мм	Тип профиля	Параметры профиля						Номинальная кольцевая жесткость, SN**, кН/м2
				a*, мм	h*, мм	s1*, мм	s2*, мм	s3*, мм	s4*, мм	
500	495	578	PR 34-000.99	120	39	4	-	-	3	6
		578	PR 34-001.14	100	39	4	-	-	3	8
600	595	678	PR 34-000.99	120	39	4	-	-	3	4
		682	PR 34-001.40	120	41	5	-	-	4	6
		682	PR 34-001.73	90	41	5	-	-	4	8
800	795	878	PR 34-001.14	100	39	4	-	-	3	2
		920	PR 54-004.39	120	60	5	-	-	4	8
1000	990	1120	PR 54-004.39	120	60	5	-	-	4	4
		1142	PR 65-006.46	140	71	5	-	-	4	6
		1146	PR 65-009.19	120	73	6	-	-	5	8
1200	1190	1320	PR 54-004.39	120	60	5	-	-	4	2
		1342	PR 65-007.22	120	71	5	-	-	4	4
		1366	PR 75-011.95	140	83	6	-	-	5	6
		1370	PR 75-014.61	140	85	7	-	-	6	8
1400	1390	1542	PR 65-006.46	140	71	5	-	-	4	2
		1566	PR 75-011.95	140	83	6	-	-	5	4
		1574	PR 75-017.42	140	87	8	-	-	7	6
		1582	PR 75-023.51	140	91	10	-	-	9	8
1600	1580	1746	PR 65-009.19	120	73	6	-	-	5	2
		1774	PR 75-017.42	140	87	8	-	-	7	4
		1853	OP 75-032.93	140	126,5	6	-	-	4	6
		1862	OP 75-040.41	140	130,7	6	-	-	5	8
2000	1950	2174	PR 75-017.42	140	87	8	-	-	7	2
		2262	OP 75-040.41	140	130,7	6	-	-	5	4
		2281	OP 75-052.41	120	140,4	6	-	-	5	6
		2293	OP 75-069.74	120	146,4	8	-	-	6	8
2200	2150	2382	PR 75-023.51	140	91	10	-	-	9	2
		2470	OP 75-050.25	140	134,7	7	-	-	6	4
		2493	OP 75-069.74	120	146,4	8	-	-	6	6
		2509	OP 75-096.95	120	154,4	9	-	-	8	8
2400	2350	2653	OP 75-032.93	140	126,5	6	-	-	4	2
		2680	OP 75-062.06	140	139,7	8	-	-	7	4
		2709	OP 75-096.95	120	154,4	9	-	-	8	6
		2727	OP 75-133.61	120	163,4	11	-	-	10	8
2600	2550	2862	OP 75-040.41	140	130,7	6	-	-	5	2
		2897	OP 75-076.50	120	148,4	10	-	-	6	4
		2927	OP 75-133.61	120	163,4	11	-	-	10	6
		2941	OP 75-168.09	100	170,4	11	-	-	10	8
3000	2950	3280	OP 75-062.06	140	139,7	8	-	-	7	2
		3327	OP 75-133.61	120	163,4	11	-	-	10	4
		3337	OP 65-176.25	100	168,5	16	-	-	10	6
		3320	SQ3 34-231.37	44	160	22	10	7	6	8

По согласованию с заказчиком возможно изготовление труб других диаметров, в том числе более 3000 мм.

*Размеры для справок.

** По согласованию с заказчиком трубы могут выпускаться с другими значениями кольцевой жесткости в том числе с находящимися между указанными номинальными значениями SN.

Масса труб Solid Plus

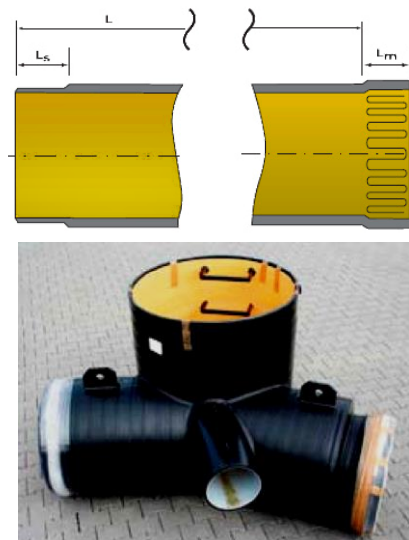
Номинальный размер труб DN/ID	Номинальная кольцевая жесткость, SN, кН/м ²	Масса трубы длиной 6 м, кг	Тип профиля
500	6	94	PR 34-000.99
	8	102	PR 34-001.14
600	4	112	PR 34-000.99
	6	134	PR 34-001.40
800	8	153	PR 34-001.73
	2	160	PR 34-001.14
1000	8	234	PR 54-004.39
	4	289	PR 54-004.39
1200	6	302	PR 65-006.46
	8	382	PR 65-009.19
1400	2	344	PR 54-004.39
	4	394	PR 65-007.22
1600	6	453	PR 75-011.95
	8	514	PR 75-014.61
1800	2	425	PR 65-006.46
	4	533	PR 75-011.95
2000	6	675	PR 75-017.42
	8	820	PR 75-023.51
2200	2	609	PR 65-009.19
	4	766	PR 75-017.42
2400	6	894	OP 75-032.93
	8	1007	OP 75-040.41

Номинальный размер труб DN/ID	Номинальная кольцевая жесткость, SN, кН/м ²	Масса трубы длиной 6 м, кг	Тип профиля
2000	2	964	PR 75-017.42
	4	1255	OP 75-040.41
2200	6	1410	OP 75-052.41
	8	1656	OP 75-069.74
2400	2	1280	PR 75-023.51
	4	1562	OP 75-050.25
2600	6	1812	OP 75-069.74
	8	2226	OP 75-096.95
2800	2	1330	OP 75-032.93
	4	1912	OP 75-062.06
3000	6	2417	OP 75-096.95
	8	2931	OP 75-133.61
3200	2	1618	OP 75-040.41
	4	2228	OP 75-076.50
3400	6	3166	OP 75-133.61
	8	3683	OP 75-168.09
3600	2	2373	OP 75-062.06
	4	3628	OP 75-133.61
3800	6	4961	OP 65-176.25
	8	5762	SQ3 34-231.37

4. Фитинги

Трубы Solid Plus охватывают весь диапазон диаметров и классов жёсткости. Мы предлагаем также полный ассортимент фитингов, колодцев и прочих компонентов для создания гомогенной и надёжной трубной системы. Все фитинги изготавливаются из труб профильных типов VW или SQ. В общем случае фитинги проектируются в соответствии с требованиями жёсткости и с учётом условий сварки. В элементах арматуры может быть использован нужный типоразмер трубы для соединения с существующим трубопроводом с применением любого способа соединения.

Габариты всех трубных окончаний соответствуют требованиям стандартов, таким как минимальная длина и жесткость. Стандартная длины сгона (L_s) и раструба (L_m) составляют 140 мм. Все элементы фитингов изготовлены из труб (главным образом - гладкостенных) эквивалентной жёсткости.



4.1. Тройники, отводы, переходы

Тройники изготавливаются и поставляются любого типа и формы. Угол подбирается индивидуально и составляет от 15° до 90°, также могут быть подобраны концы и длины соответствующих сегментов.

Отводы могут сегментироваться под разными углами и отдельно выбранным соответствующим радиусам изгиба относительно диаметра трубы.

Возможно изготовление центральных или эксцентричных *переходов*, отвечающих существующим требованиям. Для стандартных переходов максимальное уменьшение диаметра составляет 500 мм, другие величины – по запросу.



Основные размеры подставлены в Приложении к данному каталогу.

5. Колодцы и фитинги

5.1. Колодцы

Все колодцы производятся в соответствии с техническими данными предъявленными проектировщиком. Колодцы изготовлены из полиэтилена и соответствуют ТУ ВУ 500517856.002-2020, а также всем международным нормам и стандартам. Используемые материалы экологически чистые и долговечные, поэтому являются лучшим выбором для производства труб, колодцев и резервуаров.

Продукция Solid Plus включает в себя широкий выбор колодцев для трасс водоснабжения и канализации. В соответствии с требованиями клиента можно установить люк изготовленный из чугуна или пластика. Люки могут быть соединены с колодцем одним из двух способов: либо жестко зафиксированы, либо установлены с помощью телескопической трубы, которая позволяет им двигаться. В нашем сортименте имеются круглые и квадратные сплошные или решётчатые люки.

Диаметр колодца зависит от цели его применения. Самым главным фактором при определении диаметра колодца является диаметр примыкающих ему концов и их положение по отношению друг к другу. Также должны приниматься во внимание размеры оборудования, используемое для очистки сточных вод.

Для более удобного инспектирования колодцы с диаметром 800 мм - 3000 мм имеют желтую внутреннюю поверхность. Для трубопроводов диаметром от DN/ID800 мм и выше (поворачивающие и проточные колодцы), рекомендуется при возможности использовать более экономичный седловый колодец.

5.2. Основные функции колодцев

Для возможности регулярно контролировать и обслуживать трубопроводные системы, интегрируются канализационные колодцы. В основном они устанавливаются на изгибах, переходах или ответвлениях. Люки выполнены из того же материала, что и трубы, и также подключаются к системе с помощью аналогичных технологий соединения. Преимущество в том, что получается однородная система из одного и того же материала. Предпочтительно такие типы профилей, как SQ и VW используются для изготовления люков, так как почва лучше уплотняется на гладкой внешней стороне.

Колодцы для дождевых и дренажных вод предназначены для переадресации дождевой воды. В большинстве случаев эти колодцы имеют гладкое дно, наиболее распространённые диаметры - от 200 мм до 1000 мм. Также производятся колодцы с решётчатым люком, которые обычно используются для отвода воды от автостоянки и направления её в трубопровод.



Канализационные колодцы устанавливаются для осмотра и технического обслуживания канализационных трубопроводов. Колодцы имеют от-точный канал, чтобы обеспечить стабильный поток жидкостей. Рекомендуемый размер канала 1/3 – 1/2 от диаметра основной трассы. Это означает, что на дне колодца длиной в диаметр колодца есть решётка для лучшего отвода жидкостей.

Важно, по возможности избегать использования 90 градусных углов. Чтобы предотвратить слишком резкий поворот, рекомендуется использовать также корпус подходящего диаметра, в который можно установить пологий проточный канал.

Для открытия и закрытия участков водопроводных и канализационных трубопроводов используются *колодцы с задвижкой*, которые облегчают проведение круглогодичного обслуживания трубопроводов.

Колодцы для откачки воздуха используются там, где существуют значительные различия высоты.

Колодцы для учёта количества воды предназначены для измерения количества жидкостей, которые проходят через водопроводную или канализационную трассу.

Инспекционные колодцы рассчитаны для проверки качества жидкостей, которые текут в сточных трубопроводах.

Колодцы для снижения скорости потока устанавливаются в дождевой канализации и трубопроводах сточных вод.

6. Проектирование

6.1. Расчет гидравлических параметров

Гидравлический расчет трубопроводов труб Solid Plus выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85, ТКП 45-4.01-29-2006, СП 40-102-2000, а также «Таблицы для гидравлических расчетов напорных и безнапорных трубопроводов из полимерных материалов» А.Я. Добромыслова.

При известной величине расчетного расхода сточной жидкости в задачу проектировщика входит определение расчетного (внутреннего) диаметра отводного трубопровода, его наполнения, уклона и скорости течения в нем жидкости. Во избежание образования засоров в трубопроводе, при расчетах следует обеспечивать выполнение величин: $v \geq 0,7$ м/с, а $h/d \geq 0,3$. При $v = 0,7$ м/с и выше по трубе начинает транспортироваться песок, при $h/d < 0,3$ в трубе образуется «сухое» течение, при котором в осадок выпадают крупногабаритные предметы.

6.2. Статические расчеты трубопроводов при подземной прокладке

Одним из важнейших преимуществ труб Solid Plus является легкость адаптации к любым проектным требованиям. Согласно различным нормам и стандартам трубы должны проектироваться согласно номинальным классам кольцевой жёсткости (SN), таким как SN2 (только для труб с DN > 500), SN4, SN8, SN16 (согласно ISO9969), или иным стандартным классам жёсткости (DIN16961, ASTM F894, NBR 7373 и т.д.) вне зависимости от метода тестирования (постоянная скорость или постоянная нагрузка).

Также согласно EN13476-3 9.1, производитель может изготавливать трубы с DN/ID > 500 мм в соответствие с классами SN, если он может доказать необходимость такого решения с помощью статических расчетов.

В общем случае, для труб Solid Plus осуществление статических расчетов может оказаться целесообразным только с учетом конкретных проектных данных. В 99% случаев требования к запрашиваемой трубе являются завышенными. Расчёты же могут продемонстрировать, что труба с меньшими значениями кольцевой жёсткости, но подходящего профиля, будет достаточна для выполнения конкретных условий и её использование позволит существенно снизить затраты.

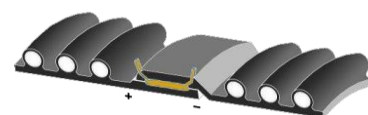
Качество трубы определяется соответствующей толщиной её стенок, качеством сырья и надёжностью технологии соединения при монтаже, а не жесткостью.

7. Способы соединения труб Solid Plus

7.1. Электрофузионный метод

Надёжность комплектной трубной системы определяется степенью надёжности её самого слабого элемента, каким является трубный стык.

Таким образом, исключительно важным представляется выбор наиболее подходящего и надежного типа межтрубного соединения. Электросварка пластиковых труб небольшого диаметра и фитингов с помощью закладной спирали нагревания вследствие её простоты и надежности уже много лет является общепринятым на рынке методом соединения. Опираясь на нормы DVS 2207-1, разработано применение этой технологии и для крупных труб. В раструб трубы интегрирована электросварная проволоочная спираль. После соединения раструбной и сгоновой частей двух труб, проволоочная спираль нагревается с помощью специального сварочного устройства и концы труб (раструб и сгон) соединяются вместе в единое однородное целое. Такая технология позволяет укладывать трубы в рекордно короткие сроки. При помощи лишь одного сварочного устройства можно уложить трубопровод диаметром 1200 мм длиной до 72 метров всего за 8 часов. Теперь скорость трубоукладки зависит только от скорости проведения земляных работ.



Электромужфтовая сварка труб Solid Plus и руководство по сварке

1. Источник тока: мощность генератора должна составлять минимально 15 кВА. Убедитесь, что обеспечены стабильные параметры тока.
2. Сварку могут проводить только уполномоченные на это лица.
3. Область сварки должна быть защищена от загрязнений, влажности и прямого солнечного излучения.
4. Если внешняя температура ниже +5°C, следует применять дополнительные меры, например, установить палатку или воздухоподувку.
5. Проверьте муфту и сгон на отсутствие возможных повреждений при транспортировке.
6. Непосредственно перед тем, как приступить к очистке и соединению труб, удалите защитную пленку.
7. Разместите трубу так, чтобы сварочные провода были легко доступны.
8. Муфту и сгон следует очистить средством для очистки полиэтилена и бумагой (но не ворсистой и не цветной).
9. Водостойким маркером отметьте на сгоне длину входящей в муфту части (не менее 120 мм).
10. Соедините трубы и проследите, чтобы сгон вошел до предварительно отмеченной отметки. Убедитесь в отсутствии влажности между муфтой и сгоном.
11. В случае труб диаметром больше DN/ID 800 в сгон следует устанавливать дополнительное опорное кольцо (на расстоянии около 20 мм от конца трубы).
12. После проведения этих подготовительных операций сразу же приступайте к сварке.
13. Установите стяжную цепь в предусмотренный для нее канал на конце муфты; стяжной инструмент следует размещать на расстоянии не менее 25 см от сварочного провода.
14. Натяните цепь до указанного в нижеследующей таблице момента натяжения.
15. В случае короткой трассы обеспечьте неподвижность муфты и сгона.
16. Присоедините сварочный агрегат к сварочному проводу при помощи адаптера. При необходимости изогните или обрежьте концы сварочного провода, чтобы адаптер располагался как можно ближе к муфте. Следите, чтобы сварочные провода не касались друг друга (опасность короткого замыкания).
17. Введите параметры сварки (считайте их при помощи соответствующего устройства со штрихкода или введите вручную). Начинать сварку.
18. В начале последней трети времени сварки вновь натяните стяжную цепь; необходимый момент найдите по нижеследующей таблице.
19. После окончания сварки отметьте водостойким маркером место сварки (номер сварки, дату, напряжение сварки, время и имя сварщика).
20. Отсоедините адаптер от сварочных проводов.
21. Не двигайте трубу во время охлаждения.
22. После охлаждения (примерно через 35—45 минут) удалите натяжную цепь и внутреннее опорное кольцо.
23. Контроль и испытания мест стыка дренажных и канализационных труб регулирует стандарт EN 1610:2007.



DN/ID (мм)	Напряжение (V)	Время (сек.)	Сварочные Устройства (шт.)	Крутящий момент (Nm) на момент начала сварки	Крутящий момент (Nm) после 2/3 периода сварки
500	20	900	1	50	60
600	24	1020	1	50	60
800	33	1020	1	55	65
1000	40	1080	1	55	70
1200	43	1260	1	60	70
1400	28	1020	2	60	70
1500	32	1020	2	60	75
1600	32	1080	2	65	78
1800	40	880	2	75	90
2000	39	1200	2	80	90
2200	41	1260	2	85	95



7.2. Соединение труб Solid plus при помощи резиновых уплотнений

При выборе такого варианта установки, в стык вставляют резиновые уплотнители для герметизации участка, рекомендуется дополнительно обработать место крепления герметиком. Простота сборки и возможности работать с трубами диаметром до 1200 мм. Этот тип соединения подходит там, где не предусмотрено высокое давление носителя.

1. Предусмотрено два резиновых уплотнения для одного соединения.
2. Установите уплотнение согласно приведенному рисунку.
3. Для облегчения установки необходимо частично выполнить для одной из соединяемых труб обратную засыпку. Это обеспечивает необходимую опору в процессе соединения и помогает избежать волн на трубопроводе.
4. Отметьте на сгоне водостойким маркером длину входящей в муфту части (не менее 125 мм).
5. ОБИЛЬНО покройте муфту и сгон смазкой.
6. Сгон и муфта должны быть чистыми как при нанесении смазки, так и в ходе соединения труб.
7. Соедините трубы до отмеченной черты на сгоне.
8. При соединении необходимы механические вспомогательные средства. Если труба присоединяется путем наталкивания, то следует применить подходящий распределитель нагрузки (например, деревянную плиту), во избежание повреждения муфты.
9. Избегайте волочения концов труб.
10. Трубы Solid Plus с соединением на резиновых уплотнениях применяются на прямых участках трубопровода; если же проектом предусмотрены отклонения, то следует применять отводы.



7.3. Соединение труб Solid plus иными способами

V-образная шовная стыковая сварка

Трубы и фитинги соединяются с помощью сварочного экструдера. Внешняя сторона торцов трубы имеет закругленные кромки, поэтому сварной шов имеет V-образный клиновидный профиль. Обычно этот способ не требует специальной подготовки торцов труб.



Экструзионная сварка

Трубы и/или фитинги соединяются посредством раструба и сгона и свариваются вместе с использованием сварочного экструдера. Сварка может производиться снаружи, изнутри или комбинированием обоих видов. Этот метод соединения является наиболее целесообразным для сварки для труб низкого давления, шахт и люков.



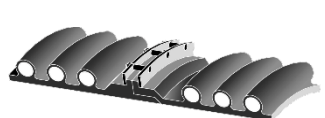
Стыковая сварка методом контактного нагрева

Трубы и фитинги соединяются с помощью нагревающегося торца элемента сварочного аппарата. Концы труб и фитингов сварены встык. Этот метод соединения рекомендован только для труб и фитингов с максимальной толщиной стены до 150 мм и диаметрами от 500 мм до 2500 мм.



Фланцевое соединение

Трубы и/или фитинги соединяются с помощью стального фланца и резиновой прокладки. В зависимости от типа трубы фланцевый адаптер изготовлен либо как одно целое с трубой, либо поставляется отдельно. Этот метод соединения используется, главным образом, для применения в системах сточных коллекторов в открытом море и для соединения между собой резервуаров. Большим преимуществом этого метода соединения является возможность последующей разборки трубопровода.



8. Прокладка труб Solid Plus

8.1. Траншея

1. Стенки траншеи
2. Окончательная обратная засыпка
3. Начальная обратная засыпка
4. Боковая засыпка
5. Основание
6. Глубина засыпки
7. Глубина слоя основания
8. Глубина траншеи

а - Толщина нижнего слоя основания
 б - Толщина верхнего слоя основания
 с - Толщина начальной обратной засыпки
 $b = k \times OD$ (см. главу „Засыпка и опоры“)

где: k - безразмерный коэффициент, соотношение толщины верхнего b и OD
 OD - наружный диаметр трубы в миллиметрах

Примечание 1. Минимальные значения a и c см. в главе «Засыпка и опоры»

Примечание 2. В некоторых международных стандартах $k \times OD$ заменяет определение угла слоя основания. Угол слоя основания не совпадает с применяемым в проектах понятием угла реакции слоя основания

Траншеи должны проектироваться и выкапываться таким образом, чтобы обеспечивать безопасную и соответствующую требованиям укладку труб.

Если для подземных конструкций, в том числе траншей, требуется строительный доступ с наружной стороны, то следует обеспечить защищенную рабочую зону шириной не менее 0,5 м.

Если в одну и ту же траншею или земляное тело укладывается две трубы или более, нужно соблюдать ширину минимальной горизонтальной рабочей зоны между трубами. Если не установлено иначе, то она должна быть следующей: для труб до DN700 включительно 0,35 м и для труб больших чем DN700 – 0,5 м.

Ширина траншеи

Максимальная ширина траншеи

Максимальная ширина траншеи не должна превышать установленной проектом максимальной ширины.

Если это невозможно, то с этим вопросом следует обратиться к проектировщику.

Минимальная ширина траншеи должна соответствовать наибольшему из значений, указанных в таблицах 1 и 2, за исключением следующих обстоятельств:

- если персоналу никогда не потребуется спускаться в траншею
- если персоналу никогда не придется находиться между трубопроводом и стенкой траншеи
- в неустраняемых ограничивающих ситуациях.

Во всех перечисленных случаях необходимо предусматривать особые меры в проекте и при строительстве

DN	Минимальная ширина траншеи (OD+x), м		
	Подпёртая траншея	Неподпёртая траншея	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0.40	OD + 0.40	
> 225 до ≤ 350	OD + 0.50	OD + 0.50	OD + 0.40
> 350 до ≤ 700	OD + 0.70	OD + 0.70	OD + 0.40
> 700 до ≤ 1200	OD + 0.85	OD + 0.85	OD + 0.40
> 1200	OD + 1.00	OD + 1.00	OD + 0.40

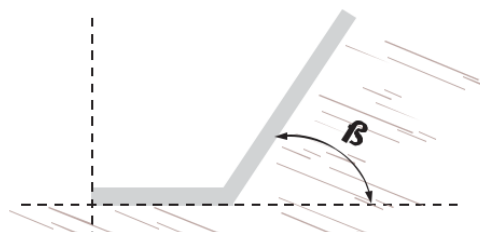


Рисунок 2. Угол стены траншеи без подпорки β

Таблица 1 – Минимальная ширина траншеи относительно номинального диаметра (DN).

В значении $OD+x$, $x/2$ равняется минимальной рабочей площади между трубой и стеной траншеи или подпоркой, где: OD - внешний диаметр в метрах и β – угол стены траншеи без подпорки, измеренного относительно горизонтали (см. рисунок 2)

Глубина траншеи, м	Минимальная ширина траншеи, м
< 1.00	–
$\geq 1.00 \leq 1.75$	0.80
$\geq 1.75 \leq 4.00$	0.90
> 4.00	1.00

Таблица 2. Минимальная ширина траншеи относительно глубины

Удаление воды

Во время проведения укладочных работ место выемки грунта должно быть свободным от воды. Методы удаления воды не должны воздействовать на засыпку и трубопроводы. По окончании удаления воды все временные дренажные трубы необходимо должным образом закрыть.

8.2. Засыпка и опоры

Материалы, слой основания, опоры и засыпка должны соответствовать проектным требованиям. При выборе материала засыпки следует учитывать: размер труб; материал труб и толщину стенок; характер почвы.

Ширина слоя основания должна соответствовать ширине траншеи, если нет других указаний. Ширина слоя основания трубопровода, уложенного в земляные тела, должна превышать OD в четыре раза, если нет других указаний.

Минимальная толщина слоя начальной засыпки с (см. Рис. 1) должна составлять 150 мм над цилиндрической частью трубы и 100 мм над соединением.

Необходимо удалить всю мягкую землю под основанием траншеи и заменить ее подходящим материалом основания.

8.3. Обратная засыпка

К боковой и обратной засыпке можно приступать лишь тогда, когда соединения труб и слой основания будут выдерживать нагрузку.

Обратную засыпку, в том числе размещение заполняющей и окончательной засыпки, удаление ограждений стенок траншеи и уплотнение следует производить таким образом, который обеспечивает соответствие несущей способности трубы проектным требованиям. Засыпку следует производить таким способом, который не допускает проседания грунта или смещения засыпки с грунтом. В определенных случаях, особенно при наличии грунтовых вод, для удержания засыпки трубы на месте может оказаться необходимым воспользоваться геотекстилем или обратным фильтром.

В тех местах, где течение грунтовых вод может переносить частицы грунта, следует применять соответствующие меры предосторожности или понизить уровень грунтовых вод.

Если детали трубопровода нуждаются в анкеровке, то это следует сделать до размещения засыпки.

8.4. Уплотнение

При прокладке труб Solid Plus уплотнение боковой и начальной засыпки должно составлять не менее 90% от стандартной плотности по Проктору (Proctor Density).

При необходимости обратную засыпку, находящуюся непосредственно поверх трубы, следует уплотнить вручную. Окончательную обратную засыпку, находящуюся непосредственно над трубой, нельзя уплотнять механически, пока общая глубина засыпки над трубой не составит как минимум 300 мм. Глубина общей засыпки непосредственно над трубой до механического уплотнения зависит от типа уплотняющего устройства. При выборе средств уплотнения, количества проходов и толщины уплотняемого слоя следует учитывать типы уплотняемого материала и проложенной трубы.



8.5. Испытания на герметичность

Согласно существующим требованиям, все системы труб должны быть испытаны на герметичность. Существуют различные виды испытаний.

Одним из тестов является секционное испытание, где проверке подвергаются части трубопровода между двумя шахтами. На краях испытываемого сегмента трубопровода устанавливаются специальные заглушки, диаметр которых соответствует диаметру тестируемого коллектора. Уплотнение заглушек производится посредством воздушных шлангов. Затем в секцию с определённым номинальным давлением нагнетается вода. Избыточное давление измеряется в течение некоторого периода времени и, таким образом, дает информацию о герметичности в пределах испытываемого сегмента.

Альтернативой секционного теста является испытание только места соединения (по возможности с диаметрами труб более 600 мм), в этом случае предполагается, что средняя часть трубы не имеет утечек. Испытательное приспособление использует такой же принцип проверки, как и при секционном испытании, единственным различием является область проведения теста.

9. Релейнинг

Бестраншейный ремонт поврежденных труб коллектора посредством протаскивания «трубы в трубу» или релейнинга, играет в последнее время всё более важную роль. Трубы Solid Plus отлично себя зарекомендовали для этой цели. Специфическая жёсткость трубы рассчитывается для всех видов нагрузок. Также на участках с незначительными повреждениями коллектора, трубы Solid Plus предлагают компетентное решение. Сварка соединений может быть выполнена изнутри. Доступные длины труб - от 1 до 6 м. Использование труб Solid Plus позволяет восстановить статическую пропускную способность коллектора без применения земляных работ. При необходимости, для ремонта трубопроводов существует также возможность использования более длинных (до 18 м), предварительно сваренных между собой, отрезков. В трубопроводах с диаметрами DN 800 и более, имеется возможность сварки внутри последовательно вставленных в существующий коллектор трубных отрезков.



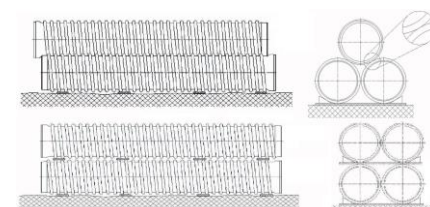
10. Транспортировка

Благодаря низкому весу, транспортировка труб Solid Plus достаточно проста. Необходимо только соблюдать несложные правила хранения и правильной укладки труб, не позволяющие их перемещения во время транспортировки. В специальных случаях, например, при контейнерных перевозках, рекомендуется учитывать общие длины и диаметры труб для наиболее рационального использования места.



11. Хранение

Ровная поверхность, свободная от камней и остроугольных предметов, с отсутствием выступов, которые могут служить пунктами точечного давления, является абсолютно необходимым условием для хранения труб и фитингов. Также очень важно убедиться в том, что раструбные части труб верхнего ряда не соприкасаются с раструбами нижележащего ряда. На практике это означает, трубы любого ряда должны иметь возможность вращения на 180°.



В любом случае, трубы должны избегать завальцовки, особенно при хранении в несколько слоёв. Максимальная высота штапеля не должна превышать 4 метров.

В целях безопасности, трубы следует хранить в условиях, препятствующих возникновению деформаций.

В целях обеспечения правильного распределения нагрузок, для хранения труб необходимо использование трёх плоскостей поддержки (например, деревянных балок).



12. Контроль качества

12.1. Общий контроль качества

Высокое качество труб и их компонентов является основным критерием для всех разработок Solid Plus.

В полном соответствии с изменяющимися в процессе введения различных норм и стандартов международными требованиями, используется всё разнообразие методик проверки качества продукции. Весь процесс производства является частью обширной Полной Системы Управления Качеством. Различают два основных уровня контроля качества продукции: внутренний и внешний (осуществляемый третьими лицами).

Внутренний контроль качества можно разделить на три этапа:

1. ПРЕДПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ

Сырьё и все другие используемые в производстве материалы контролируются на соответствие необходимым коэффициентам плавления, влажности и цветовой гаммы. Как правило, каждая новая поставка материала подвергается пред производственной проверке. Результаты всех испытаний обязательно регистрируются, анализируются и документируются.

2. ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ

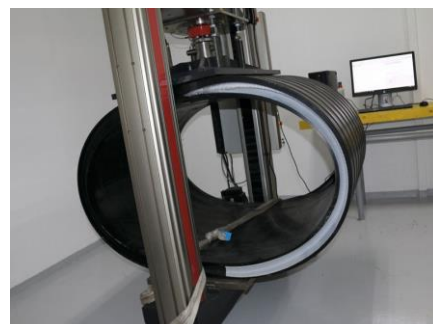
Все действия обслуживающего персонала в течение процесса производства контролируются и протоколируются. Производятся важнейшие измерения, ошибки персонала корректируются.

3. ПОСЛЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ

Конечный продукт проверяется с учётом его соответствия проектному заданию и, в конечном итоге, требованиям заказчика. Объём документации включает в себя данные всего процесса производства с первой до последней минуты.

Для сравнения данных теоретических статических расчётов с тестовыми результатами готовой продукции производится испытания кольцевой жёсткости согласно DIN 16961 или ISO 9969.

Проверка качества – это сложный, многогранный высокотехнологичный процесс, поэтому Стеклопласт создал руководство проверки качества продукции, в котором описаны все важнейшие тесты и испытания, а также необходимые для этого машины. Всё это позволяет заказчику получить полное представление о методах контроля качества.



12.2. Маркировка

Трубы должны иметь четкую маркировку, которая должна быть определяема в течение всего периода хранения труб. Маркировку наносят на концы трубы методом тиснения или при помощи принтера и/или в виде ярлыка, защищенного полимерной пленкой, наклеиваемого на внутреннюю поверхность трубы.

Маркировка должна включать наименование предприятия-изготовителя и/или товарный знак, условное обозначение трубы в соответствии с настоящими ТУ, длину трубы, дату изготовления (число, месяц, год). В маркировку допускается включать другую информацию, например: номер партии, масса трубы и др.

Транспортная маркировка - по ГОСТ 14192.

12.3. Сертификат качества

Вся продукция обязательно и постоянно проверяется независимыми контрольными органами. Контроль качества конечного продукта базируется на ISO 900. После получения результатов тестов, имеется возможность составления сертификатов качества для каждой отдельной партии труб.

Сертификаты на трубы Solid Plus с последними обновлениями всегда доступны на нашей домашней странице solidplus.by в подкаталоге: сертификаты.

12.4. Методы оценки несущей способности труб

В. 1 Общая часть

Одно из наиболее частых применений профилированных труб - это подземные трубопроводы. Перед их монтажом требуется подтверждение их несущей способности.

Это подтверждение может быть предоставлено в виде строительного расчета на прочность или расчетных графиков или таблиц, составленных на основе практического опыта и сравнительных вычислений.

Расчет на прочность на основе анализа и вычислений не всегда является необходимым при проектировании термопластичных трубопроводов. На практике расчетный прогноз поведения трубопровода сильно зависит от того, насколько принятые для целей расчета условия соответствуют реальным условиям на месте. Имея это в виду, в критических случаях рекомендуется, чтобы входные данные были тщательно проверены и выверены путем проведения анализа почвы и контроля операций укладки труб.

В стандартных ситуациях установки (см. Таблицу В.1), прогноз поведения подземных труб может быть сделан на основе практического опыта.

В.2 Строительный расчет на прочность на основе практического опыта

Опираясь на многолетний опыт и при условии, что используемые трубы соответствуют по крайней мере минимальному качеству, требуемому данным стандартом, и уложены правильно, можно сказать, что большинство строительных работ, включающих прокладку подземных труб, может осуществляться без какой-либо необходимости в сложных расчетах строительных конструкций (см. ЕКС / TS 15223, DIN EN 13476-1).

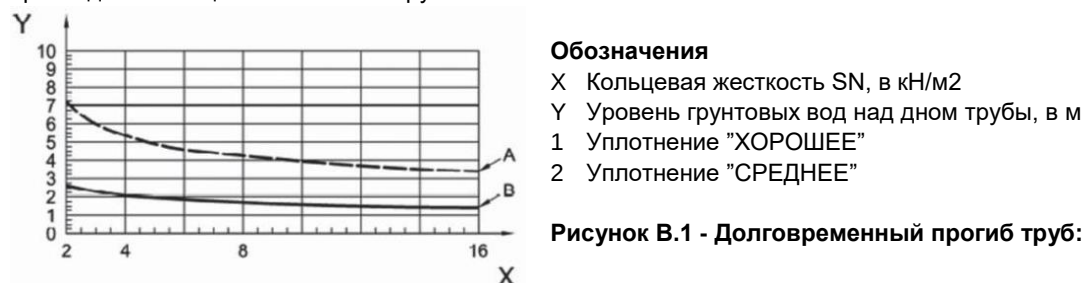
В отношении условий установки и качества установки должны соблюдаться Предельные значения, указанные в таблице В.1.

В исследованиях на европейском уровне (см. Библиография [Design of buried thermoplastic pipes. Results of European research project by APME and TEPFPA, March 1999F]) и обширных исследованиях поведения трубопроводов при отклонениях в существующих системах трубопроводов в Европе

(см. Библиографию [Wim Elzink, Wavin M&T and Jan Molin, VBB VIAK, Sweden. The actual performance of buried plastic pipes in Europe over 25 years. Plastic Pipes VIII, Eindhoven, NLF]) изучалась тема отклонений подземных труб. В ходе последнего исследования фактические отклонения измерялись несколько раз в течение 25 лет.

Результаты этих двух исследований позволили получить эмпирические значения, указанные на Рисунке В.1.

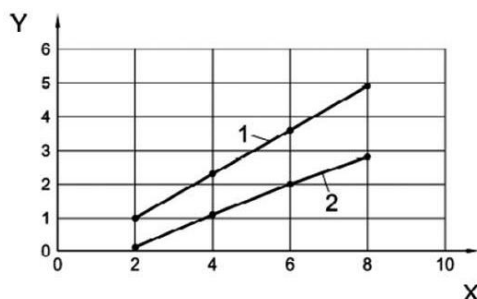
Рисунок В.1 иллюстрирует ожидаемый максимум долговременного отклонения подземных труб в зависимости от качества прокладки и кольцевой жесткости труб.



Кольцевая жесткость трубы или фитинга не может быть непосредственно преобразована из Sr24 к значению SN и наоборот.

В связи с влиянием различных факторов: модуля упругости соответствующего материала, номинального размера трубы, различных методов испытания на жесткость и различной продолжительности испытаний, значение кольцевой жесткости требуется определять в каждом отдельном случае индивидуально, путем испытаний. Практика показала, что эти факторы не имеют никакого измеримого влияния на фактическое отклонение труб после того как они уложены.

Показанные на графиках значения кольцевой жесткости <SN 4 (Sr24 16) чаще всего встречаются в больших трубах.



Обозначения

- X Кольцевая жесткость SN, в кН/м²
Y Уровень грунтовых вод над дном трубы, в м
1. Уплотнение "ХОРОШЕЕ"
2. Уплотнение "СРЕДНЕЕ"

Рисунок В.2 - Максимально допустимый уровень грунтовых вод выше дна трубы (GW) согласно ATV-DVWK-127 (Строительные нормы DWA-127)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Соотношение между SN и Sr24,

показанное на рисунке В.2, составлено для полиэтилена и является ориентировочным. Кривая рассчитана исходя из глубины укладки 6 м и хорошего качества укладки (см. таблицу В.1). Более высокие уровни грунтовых вод допускаются для труб, уложенных на глубине менее 6 м.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Понятия "хорошее" и "среднее" уплотнение со степенью уплотнения, соответственно, 95% и 90% стандартной плотности по Проктору, применимы для всех типов грунта, в который устанавливаются трубы (т.е. включая природный грунт). Рассматривается только случай I установки согласно ATV-DVWK-127. Предполагаются смешанные почвы групп 1 и 2 согласно ATV-DVWK-127 (DIN 18196).

соответствии с CEN / TS 15223, системы трубопроводов классов жесткости SN 4 или Sr24 16, предназначенные для подземного использования, достаточно устойчивы к внешнему давлению воды. Более строгие требования ATV-DVWK-127 (DWA-127) [ATV-DVWK-A 127 (DWA-A 128), Statische Berechnungen von Abwasserkanälen und -leitungen (Structural design of drains and sewers)] в отношении внешнего давления воды могут быть проконтролированы по Рисунку В.2, где представлена зависимость от кольцевой жесткости трубы.

Таблица В.1 — Условия, для которых построены графики на Рисунке В.1

Система труб	Системы, предназначенные для установки под землей и в соответствии с требованиями DIN 16961, Части 1 и 2
Глубина	0,8 м – 6,0 м
Транспортная нагрузка	нагрузка включена
Ширины траншеи	по DIN EN 1610
Грунтовые воды	см. Рисунок В.2 и Примечания
Качество укладки	по DIN EN 1610

Уплотнение "ХОРОШЕЕ"

Гранулированный почвы для использования в качестве основания аккуратно помещаются в заглубление и уплотняются, после чего почва засыпается слоями не более 30 см и каждый слой тщательно уплотняется. Труба должна быть покрыта слоем не менее 15 см толщиной. Затем траншея заполняется почвой (любого типа) и уплотняется. Плотность засыпки по Проктору 95%

Уплотнение "СРЕДНЕЕ"

Гранулированный почвы для использования в качестве основания засыпается слоями не более 30 см и каждый слой тщательно уплотняется. Труба должна быть покрыта слоем не менее 15 см толщиной. Затем траншея заполняется почвой (любого типа) и уплотняется. Плотность засыпки по Проктору 90%

Опалубка

Опалубка должна быть удалена до уплотнения, как рекомендовано в DIN EN 1610.

Подтвержденная гибкость труб такова, что трубопровод не разрушится, даже если будет подвергнут непредвиденной нагрузке или неправильно установлен. Отклонения до 15% не оказывают отрицательного влияния на правильное функционирование (например, на прочность, гидравлические свойства и герметичность) трубопровода.

В.3 Расчет прочности конструкций на основании проектных расчетов

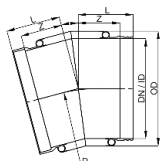
Если необходим расчет прочности (например, если условия укладки отличаются от приведенных в таблице В.1), то следует использовать метод, приведенный в DIN EN 1295-1. В Германии, как правило, применяется метод по DVWK A 127 (DWA-A127). Рекомендуемые значения отклонений могут быть найдены в CEN / TS 15223.

В.4 Пригодность методов для труб большого диаметра

Показатели, приведенные в CEN / TS 15223 и DIN EN 13476-1, ограничиваются трубами диаметром до 1 200 мм в диаметре. Однако, взаимодействие между трубой и окружающей землей в значительной степени всегда одинаково, независимо от диаметра трубы. Причиной этого является доминирующее влияние окружающей земли. Расчеты, выполненные в соответствии с ATV-DVWK-127 (DWA-127), показывают, что диаметр трубы мало влияет на результаты анализа напряжения и отклонений. Это подтверждает также и Рисунок В.1. Основным фактором является отличное качество почвы и качество укладки, которое рекомендуется для труб большого диаметра.

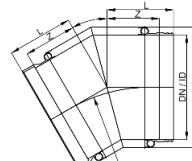
Приложение 1

Отвод 15° с раструбом



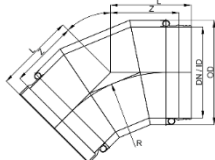
DN/ID	SN кН/м2	Dz мм	Z мм	L мм	R=1,5D мм
600	8	720	300	450	900
800	8	920	400	550	1200
1000	8	1126	400	550	1500
1200	8	1370	500	650	1800
1400	8	1598	600	750	2100
1600	8	1810	600	750	2400
2000	8	2344	700	850	3000
2200	8	2562	800	950	3300
2400	8	2779	900	1050	3600
2600	8	2983	1000	1150	3900
>2600	<8	по запросу			

Отвод 30° с раструбом



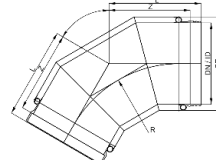
DN/ID	SN кН/м2	Dz мм	Z мм	L мм	R=1,5D мм
600	8	720	400	550	900
800	8	920	400	550	1200
1000	8	1126	500	650	1500
1200	8	1370	600	750	1800
1400	8	1598	700	850	2100
1600	8	1810	800	950	2400
2000	8	2344	1000	1150	3000
2200	8	2562	1100	1250	3300
2400	8	2779	1200	1350	3600
2600	8	2983	1300	1450	3900
>2600	<8	по запросу			

Отвод 45° с раструбом



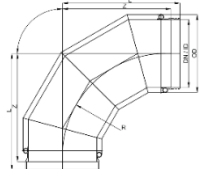
DN/ID	SN кН/м2	Dz мм	Z мм	L мм	R=1,5D мм
600	8	720	500	650	900
800	8	920	700	850	1200
1000	8	1126	800	950	1500
1200	8	1370	1000	1150	1800
1400	8	1598	1100	1250	2100
1600	8	1810	1200	1350	2400
2000	8	2344	1500	1650	3000
2200	8	2562	1600	1750	3300
2400	8	2779	1700	1850	3600
2600	8	2983	1800	1950	3900
>2600	<8	по запросу			

Отвод 60° с раструбом



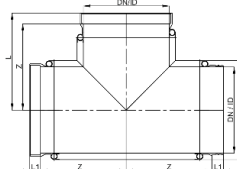
DN/ID	SN кН/м2	Dz мм	Z мм	L мм	R=1,5D мм
600	8	720	600	750	900
800	8	920	800	950	1200
1000	8	1126	1000	1150	1500
1200	8	1370	1200	1350	1800
1400	8	1598	1400	1550	2100
1600	8	1810	1600	1750	2400
2000	8	2344	1900	2050	3000
2200	8	2562	2100	2250	3300
2400	8	2779	2300	2450	3600
2600	8	2983	2400	2550	3900
>2600	<8	по запросу			

Отвод 90° с раструбом



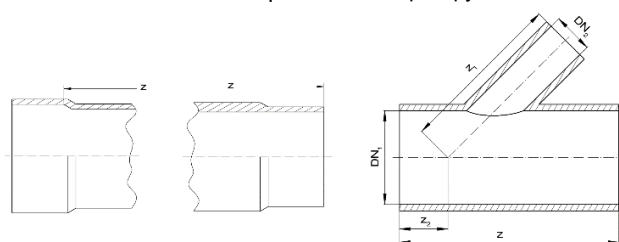
DN/ID	SN кН/м2	Dz мм	Z мм	L мм	R=1,5D мм
600	8	720	1000	1150	900
800	8	920	1300	1450	1200
1000	8	1126	1600	1750	1500
1200	8	1370	1900	2050	1800
1400	8	1598	2200	2350	2100
1600	8	1810	2500	2650	2400
2000	8	2344	3200	3350	3000
2200	8	2562	3500	3650	3300
2400	8	2779	3800	3950	3600
2600	8	2983	4100	4250	3900
>2600	<8	по запросу			

Тройник 90° с раструбом



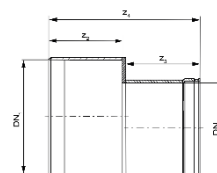
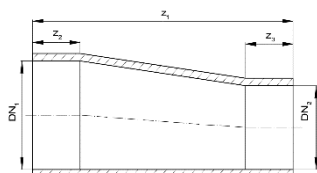
DN/ID	SN кН/м2	Dz мм	Z мм	L мм	R=1,5D мм
600	8	720	600	750	600
800	8	920	800	950	800
1000	8	1126	1000	1150	1000
1200	8	1370	1200	1350	1200
1400	8	1598	1400	1550	1400
1600	8	1810	1600	1750	1600
2000	8	2344	2000	2150	2000
2200	8	2562	2200	2350	2200
2400	8	2779	2400	2550	2400
2600	8	2983	2600	2750	2600
>2600	<8	по запросу			

Тройник 45° с раструбом



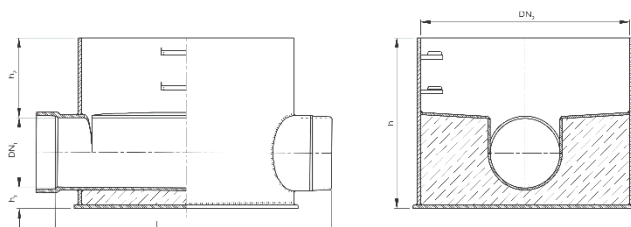
DN ₁ MM	DN ₂ MM	Z MM	Z ₁ MM	Z ₂ MM
500	≤500	1400	400	1000
600		1650	450	1200
800		1900	500	1400
1000		2000	500	1600
1200		2100	500	1800
≤5000	по запросу			

Переходы



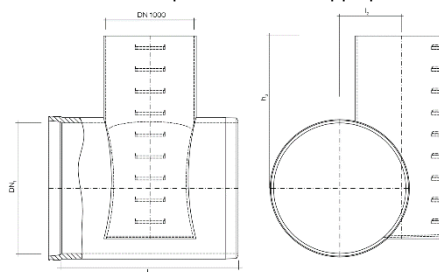
DN ₁ MM	DN ₂ MM	Z ₁ MM	Z ₂ MM	Z ₃ MM	Z ₄ MM
500	300	1300	500	500	1030
500	400	1400			
600	400	1400			
600	500	1500			
800	600	1600			
800	700	1700			
1000	800	1800			
1000	900	1900			
1200	1000	2000			
1200	1100	2000			
1400	1200	2000			
1400	1300	2000			
1600	1400	2000			
1600	1500	2000			
2000	1800	2000			
≤5000	по запросу				

Седловый колодец



DN ₁ MM	DN ₂ MM	h MM	l MM	h ₁ MM	h ₂ MM
500	1000	1000	1600	170	330
600	1200	1200	1800		430
800	1400	1400	2000		530
1000	1600	1600	2200		630
1200	1800	1800	2400		730
1400	2000	2000	2600		830
≤5000	по запросу				

Тангенциальный колодец



DN ₁ MM	l ₁ MM	l ₂ MM	h ₁ MM	h ₂ MM
600	2000-6000	500	900	600
800		600	1100	700
1000		700	1300	800
1200		800	1500	900
1400		900	1700	1000
1600		1000	1900	1100
≤5000	по запросу			

Приложение 2

Номинальный диаметр труб DN/ID 500 мм

уклон ‰	h/D = 0,3		h/D = 0,4		h/D = 0,5		h/D = 0,6		h/D = 0,7		h/D = 0,8		h/D = 0,9		h/D = 1,0	
	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q
	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с
0,0010	0,579	28,189	0,692	49,884	0,779	75,174	0,842	101,919	0,884	127,634	0,902	149,359	0,888	162,590	0,779	150,339
0,0011	0,614	29,936	0,732	52,863	0,824	79,588	0,891	107,838	0,935	135,057	0,953	157,974	0,939	171,963	0,824	159,166
0,0012	0,648	31,603	0,773	55,732	0,868	83,830	0,938	113,544	0,984	142,097	1,004	166,236	0,989	180,992	0,868	167,660
0,0013	0,682	33,219	0,810	58,469	0,910	87,880	0,984	118,978	1,031	148,894	1,050	174,084	1,035	189,577	0,910	175,750
0,0014	0,713	34,754	0,847	61,145	0,950	91,809	1,026	124,210	1,076	155,368	1,097	181,760	1,081	197,889	0,950	183,608
0,0015	0,744	36,259	0,883	63,701	0,990	95,597	1,069	129,300	1,120	161,701	1,141	189,082	1,125	205,909	0,990	191,183
0,0016	0,774	37,703	0,917	66,185	1,028	99,263	1,109	134,179	1,162	167,781	1,185	196,213	1,168	213,706	1,028	198,516
0,0017	0,803	39,117	0,950	68,579	1,065	102,818	1,148	138,946	1,203	173,720	1,226	203,071	1,208	221,220	1,065	205,636
0,0018	0,830	40,481	0,983	70,932	1,101	106,282	1,187	143,582	1,242	179,457	1,267	209,787	1,248	228,492	1,101	212,555
0,0019	0,857	41,814	1,015	73,225	1,135	109,646	1,223	148,046	1,282	185,042	1,306	216,332	1,287	235,633	1,135	219,291
0,0020	0,885	43,117	1,045	75,427	1,170	112,918	1,259	152,429	1,319	190,486	1,344	222,644	1,325	242,552	1,170	225,826
0,0025	1,009	49,187	1,189	85,810	1,327	128,209	1,429	172,892	1,495	215,918	1,523	252,278	1,501	274,872	1,327	256,409
0,0030	1,122	54,702	1,319	95,203	1,471	142,036	1,582	191,405	1,654	238,875	1,685	279,073	1,661	304,131	1,471	284,073
0,0035	1,226	59,782	1,439	103,838	1,603	154,762	1,722	208,403	1,801	260,004	1,833	303,707	1,808	331,007	1,603	309,525
0,0040	1,323	64,509	1,550	111,888	1,725	166,630	1,853	224,210	1,936	279,629	1,972	326,614	1,944	356,015	1,725	333,250
0,0045	1,415	68,953	1,655	119,453	1,840	177,740	1,976	239,067	2,064	298,061	2,102	348,107	2,073	379,467	1,840	355,470
0,0050	1,501	73,154	1,754	126,604	1,949	188,244	2,092	253,096	2,185	315,484	2,224	368,418	2,194	401,627	1,949	376,478
0,0060	1,661	80,982	1,939	139,885	2,151	207,777	2,307	279,164	2,409	347,854	2,451	406,131	2,419	442,804	2,151	415,544
0,0070	1,809	88,163	2,108	152,086	2,337	225,715	2,505	303,081	2,614	377,518	2,660	440,724	2,625	480,578	2,337	451,420
0,0080	1,946	94,849	2,265	163,428	2,510	242,370	2,689	325,301	2,805	405,091	2,854	472,832	2,816	515,635	2,510	484,729
0,0090	2,075	101,121	2,412	174,053	2,671	257,974	2,861	346,137	2,985	430,927	3,036	502,940	2,996	548,511	2,671	515,938
0,0100	2,196	107,040	2,551	184,103	2,824	272,710	3,023	365,782	3,153	455,298	3,208	531,361	3,165	579,538	2,824	545,420
0,0110	2,312	112,666	2,684	193,637	2,969	286,719	3,177	384,446	3,313	478,437	3,370	558,338	3,326	608,980	2,969	573,428
0,0120	2,422	118,039	2,810	202,737	3,107	300,061	3,325	402,233	3,466	500,516	3,526	584,053	3,479	637,047	3,107	600,112
0,0130	2,527	123,180	2,931	211,454	3,239	312,837	3,465	419,261	3,613	521,625	3,674	608,666	3,627	663,944	3,239	625,675
0,0140	2,629	128,129	3,047	219,827	3,366	325,119	3,601	435,623	3,753	541,916	3,817	632,300	3,767	689,749	3,366	650,228
0,0150	2,727	132,896	3,158	227,886	3,490	336,956	3,731	451,399	3,889	561,459	3,954	655,066	3,903	714,605	3,490	673,902
0,0160	2,821	137,501	3,266	235,684	3,608	348,369	3,856	466,610	4,019	580,316	4,087	677,043	4,034	738,613	3,608	696,740
0,0170	2,913	141,956	3,371	243,218	3,722	359,429	3,978	481,336	4,145	598,566	4,216	698,324	4,161	761,833	3,722	718,847
0,0180	3,001	146,278	3,472	250,531	3,833	370,145	4,097	495,607	4,267	616,272	4,340	718,938	4,284	784,356	3,833	740,280
0,0190	3,088	150,480	3,570	257,631	3,941	380,548	4,211	509,474	4,386	633,452	4,461	738,956	4,404	806,222	3,941	761,086
0,0200	3,171	154,560	3,666	264,549	4,045	390,668	4,322	522,948	4,503	650,177	4,578	758,419	4,520	827,473	4,045	781,336
0,0300	3,911	190,627	4,511	325,473	4,969	479,902	5,305	641,784	5,523	797,425	5,615	929,978	5,543	1014,838	4,969	959,803
0,0400	4,529	220,746	5,216	376,306	5,740	554,318	6,123	740,815	6,372	920,130	6,477	1072,933	6,419	1175,145	5,740	1108,627
0,0500	5,069	247,076	5,831	420,716	6,412	619,282	6,838	827,261	7,113	1027,210	7,230	1197,658	7,140	1307,203	6,412	1238,563

Номинальный диаметр труб DN/ID 600 мм

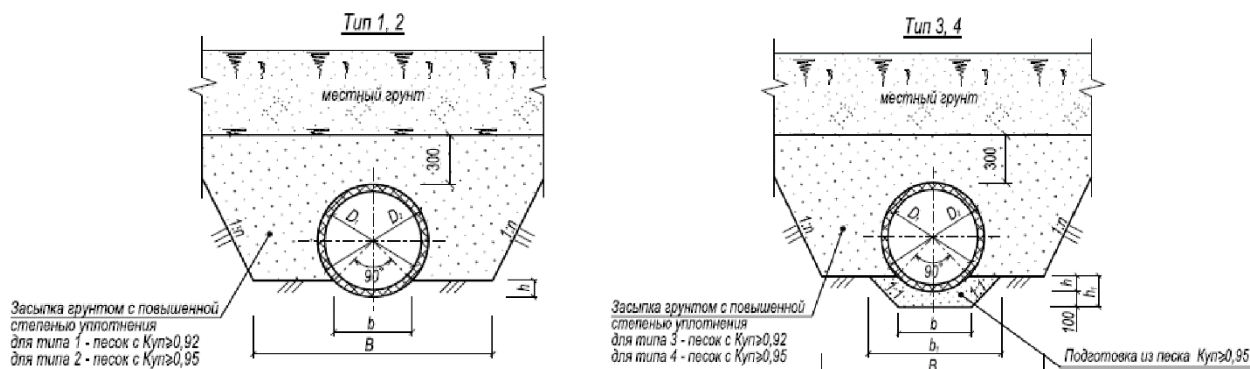
уклон ‰	h/D = 0,3		h/D = 0,4		h/D = 0,5		h/D = 0,6		h/D = 0,7		h/D = 0,8		h/D = 0,9		h/D = 1,0	
	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q
	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с
0,0010	0,668	46,743	0,794	82,325	0,892	123,725	0,964	167,498	1,010	209,595	1,030	245,127	1,015	266,953	0,892	247,450
0,0015	0,853	59,782	1,009	104,646	1,129	156,651	1,217	211,545	1,275	264,428	1,299	309,070	1,280	336,643	1,129	313,302
0,0020	1,012	70,852	1,192	123,553	1,330	184,517	1,431	248,803	1,498	310,727	1,526	363,095	1,504	395,607	1,330	369,034
0,0025	1,151	80,638	1,352	140,239	1,507	209,121	1,620	281,689	1,695	351,531	1,726	410,717	1,702	447,561	1,507	418,241
0,0030	1,279	89,516	1,499	155,338	1,668	231,371	1,792	311,373	1,873	388,416	1,907	453,712	1,880	494,516	1,668	462,732
0,0035	1,395	97,677	1,632	169,215	1,815	251,783	1,948	338,714	2,036	422,332	2,073	493,234	2,044	537,593	1,815	503,556
0,0040	1,504	105,282	1,757	182,133	1,951	270,791	2,095	364,075	2,188	453,793	2,227	529,937	2,197	577,710	1,951	541,582
0,0045	1,604	112,342	1,876	194,435	2,081	288,648	2,233	388,113	2,332	483,770	2,369	564,014	2,339	615,393	2,081	577,296
0,0050	1,698	118,907	1,986	205,788	2,202	305,515	2,362	410,605	2,465	511,424	2,509	596,971	2,476	651,046	2,202	611,020
0,0060	1,881	131,714	2,191	227,048	2,427	336,785	2,601	452,137	2,714	563,105	2,762	657,298	2,725	716,747	2,427	673,569
0,0070	2,045	143,238	2,379	246,602	2,634	365,509	2,821	490,436	2,943	610,616	2,995	712,696	2,954	777,205	2,634	731,008
0,0080	2,199	153,944	2,554	264,751	2,827	392,183	3,026	525,998	3,156	654,712	3,211	764,085	3,168	833,351	2,827	784,366
0,0090	2,342	163,994	2,719	281,800	3,007	417,170	3,218	559,338	3,355	696,042	3,413	812,262	3,368	885,932	3,007	834,331
0,0100	2,478	173,488	2,873	297,869	3,176	440,764	3,399	590,759	3,543	735,017	3,604	857,682	3,557	935,563	3,176	881,528
0,0110	2,606	182,507	3,021	313,130	3,338	463,136	3,570	620,605	3,722	772,044	3,785	900,799	3,736	982,639	3,338	926,271
0,0120	2,729	191,092	3,161	327,684	3,492	484,497	3,734	649,036	3,892	807,303	3,958	941,916	3,907	1027,524	3,492	969,004
0,0130	2,846	199,334	3,296	341,622	3,639	504,929	3,891	676,266	4,054	841,067	4,123	981,225	4,069	1070,489	3,639	1009,849
0,0140	2,959	207,252	3,425	355,015	3,780	524,544	4,041	702,415	4,211	873,468	4,281	1019,029	4,227	1111,717	3,780	1049,087
0,0150	3,068	214,867	3,549	367,913	3,917	543,461	4,185	727,604	4,361	904,687	4,435	1055,379	4,377	1151,451	3,917	1086,912
0,0160	3,173	222,240	3,669	380,356	4,048	561,712	4,326	751,915	4,506	934,836	4,582	1090,507	4,523	1189,780	4,048	1123,423
0,0170	3,275	229,361	3,785	392,415	4,175	579,366	4,461	775,448	4,646	963,984	4,725	1124,453	4,664	1226,867	4,175	1158,733
0,0180	3,374	236,279	3,899	404,091	4,300	596,486	4,592	798,233	4,782	992,244	4,863	1157,389	4,801	1262,843	4,300	1192,962
0,0190	3,470	242,986	4,008	415,443	4,419	613,110	4,720	820,383	4,915	1019,676	4,997	1189,346	4,934	1297,749	4,419	1226,221
0,0200	3,563	249,521	4,114	426,483	4,535	629,120	4,843	841,896	5,044	1046,360	5,128	1220,434	5,063	1331,675	4,535	1258,531
0,0250	3,997	279,861	4,609	477,720	5,076	704,313	5,418	941,805	5,641	1170,176	5,734	1364,692	5,662	1489,235	5,076	1408,627
0,0300	4,385	307,131	5,053	523,766	5,562	771,721	5,934	1031,533	6,176	1281,337	6,278	1494,184	6,199	1630,665	5,562	1543,432
0,0350	4,742	332,088	5,459	565,873	6,006	833,341	6,406	1113,545	6,666	1382,943	6,776	1612,536	6,690	1759,935	6,006	1666,682
0,0400	5,072	355,207	5,835	604,879	6,418	890,406	6,843	1189,477	7,119	1477,004	7,236	1722,090	7,146	1879,910	6,418	1780,812
0,0450	5,381	376,831	6,187	641,340	6,802	943,744	7,251	1260,440	7,543	1564,914	7,666	1824,484	7,571	1991,447	6,802	1887,488
0,0500	5,672	397,213	6,519	675,690	7,164	993,992	7,636	1327,271	7,942	1647,684	8,071	1920,899	7,971	2096,750	7,164	1987,973
0,0550	5,948	416,524	6,833	708,232	7,507	1041,573	7,999	1390,578	8,320	1726,090	8,455	2012,203	8,351	2196,498	7,507	2083,135
0,0600	6,210	434,916	7,132	739,219	7,834	1086,881	8,347	1450,825	8,680	1800,689	8,820	2099,103	8,711	2291,427	7,834	2173,752
0,0650	6,462	452,490	7,416	768,842	8,146	1130,170	8,678	1508,405	9,023	1872,015	9,169	2182,156	9,057	2382,146	8,146	2260,340
0,0700	6,702	469,357	7,691	797,254	8,445	1171,701	8,995	1563,632	9,353	1940,382	9,504	2261,804	9,387	2469,147	8,445	2343,402

Номинальный диаметр труб DN/ID 2200 мм

	h/D = 0,3		h/D = 0,4		h/D = 0,5		h/D = 0,6		h/D = 0,7		h/D = 0,8		h/D = 0,9		h/D = 1,0	
уклон	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q	V	q
‰	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с
0,0002	0,764	732,230	0,863	1225,080	0,933	1774,610	0,977	2326,030	0,999	2840,009	1,014	3305,205	0,999	3599,862	0,882	3350,695
0,0003	0,962	922,736	1,087	1543,805	1,177	2236,302	1,231	2931,172	1,259	3578,885	1,278	4165,099	1,258	4536,415	1,111	4222,426
0,0004	1,133	1087,255	1,281	1819,061	1,387	2635,019	1,450	3453,786	1,484	4216,982	1,505	4907,711	1,484	5345,233	1,309	4975,260
0,0005	1,287	1234,806	1,454	2065,935	1,575	2992,630	1,647	3922,517	1,685	4789,289	1,710	5573,756	1,685	6070,656	1,487	5650,475
0,0006	1,428	1370,116	1,614	2292,316	1,747	3320,557	1,828	4352,343	1,870	5314,085	1,897	6184,523	1,870	6735,872	1,649	6269,646
0,0007	1,559	1496,022	1,762	2502,962	1,908	3625,698	1,996	4752,292	2,041	5802,420	2,072	6752,850	2,041	7354,860	1,801	6845,790
0,0008	1,683	1614,404	1,902	2701,023	2,058	3912,599	2,153	5128,346	2,203	6261,566	2,235	7287,201	2,203	7936,843	1,943	7387,494
0,0009	1,800	1726,565	2,034	2888,691	2,202	4184,450	2,303	5484,664	2,356	6696,623	2,391	7793,514	2,355	8488,303	2,079	7900,786
0,001	1,911	1833,493	2,160	3067,592	2,338	4443,586	2,446	5824,327	2,502	7111,349	2,538	8276,172	2,502	9013,987	2,207	8390,080
0,0011	2,018	1935,918	2,281	3238,949	2,468	4691,814	2,583	6149,688	2,642	7508,593	2,681	8738,490	2,641	9517,513	2,330	8858,761
0,0012	2,121	2034,413	2,397	3403,730	2,594	4930,517	2,714	6462,556	2,776	7890,595	2,817	9183,061	2,775	10001,727	2,449	9309,453
0,0013	2,220	2129,434	2,509	3562,704	2,715	5160,807	2,841	6764,404	2,906	8259,144	2,948	9611,978	2,906	10468,872	2,563	9744,278
0,0014	2,316	2221,354	2,617	3716,517	2,832	5383,603	2,963	7056,426	3,031	8615,694	3,075	10026,937	3,031	10920,827	2,674	10164,943
0,0015	2,409	2310,506	2,722	3865,664	2,946	5599,652	3,083	7339,609	3,153	8961,457	3,199	10429,331	3,152	11359,096	2,782	10572,882
0,0016	2,499	2397,134	2,824	4010,599	3,056	5809,601	3,198	7614,794	3,271	9297,454	3,319	10820,362	3,270	11784,983	2,886	10969,287
0,0017	2,587	2481,459	2,924	4151,686	3,164	6013,974	3,310	7882,676	3,387	9624,532	3,436	11201,011	3,386	12199,578	2,988	11355,188
0,0018	2,672	2563,683	3,021	4289,258	3,269	6213,257	3,420	8143,872	3,499	9943,440	3,549	11572,166	3,498	12603,810	3,087	11731,443
0,0019	2,756	2643,968	3,115	4423,578	3,371	6407,824	3,527	8398,908	3,609	10254,833	3,660	11934,554	3,608	12998,508	3,183	12098,820
0,002	2,838	2722,455	3,208	4554,888	3,471	6598,047	3,632	8648,226	3,716	10559,247	3,769	12288,832	3,715	13384,369	3,277	12457,976
0,0025	3,223	3091,933	3,643	5173,058	3,943	7493,493	4,125	9821,917	4,220	11992,286	4,280	13956,604	4,219	15200,813	3,722	14148,696
0,003	3,576	3430,748	4,042	5739,911	4,374	8314,613	4,576	10898,183	4,682	13306,386	4,750	15485,946	4,680	16866,495	4,130	15699,097
0,0035	3,905	3746,009	4,414	6267,373	4,776	9078,678	4,997	11899,669	5,113	14529,163	5,186	16909,016	5,111	18416,431	4,510	17141,750
0,004	4,214	4042,424	4,763	6763,314	5,155	9797,071	5,392	12841,281	5,517	15678,846	5,596	18247,014	5,516	19873,720	4,866	18498,170
0,0045	4,507	4323,295	5,093	7233,226	5,513	10477,780	5,767	13733,505	5,900	16768,222	5,985	19514,826	5,898	21254,551	5,205	19783,426
0,005	4,786	4591,046	5,410	7681,191	5,854	11126,675	6,125	14584,026	6,265	17806,684	6,356	20723,392	6,264	22570,854	5,527	21008,626
0,0055	5,053	4847,505	5,712	8110,270	6,181	11748,219	6,467	15398,702	6,616	18801,382	6,711	21881,024	6,613	23831,687	5,836	22182,186
0,006	5,607	5378,684	6,337	8998,979	6,859	13035,575	7,175	17086,069	7,341	20861,611	7,447	24278,713	7,339	26443,133	6,475	24612,882
0,007	5,798	5562,242	6,553	9306,079	7,092	13480,440	7,420	17669,162	7,591	21573,560	7,701	25107,267	7,589	27345,558	6,695	25452,838
0,008	6,257	6002,380	7,072	10042,470	7,654	14547,141	8,007	19067,315	8,192	23280,662	8,310	27093,987	8,189	29509,392	7,226	27466,910
0,009	6,692	6419,429	7,563	10740,229	8,185	15557,878	8,564	20392,122	8,761	24898,217	8,888	28976,496	8,759	31559,723	7,728	29375,325

Приложение 3

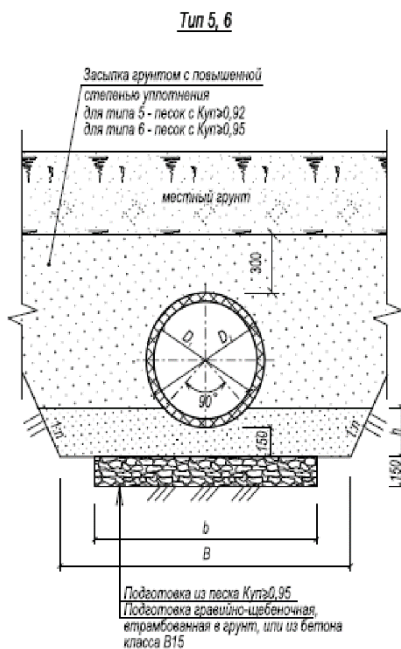
Укладка труб с засыпкой местным грунтом с повышенной степенью уплотнения (Тип 1, 2) и подготовкой из песка (Тип 3, 4)



№ п.п	Диаметр условного прохода D ₁ , мм	Наружный диаметр тру бы D ₂ , мм			Размеры траншеи						Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м ³					
					с откосами 1:0,5 и круче	с откосами положе 1:0,5	b	b ₁	h	h ₁	Подготов ка из песчаного грунта	Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения в траншее с откосами 1:n				
		S4	S6	S8								1 : 0	1 : 0,5	1: 0,75	1 : 0,85	1 : 1
1.	500	578	578	578	1379	1079	369	669	70	170	0,76	9,8	13,27	12,97	13,76	14,95
2.	600	678	682	682	1483	1183	473	773	100	200	0,85	9,9	13,4	13,1	13,9	15,1
3.	800	878	920	920	1716	1416	656	956	140	240	1,12	12,3	18,1	17,7	18,9	20,6
4.	1000	1120	1142	1146	1946	1646	816	1256	170	270	1,66	15,4	23,4	23,7	25,3	27,7
5.	1200	1342	1366	1370	2176	1876	962	1576	200	300	2,47	18,17	28,68	29,59	31,69	34,84
6.	1400	1566	1574	1582	2408	2108	1138	1798	230	330	3,01	21,63	35,41	37,32	40,07	44,21
7.	1600	1774	1853	1862	3242	2342	1322	2042	260	360	3,63	35,51	52,25	44,15	47,5	52,53
8.	2000	2262	2281	2293	3703	2803	1643	2503	330	430	5,14	45,16	70,03	62,39	67,36	74,82
9.	2200	2470	2493	2509	3949	3049	1809	2749	370	470	6,1	50,44	80,21	73,13	79,08	88,01
10.	2400	2680	2709	2727	4147	3247	1957	2957	400	500	6,94	54,85	88,91	82,45	89,27	99,48
11.	2600	2897	2927	2941	4491	3531	2151	3331	450	550	7,92	59,78	98,69	92,13	100,8	110,45
12.	≤5000	по запросу														

1. Ширина траншеи В принята в соответствии с СП 45.13330. 2012.
2. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншеи на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до $K_{упл.} \geq 0,95\%$.
3. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами на примере класса жесткости S8.

Укладка труб на грунтовое спрофилированное основание с гравийно-щебеночной или бетонной подготовкой (Тип 5, 6)



№ п.п	Диаметр условного прохода D ₁ , мм	Наружный диаметр трубы D ₂ , мм			Размеры траншеи				Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м ³											
					С откосами 1:0,5 и круче	С откосами положе 1:0,5	b	h	Подготовка грав-щ.б. или бетонная класса В15	Подготовка из песчаного грунта	Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения в траншее с откосами 1:n					Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения в траншее с откосами 1:n				
		S4	S6	S8							1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,75	1 : 0,85	1 : 1	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,75	1 : 0,85	1 : 1
1.	500	578	578	578	1379	1079	679	70	1,72	1,72	2,22	2,33	1,93	1,96	1,99	10,89	17,23	17,42	18,71	20,59
2.	600	678	682	682	1483	1183	783	100	1,82	1,82	2,24	2,35	1,95	1,98	2,01	11,00	17,40	17,60	18,90	20,80
3.	800	878	920	920	1716	1416	1026	140	2,22	2,22	2,57	2,68	2,28	2,31	2,34	14,10	23,30	24,20	26,00	28,80
4.	1000	1120	1142	1146	1946	1646	1246	170	2,73	2,73	2,91	3,02	2,63	2,65	2,69	17,70	30,30	32,20	34,70	38,50
5.	1200	1342	1366	1370	2376	2376	976	200	2,96	2,96	6,93	7,54	7,85	7,97	8,15	21,07	36,65	44,45	47,57	52,24
6.	1400	1566	1574	1582	2608	2608	1138	230	3,32	3,32	8,04	8,76	9,12	9,27	9,48	24,95	45,04	55,08	59,10	65,12
7.	1600	1774	1853	1862	3242	2842	1322	260	3,63	3,63	10,80	11,64	10,42	10,58	10,84	35,51	59,76	64,56	69,41	76,68
8.	2000	2262	2281	2293	3703	3303	1643	330	4,33	4,33	13,93	15,08	13,74	13,97	14,31	45,16	80,73	89,60	96,71	107,38
9.	2200	2470	2493	2509	3949	3549	1809	370	4,72	4,72	15,84	17,20	15,79	16,06	16,47	50,44	92,89	104,36	112,85	125,59
10.	2400	2680	2709	2727	4147	3747	1957	400	5,02	5,02	17,37	18,88	17,44	17,74	18,20	54,85	103,27	117,04	126,72	141,24
11.	2600	2897	2927	2941	4491	3931	2151	450	5,31	5,31	18,93	20,57	19,09	19,51	19,93	59,24	113,60	129,91	140,66	156,78
12.	≤5000	по запросу																		

1. Ширина траншеи В принята в соответствии с СП 45.13330.2012 в зависимости от ширины гравийно-щебеночной или бетонной подготовки.
2. При засыпке траншеи местным грунтом должны быть использованы мягкие грунты (песчаные, глинистые, за исключением твердых глин), природные песчано-гравийные смеси без крупных включений.
3. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншеи на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до $K_{упл.} \geq 0,95\%$.
4. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами на примере класса жесткости S8.

