



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ТОО «Bekem-Plast»

_____ Кокенов Т.Ж.
«__» _____ 2020г.

Руководство
по проектированию, монтажу и эксплуатации безнапорных сетей
наружной канализации из полипропиленовых гофрированных
труб с двухслойной стенкой «ОРТИМА» («ОПТИМА»)

2020 г.

1 Область применения

Настоящее Руководство распространяется на гофрированные двухслойные трубы кольцевого сечения из полипропилена, предназначенные для наружных подземных систем водоотведения сточных вод при максимальной температуре постоянных стоков 70°C и кратковременных стоков с температурой до 100°C.

Гофрированные двухслойные трубы производятся методом непрерывной шнековой экструзии с формированием непрерывного гофра на наружной поверхности и сваркой гладкого внутреннего слоя трубы по местам впадин гофрированной поверхности.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего Руководства необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

ГОСТ Р 54475-2011 Трубы полимерные со структурированной стенкой и фасонные части к ним для систем наружной канализации.

ГОСТ Р ИСО 3126-2007 Трубопроводы из пластмасс. Пластмассовые элементы трубопровода. Определение размеров.

СНиП 3.05.04-85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.

СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.

Свод правил по проектированию и строительству СП 40-102-2000

Проектирование и монтаж трубопроводов для систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.

СН РК 4.01-03-2011 Водоотведение. Наружные сети и сооружения.

3 Термины и определения

В настоящем Руководстве применены следующие термины с соответствующими определениями:

- **трубы и фасонные части со структурированной стенкой:** Изделия, имеющие оптимизированную в отношении материалоемкости конструкцию стенки.
- **номинальный размер DN:** Числовое обозначение размера элементов трубопровода, приблизительно равное производственным размерам, в мм.
- **номинальный размер DN/OD:** Номинальный размер, относящийся к наружному диаметру.
- **номинальный диаметр d_n , мм:** Диаметр, назначенный для номинального диаметра.
- **средний внутренний диаметр d_{im} , мм:** Среднее арифметическое значение равномерно распределенных измерений внутреннего диаметра в одном поперечном сечении.

- **наружный диаметр d_e , мм:** Измеренный наружный диаметр трубы или трубного конца фасонной части в любом поперечном сечении (по вершине гофра или ребер), деленная на π , округленная в большую сторону до 0,1 мм.
- **номинальная кольцевая жесткость SN, кН/м²:** Числовое обозначение минимальной кольцевой жесткости труб.

4 Основные характеристики труб «ОПТИМА»

- Труба «ОПТИМА» - сделана из полипропилена, устойчива к воздействию большинства агрессивных химических соединений и микроорганизмов;
- Кольцевая жесткость SN8, обеспечивает глубину заложения до 15 метров;
- Труба «ОПТИМА» - способна временно деформироваться и перераспределять нагрузки в грунт, выдерживать высокое давление со стороны тяжелых и подвижных грунтов;
- Термостойкость- температура размягчения полипропилена +95 ° С - как следствие исключён вариант деформации трубы из-за сброса горячей воды, в случае её аварийного сброса;
- Высокая стойкость к гидроабразивному износу, срок службы трубы не менее 50 лет;
- Легкий вес, соответственно: удешевление услуг транспортировки и монтажа;
- Возможна укладка зимой при - 20° С;
- Устойчивость к блуждающим токам;
- Труба «ОПТИМА» - не подвержена коррозии;
- Угол наклона при укладке трубы - 1° на метр, как следствие уменьшение затрат на укладку труб: меньшая глубина заложения;
- Подлежит современным методам прочистки с помощью гидродинамических машин, а так же механическими способами очистки специальными приспособлениями, так как полипропилен имеет плотную структуру;
- Жесткий и прочный раструб, соединение трубы с раструбом происходит под прямым углом, что исключает возникновение зон застоя и скопления грязи;
- Возможность проведения строительных работ в стесненных условиях, где невозможно применять технику;
- Высокая ремонтпригодность - применение стандартных ремонтных муфт позволяет легко соединять между собой участки трубопровода, в том числе осуществлять ремонтные вставки, подгонка длины трубы на месте ручной пилой;
- Высокая скорость прокладки по сравнению с трубами из традиционных материалов, благодаря легкому весу, а также быстрому и легкому перемещению труб - снижение стоимости монтажа от 30%.

4.1 Ассортимент труб «ОПТИМА»

Трубы из полимеров со структурированной стенкой «ОПТИМА» выпускаются с номинальным наружным диаметром DN/OD 125-500 мм. Размеры труб относительно наружного диаметра DN/OD должны соответствовать таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1

Номинальный размер, DN / OD	Наружный диаметр d_{em}		Внутренний диаметр d_{im}		Размеры в миллиметрах*		
	номинальный	предельное отклонение	номинальный	предельное отклонение	Толщина стенки e_4 , не менее	Толщина стенки e_5 , не менее	Толщина стенки e , не менее
125	125,0	+0,4 -0,9	106,6	$\pm 1,0$	2,0	1,0	0,95
160	160,0	+0,5 -1,2	138,8	$\pm 1,2$	2,0	1,5	1,0
200	200,0	+0,5 -1,5	175,0	$\pm 1,2$	2,2	1,3	1,2
250	250,0	+0,6 -1,8	220,8	$\pm 1,4$	3,0	1,5	1,5
315	315,0	+0,7 -2,4	280,0	$\pm 1,6$	3,1	1,7	1,6
400	400,0	+0,9 -3,0	350,0	$\pm 2,0$	3,8	2,2	1,8
500	500,0	+1,1 -3,7	436,3	$\pm 2,6$	4,8	2,8	2,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

Таблица 2

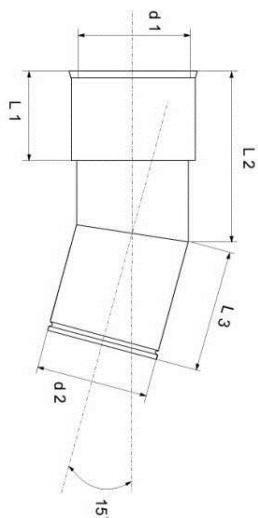
Размеры в миллиметрах

Номинальный размер DN / OD	Внутренний диаметр раструба D_{im}		Длина раструба L , не менее	Толщина стенки e_2 , не менее	D_y , не более
	номинальный	предельное отклонение			
125	126,1	$\pm 0,25$	71,0	3,2	140,1
160	161,36	$\pm 0,3$	87,1	3,5	177,56
200	201,62	$\pm 0,4$	98,5	3,9	220,42
250	251,93	$\pm 0,5$	112,4	4,4	273,93
315	317,37	$\pm 0,6$	125,3	5,0	343,6
400	403,01	$\pm 0,8$	161,3	5,8	434,6
500	503,7	$\pm 1,0$	199,2	6,8	542,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

4.2 Фасонные изделия

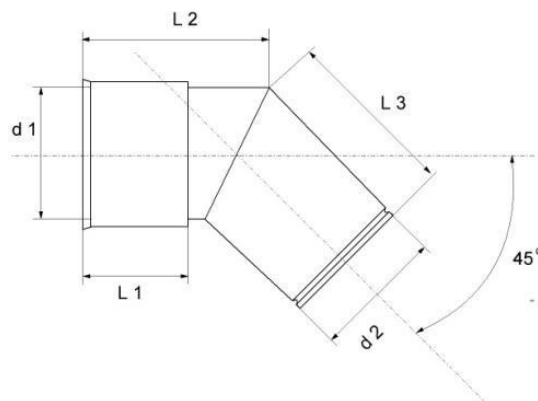
Отвод ПЭ на 15°



	D 125	D 160	D 200	D 250	D 315	D 400	D 500
L₁, мм	105,0	120,0	130,0	135,0	160,0	195,0	210,0
L₂, мм	152,0	190,0	240,0	250,0	250,0	300,0	355,0
L₃, мм	115,0	135,0	210,0	230,0	240,0	300,0	305,0
d₁, мм	140,0	180,0	220,0	270,0	340,0	430,0	520,0
d₂, мм	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

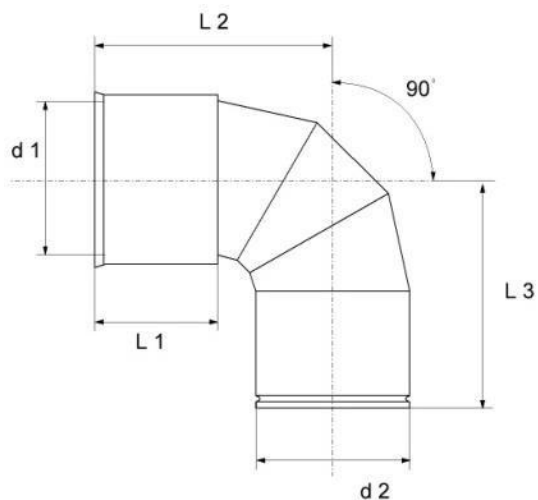
Отвод ПЭ на 45°



	D 125	D 160	D 200	D 250	D 315	D 400	D 500
L₁, мм	120,0	120,0	130,0	135,0	170,0	200,0	210,0
L₂, мм	175,0	190,0	240,0	280,0	330,0	420,0	420,0
L₃, мм	175,0	165,0	185,0	225,0	290,0	450,0	320,0
d₁, мм	140,0	180,0	220,0	270,0	340,0	430,0	520,0
d₂, мм	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

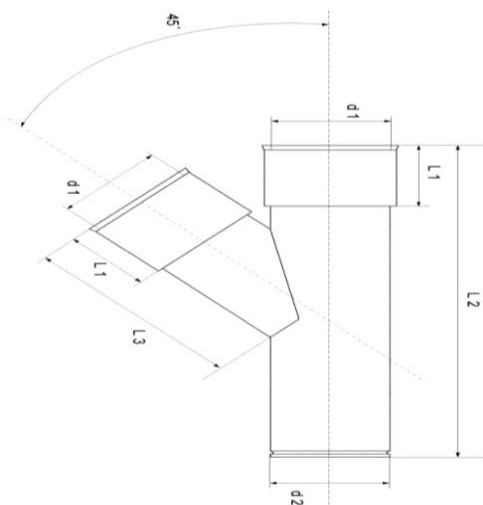
Отвод ПЭ на 90°



	D 125	D 160	D 200	D 250	D 315	D 400	D 500
L₁, мм	110,0	115,0	130,0	135,0	160,0	200,0	210,0
L₂, мм	220,5	240,0	305,0	325,0	440,0	540,0	630,0
L₃, мм	165,0	195,0	225,0	270,0	440,0	540,0	630,0
d₁, мм	140,0	180,0	220,0	270,0	340,0	430,0	545,0
d₂, мм	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

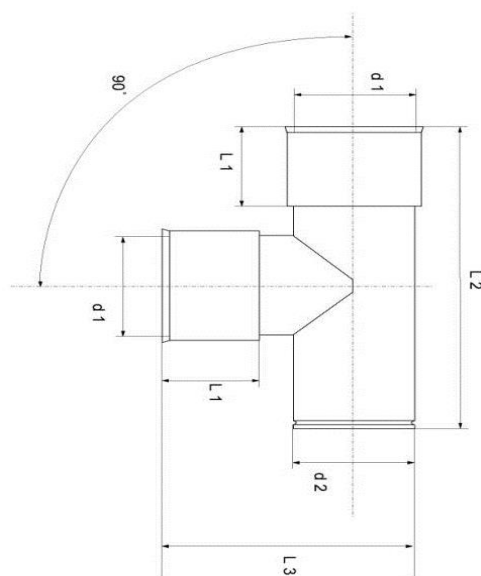
Тройник ПЭ на 45°



	D 125	D 160	D 200	D 250	D 315	D 400	D 500
L₁, мм	112,0	122,0	130,0	135,0	160,0	200,0	210,0
L₂, мм	390,0	460,0	585,0	625,0	780,0	1030,0	1230,0
L₃, мм	300,0	305,0	412,0	425,0	470,0	670,0	780,0
d₁, мм	140,0	180,0	220,0	270,0	340,0	420,0	520,0
d₂, мм	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

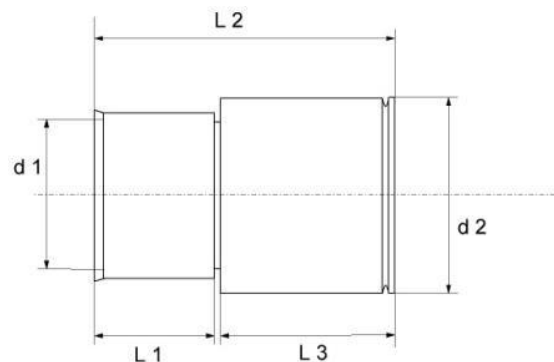
Тройник ПЭ на 90°



	D 125	D 160	D 200	D 250	D 315	D 400	D 500
L₁, мм	115,0	145,0	130,0	135,0	160,0	200,0	210,0
L₂, мм	360,0	400,0	475,0	525,0	710,0	830,0	1010,0
L₃, мм	265,0	335,0	370,0	415,0	530,0	660,0	770,0
d₁, мм	140,0	180,0	220,0	270,0	340,0	430,0	520,0
d₂, мм	125,0	160,0	200,0	250,0	315,0	400,0	500,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

Переход ПЭ для труб



	D 125/100	D 160/125	D 200/160	D 250/200
L₁, мм	86,0	100,0	122,0	130,0
L₂, мм	205,0	230,0	250,0	265,0
L₃, мм	117,0	122,0	122,0	127,0
d₁, мм	110,0	140,0	180,0	200,0
d₂, мм	125,0	160,0	200,0	250,0

*Размеры изделия могут колебаться в пределах $\pm 1\%$.

Заглушки для труб

заглушка, диаметр 125 мм
заглушка, диаметр 160 мм
заглушка, диаметр 200 мм
заглушка, диаметр 250 мм
Заглушка, диаметр 315 мм
Заглушка, диаметр 400 мм
Заглушка, диаметр 500 мм



4.4 Основные показатели труб «ОПТИМА»

Характеристики труб должны соответствовать таблице 3.

Таблица 3

Наименование показателя	Значение показателя
1 Внешний вид поверхности	На внутренней и наружной поверхности не допускаются пузыри, раковины, трещины и посторонние включения. Внутренняя поверхность труб должна быть гладкой. Цвет наружного слоя труб - терракот, внутреннего слоя - белый
2 Изменение внешнего вида после прогрева при 150°C	Не должно быть трещин, пузырей и расслоений
3 Кольцевая жесткость. кН/м ² , не менее 8,10,12	SN8,10,12
4 Кольцевая гибкость при деформации 30%	Не должно быть трещин и расслоений
5 Стойкость к удару падающим грузом при 0°C. TIR, %	Не более 10
6 Герметичность соединений при внутреннем давлении 0,05 МПа и деформации	Без видимых протечек

5. Проектирование

5.1 Общие требования

5.1.1 Системы внутренней канализации зданий следует проектировать из канализационных труб, рассчитанных на транспортирование сточных вод с постоянной температурой не ниже 75 °С и кратковременно не менее 1 мин с температурой не менее 90 °С.

5.1.2 Проектирование системы канализации из труб и соединительных деталей из различных полимерных материалов не допускается.

5.1.3 Системы внутренних водостоков для зданий высотой до 10 м допускается выполнять из безнапорных труб, при большей высоте здания следует применять напорные трубы.

5.1.4 Трубы из полимерных материалов должны быть проложены, как правило, скрыто - в шахтах, коробах, бороздах и т.п.

В местах возможного механического повреждения труб следует применять только скрытую прокладку.

Допускается открытая прокладка канализационных и водосточных трубопроводов в подвалах зданий, не оборудованных под производственные, складские или служебные помещения, на чердаках и в санузлах зданий.

5.1.5 К местам прочистки трубопроводов из полимерных материалов должен быть обеспечен легкий доступ посредством установки дверок, съемных щитов, решеток и т.п.

6. Гидравлический расчет трубопроводов

Для проведения гидравлических расчетов гофрированных двухслойных труб «ОПТИМА» могут использоваться гидравлические формулы, номограммы и таблицы в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» и СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования». (Всю литературу, не обходимую можно скачать на сайте: www.kazplast.kz)

Все отводные канализационные трубопроводы, как правило, следует рассчитывать так, чтобы при расчетном расходе стоков они работали в безнапорном режиме.

Таблица 1. DN/OD 125

Условный проход d=106 мм (+/-1.0)

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0.0100	0.14	0.402	0.59	0.643	1.35	0.825	2.26	0.932	3.28	1.009	4.30	1.056	5.25	1.080	6.11	1.095	6.65	1.080	6.19	0.952
0.0150	0.17	0.507	0.75	0.810	1.70	1.039	2.85	1.174	4.14	1.270	5.42	1.330	6.61	1.360	7.69	1.380	8.39	1.360	7.81	1.200
0.0200	0.20	0.598	0.89	0.955	2.01	1.224	3.36	1.384	4.88	1.498	6.39	1.567	7.80	1.602	9.07	1.626	9.88	1.603	9.19	1.414
0.0300	0.25	0.753	1.11	1.203	2.53	1.543	4.24	1.744	6.14	1.888	8.05	1.974	9.82	2.019	11.43	2.049	12.45	2.019	11.59	1.782
0.0400	0.30	0.888	1.32	1.418	2.99	1.818	4.99	2.055	7.23	2.224	9.48	2.326	11.57	2.380	13.47	2.415	14.68	2.380	13.66	2.099
0.0500	0.34	1.008	1.49	1.610	3.39	2.065	5.67	2.333	8.22	2.525	10.76	2.642	13.15	2.703	15.30	2.742	16.66	2.702	15.51	2.384
0.0700	0.41	1.222	1.81	1.951	4.10	2.501	6.86	2.827	9.95	3.060	13.05	3.201	15.92	3.275	18.53	3.323	20.18	3.274	18.78	2.889
0.0900	0.48	1.409	2.08	2.251	4.74	2.886	7.93	3.263	11.49	3.532	15.06	3.694	18.38	3.780	21.39	3.834	23.30	3.778	21.68	3.334
0.1100	0.53	1.581	2.34	2.525	5.32	3.238	8.89	3.658	12.88	3.959	16.88	4.142	20.60	4.238	23.98	4.299	26.11	4.236	24.31	3.738
0.1300	0.59	1.739	2.57	2.777	5.84	3.560	9.77	4.024	14.16	4.356	18.57	4.557	22.67	4.661	26.38	4.728	28.73	4.660	26.74	4.111
0.1500	0.64	1.886	2.78	3.014	6.34	3.864	10.6	4.366	15.36	4.726	20.15	4.944	24.59	5.058	28.63	5.131	31.17	5.057	29.01	4.461

Таблица 2. DN/OD 160

Условный проход $d=138.8 (+/-1.2)$

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0.0100	0.37	0.477	1.62	0.762	3.69	0.976	6.17	1.104	8.93	1.194	11.71	1.249	14.29	1.278	16.64	1.297	18.12	1.278	16.86	1.1280
0.0150	0.47	0.601	2.04	0.960	4.64	1.230	7.77	1.391	11.26	1.505	14.75	1.575	18.01	1.611	20.96	1.634	22.83	1.610	21.25	1.421
0.0200	0.55	0.708	2.41	1.131	5.47	1.450	9.16	1.639	13.26	1.773	17.38	1.855	21.22	1.898	24.70	1.926	26.90	1.897	25.04	1.674
0.0300	0.69	0.892	3.03	1.425	6.90	1.827	11.54	2.065	16.71	2.235	21.91	2.338	26.75	2.392	31.13	2.426	33.90	2.391	31.56	2.110
0.0400	0.82	1.051	3.57	1.679	8.13	2.153	13.59	2.433	19.69	2.633	25.81	2.755	31.51	2.818	36.68	2.859	39.95	2.817	37.18	2.486
0.0500	0.93	1.193	4.06	1.907	9.23	2.445	15.44	2.763	22.36	2.991	29.31	3.129	35.79	3.201	41.65	3.247	45.37	3.200	42.23	2.823
0.0700	1.13	1.446	4.92	2.310	11.18	2.962	18.71	3.348	27.10	3.623	35.52	3.790	43.36	3.878	50.47	3.934	54.97	3.877	51.16	3.420
0.0900	1.30	1.669	5.68	2.666	12.90	3.418	21.59	3.864	31.27	4.182	40.99	4.375	50.05	4.475	58.24	4.540	63.44	4.474	59.05	3.948
0.1100	1.46	1.871	6.37	2.990	14.47	3.833	24.21	4.332	35.06	4.689	45.96	4.905	56.11	5.018	65.31	5.091	71.13	5.017	66.20	4.426
0.1300	1.60	2.058	7.00	3.288	15.91	4.216	26.63	4.765	38.57	5.157	50.55	5.395	61.72	5.520	71.83	5.600	78.24	5.518	72.82	4.869
0.1500	1.74	2.233	7.60	3.568	17.27	4.575	28.89	5.170	41.85	5.596	54.85	5.854	66.97	5.989	77.94	6.076	84.89	5.987	79.01	5.283

Таблица 3. DN/OD 200

Условный проход $d=175.0 (+/-1.2)$

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0050	0,48	0,382	2,11	0,610	4,80	0,782	8,03	0,884	11,64	0,957	15,25	1,001	18,62	1,024	21,67	1,039	23,61	1,024	21,97	0,903
0,0100	0,72	0,567	3,14	0,906	7,13	1,161	11,93	1,312	17,28	1,420	22,65	1,486	27,65	1,520	32,18	1,542	35,05	1,520	32,62	1,341
0,0150	0,91	0,714	3,95	1,141	8,98	1,463	15,03	1,654	21,77	1,790	28,54	1,873	34,85	1,916	40,55	1,944	44,17	1,915	41,11	1,690
0,0200	1,07	0,842	4,66	1,345	10,59	1,724	17,71	1,949	25,66	2,109	33,63	2,207	41,06	2,257	47,78	2,290	52,04	2,257	48,44	1,991
0,0300	1,34	1,061	5,87	1,695	13,34	2,173	22,32	2,456	32,33	2,658	42,38	2,781	51,74	2,845	60,22	2,886	65,58	2,844	61,04	2,509
0,0400	1,58	1,250	6,92	1,997	15,72	2,560	26,30	2,894	38,10	3,132	49,93	3,276	60,97	3,352	70,95	3,400	77,28	3,351	71,93	2,957
0,0500	1,80	1,419	7,85	2,268	17,85	2,908	29,87	3,286	43,27	3,557	56,71	3,721	69,24	3,807	80,58	3,862	87,76	3,806	81,69	3,358
0,0700	2,18	1,720	9,52	2,748	21,63	3,523	36,19	3,982	52,42	4,309	68,71	4,508	83,89	4,612	97,63	4,679	106,33	4,611	98,97	4,068
0,0900	2,51	1,985	10,98	3,171	24,96	4,066	41,76	4,595	60,50	4,973	79,29	5,203	96,81	5,323	112,67	5,400	122,72	5,321	114,22	4,695
0,1000	2,67	2,108	11,66	3,368	26,51	4,318	44,35	4,880	64,24	5,281	84,20	5,525	102,81	5,652	119,65	5,734	130,32	5,651	121,30	4,986
0,1200	2,96	2,339	12,94	3,737	29,41	4,791	49,21	5,414	71,28	5,860	93,43	6,131	114,08	6,272	132,76	6,363	144,60	6,270	134,59	5,532

Таблица 4. DN/OD 250

Условный проход d=220.8 (+1.4)

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0030	0,63	0,330	2,75	0,527	6,25	0,676	10,46	0,764	15,16	0,827	19,87	0,865	24,26	0,885	28,23	0,898	30,74	0,885	28,62	0,781
0,0050	0,84	0,442	3,68	0,706	8,37	0,905	14,00	1,023	20,28	1,107	26,58	1,158	32,46	1,185	37,78	1,202	41,14	1,184	38,30	1,045
0,0070	1,02	0,535	4,46	0,855	10,14	1,096	16,96	1,239	24,57	1,341	32,21	1,403	39,33	1,435	45,77	1,456	49,85	1,435	46,40	1,266
0,0100	1,25	0,656	5,47	1,048	12,43	1,344	20,79	1,519	30,12	1,644	39,47	1,720	48,20	1,759	56,09	1,785	61,09	1,759	56,86	1,552
0,0130	1,45	0,762	6,35	1,217	14,43	1,561	24,15	1,764	34,98	1,909	45,84	1,997	55,98	2,043	65,14	2,073	70,95	2,043	66,04	1,802
0,0150	1,58	0,827	6,89	1,321	15,66	1,693	26,20	1,914	37,95	2,071	49,74	2,167	60,74	2,217	70,68	2,249	76,98	2,216	71,66	1,955
0,0180	1,75	0,917	7,64	1,466	17,38	1,879	29,07	2,124	42,11	2,298	55,19	2,404	67,39	2,460	78,43	2,496	85,42	2,459	79,51	2,170
0,0200	1,86	0,974	8,12	1,556	18,45	1,995	30,87	2,255	44,72	2,441	58,61	2,553	71,56	2,612	83,29	2,650	90,71	2,611	84,43	2,304
0,0400	2,76	1,446	12,05	2,311	27,40	2,963	45,84	3,349	66,40	3,624	87,03	3,791	106,26	3,879	123,67	3,935	134,69	3,878	125,37	3,421
0,0600	3,48	1,823	15,19	2,912	34,52	3,734	57,76	4,220	83,67	4,567	109,67	4,778	133,91	4,888	155,84	4,959	169,73	4,886	157,99	4,311
0,0800	4,10	2,148	17,90	3,431	40,68	4,399	68,06	4,972	98,59	5,381	129,23	5,630	157,78	5,759	183,63	5,843	200,00	5,758	186,15	5,080

Таблица 5. DN/OD 315

Условный проход d=280.0 (+-1,6)

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0050	1,56	0,519	6,81	0,830	15,49	1,064	25,92	1,203	37,54	1,302	49,20	1,362	60,08	1,393	69,92	1,413	76,15	1,393	70,88	1,229
0,0100	2,32	0,771	10,12	1,232	23,00	1,580	38,48	1,786	55,74	1,933	73,06	2,022	89,20	2,069	103,82	2,099	113,07	2,068	105,25	1,825
0,0150	2,92	0,972	12,75	1,553	28,98	1,991	48,49	2,250	70,24	2,436	92,07	2,548	112,41	2,607	130,83	2,645	142,49	2,606	132,63	2,299
0,0200	3,44	1,145	15,02	1,830	34,15	2,346	57,14	2,652	82,77	2,870	108,48	3,002	132,46	3,071	154,15	3,116	167,89	3,071	156,27	2,709
0,0300	4,34	1,443	18,93	2,306	43,04	2,957	72,00	3,342	104,30	3,616	136,71	3,783	166,92	3,871	194,26	3,927	211,57	3,870	196,93	3,414
0,0400	5,11	1,701	22,31	2,717	50,71	3,484	84,84	3,937	122,89	4,261	161,08	4,458	196,68	4,561	228,89	4,627	249,30	4,559	232,04	4,023
0,0500	5,80	1,931	25,34	3,086	57,59	3,956	96,35	4,472	139,57	4,840	182,94	5,063	223,37	5,180	259,95	5,255	283,13	5,178	263,53	4,569
0,0600	6,44	2,143	28,11	3,424	63,90	4,390	106,91	4,962	154,87	5,370	202,99	5,618	247,84	5,747	288,44	5,831	314,15	5,746	292,41	5,069
0,0700	7,03	2,340	30,70	3,739	69,77	4,793	116,74	5,418	169,10	5,863	221,64	6,134	270,62	6,275	314,95	6,366	343,02	6,274	319,28	5,535

Таблица 6. DN/OD 400

Условный проход d=350.0 (+/-2.0)

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0015	1,49	0,309	6,50	0,494	14,77	0,633	24,71	0,716	35,80	0,775	46,92	0,811	57,29	0,829	66,68	0,841	72,62	0,829	67,59	0,732
0,0020	1,75	0,364	7,66	0,582	17,41	0,746	29,12	0,844	42,18	0,913	55,29	0,955	67,51	0,977	78,57	0,991	85,57	0,977	79,65	0,862
0,0050	2,96	0,614	12,91	0,982	29,35	1,259	49,11	1,423	71,14	1,540	93,24	1,611	113,84	1,648	132,49	1,672	144,30	1,647	134,31	1,454
0,0100	4,39	0,912	19,17	1,458	43,58	1,869	72,92	2,112	105,62	2,286	138,45	2,392	169,04	2,447	196,73	2,482	214,26	2,446	199,43	2,158
0,0150	5,53	1,150	24,16	1,837	54,92	2,335	91,89	2,662	133,10	2,881	174,46	3,014	213,02	3,083	247,91	3,128	270,01	3,083	251,32	2,720
0,0200	6,52	1,355	28,47	2,165	64,71	2,775	108,27	3,137	156,84	3,395	205,57	3,551	250,99	3,633	292,11	3,686	318,15	3,632	296,13	3,205
0,0300	8,21	1,707	35,88	2,728	81,55	3,497	136,44	3,953	197,64	4,278	259,05	4,475	316,29	4,578	368,10	4,645	400,92	4,577	373,17	4,039
0,0400	9,68	2,012	42,28	3,214	96,09	4,121	160,76	4,657	232,88	5,041	305,24	5,273	372,69	5,395	433,73	5,473	472,40	5,393	439,70	4,759

Таблица 7. DN/OD 500

Условный проход $d=435.0 (+2,6)$

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0015	2,70	0,362	11,78	0,578	26,77	0,741	44,78	0,837	64,87	0,906	85,03	0,948	103,82	0,970	120,83	0,984	131,60	0,969	122,49	0,855
0,0020	3,18	0,426	13,88	0,681	31,54	0,873	52,77	0,986	76,44	1,068	100,19	1,117	122,33	1,143	142,37	1,159	155,06	1,142	144,33	1,008
0,0030	4,00	0,537	17,49	0,858	39,75	1,100	66,50	1,243	96,33	1,345	126,26	1,407	154,16	1,440	179,41	1,461	195,40	1,439	181,88	1,270
0,0050	5,36	0,718	23,40	1,148	53,19	1,472	88,99	1,663	128,91	1,800	168,96	1,883	206,30	1,927	240,09	1,955	261,49	1,926	243,39	1,700
0,0100	7,96	1,067	34,75	1,705	78,98	2,185	132,13	2,470	191,40	2,673	250,88	2,797	306,32	2,861	356,49	2,903	388,27	2,860	361,40	2,524
0,0150	10,0	1,344	43,79	2,148	99,52	2,754	166,51	3,113	241,20	3,369	316,15	3,524	386,01	3,605	449,24	3,658	489,29	3,604	455,42	3,180
0,0200	11,8	1,584	51,59	2,531	117,3	3,245	196,20	3,668	284,21	3,969	372,52	4,153	454,83	4,248	529,33	4,310	576,52	4,247	536,62	3,747
0,0300	14,9	1,996	65,02	3,189	147,8	4,089	247,24	4,622	358,15	5,002	469,43	5,233	573,16	5,353	667,05	5,431	726,51	5,352	676,23	4,722

7. Химическая стойкость

Таблица. Химическая стойкость труб и соединительных деталей из полипропилена PP-B.

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость			Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20 °C	60 °C	100°C			20 °C	60 °C	100°C
Ацетальдегид	TR	УС		-	Топленный животный жир	14	УС		
Ацетальфеион	TR	С	С	-	НСI/HN03	75%/25%	НС	НС	НС
Ангедрид уксусной к-ты	TR	С	-	-	Гептан	TR	С	УС	НС
Уксусная к-та, разбав.	TR	С	УС	НС	Гексан	TR	С	УС	
Уксусная к-та, разбав.	40%	С	С	-	Гексантириол(1,2,6)	TR	С	С	
Ацетон	TR	С	-	-	Гидразингидрат	TR	С	-	-
Кислотный ацетангидрид	40%	С	С	-	Фтороводородная к-та	40%	С	УС	НС
Акрилонитрил	TR	С	УС		Соляная к-та	20%	С	С	-
Адипиновая к-та	TR	С	С	-	Соляная к-та	20%-36%	С	УС	УС
Воздух	TR	С	С	С	Фтористоводородная к-та	40%	С	С	-
Сульфат Alaine Me - Me III	GL	С	С	-	Фтористоводородная к-та	70%	С	УС	-
Аллиловый спирт, разбав.	96%	С	С	.	Водород	TR	С	С	
Квасцы	TR	С	С	-	Хлористый водород	TR	С	С	-
Хлорид алюминия	GL	С	С	-	Проксид водорода	30%	С	УС	
Сульфат алюминия	GL	С	С	-	Цианистоводородная к-та	TR	С	С	-

Амберная к-та	GL	С	С		Серникоислый гидроксиламмоний	12%	С	С	-
Двуаминоэтанол	TR	С	-		Лодиноный раствор	Н	С	УС	-
Аммиак, газ	TR	С	С		Изооктан	TR	С	УС	НС
Аммиак, жидк.	TR	С	С	-	Изопропил	TR	С	С	С
Анилин	TR	С	-	-	Керосин	Н	С	УС	НС
Аммиак, вода	GL	С	С	-	а- оксипропионовая к-та	90% .	С	С	-
Ацетат аммония	GL	С	С	-	Ланолин	Н	С	УС	-
Карбонат аммония	GL	С	С	-	Ацетат свинца	GL	С	С	НС
Хлорид аммония	GL	С		-	Льняное масло .	Н	С	С	С
Флорид аммония	L	С	С		Смазочные масла	TR	С	УС	НС
Нитрат аммония	GL	С	С	С	Хлорид магния	GL	С	С	С
Фосфат аммония	GL	С	С	С	Гидроксикарбонат магния	GL	С	НС	НС
Сульфат аммония	GL	С	С	С	Соли магния	GL	С	С	-
Ацетат амила	TR	УС	С		Сульфат магния	GL	С	С	С
Амиловый спирт	TR	С	.	С	Ментол	TR	С	УС	
Анилин	TR	УС	С	.	Метанол	TR	С	С	-
Гидрохлорид анилина	GL	С	УС	-	Метанол	5%	С	С	УС
Анон	TR	УС	С	-	Метилацетат	TR	С	С	-
Анон (циклогексаэнон)	TR	УС	УС	НС	Метиламин	32%	С		-
Антифриз	Н	С	НС	С	Метилбромид	TR	НС	НС	НС
Трихлорид антимолия	90%	С	С	-	Метилхлорид	TR	НС	НС	НС
Яблочная к-та	L	С	С	.	Метилэтилкетон	TR	С	УС	-

Яблочная к-та	GL	С	С	.	Ртуть	TRC	С	С	
Яблочное вино (орто)	Н	С	С	-	Соли ртути	GL	С	С	С
Царская водка	Н	С	С	С	Молоко	Н	С	С	С
Мышьяковая к-та	40%	С	С	-	Минеральная вода	Н	С	С	С
Мышьяковая к-та	80%	С	С	УС	Меласса	Н	С	С	
Гидроксид бария	GL	С	С	С	Моторное масло	TR	С	УС	
Соли бария	GL	С	С	С	Природный газ	TR	С	.	-
Аккумуляторная к-та (электролит)	Н	С	С	-	Соли никеля	GL	С	НС	.
Пиво	Н	С	С	С	Азотная к-та	10%	С	УС	НС
Альдегид	GL	С	С	.	Азотная к-та	10-50%	УС	НС	НС
Смесь бензин - бензол	8090/2009	УС	НС	НС	Азотная к-та	>50%	НС	НС	НС
Бензол	TR	УС	НС	НС	2-нитролуол	TR	С	УС	-
Хлорид бензила	TR	УС	.	.	Азотистые газы	Все	С	С	-
Бура	L	С	С	-	Олеум (H2SO4+S03)	TR	НС	НС	НС
Борная к-та	GL	С	С	С	Оливковое масло	TR	С	С	УС
Бром	TR	НС	НС	НС	Щавельная к-та	GL	С	С	НС
Пары брома	Все	УС	НС	НС	Кислород	TR	С	-	
Бутадиен, газ	TR	УС	НС	НС	Озон	0.5 ррт	С	УС	-
Бутан(2)диол(1,4)	TR	С	С		Парафиновые эмульсии	Н	С	С	.
Бутадиол	TR	С	С	-	Парафиновое мвсло	TR	С	С	НС
Бутантриол(1,2,4)	TR	С	С		Перхлорная к-та	20%	С	С	-
Бутин(2)диол(1,4)	TR	С		-	Перхлорэтилен	TR	УС	УС	-
Ацетат бутила	TR	УС	НС	НС	Нефть	TR	С	УС	-
Бутиловый спирт	TR	С	УС	УС	Эфир нефти	TR	С	УС	-
Бутиловый фенол	GL	С	-	-	Фенол	5%	С	С	-

Бутиловый фенол	TR	НС		-	Фенол	90%	С	.	-
Бутиленовый гликоль	10%	С	УС	-	Фенилгидрозин	TR	УС	УС	-
Бутиленовый гликоль	TR	С	-	-	Гидрохлорид фенил гидрозина	TR	С	УС	-
Бутилен, жидк.	TR	УС	.	.	Фосген	TR	УС	УС	-
Карбонат кальция	GL	С	С	С	Фосфаты	GL	С	С	-
Хлорид кальция	GL	С	С	С	Фосфорная (ортофосфорная) к-та	85%	С	С	С
Гидрохлорид кальция	GL	С	С	С	Оксихлорид фосфора	TR	УС	.	.
Гипохлорит кальция	L	С	.	-	Фталивая к-та	GL	С	С	-
Нитрат кальция	GL	С	С		Фотоэмульсии	Н	С	С	.
Карболин	Н	С		-	Ванны с фотоукрепителем	Н	С	С	
Диоксид углерода, газ	Все	С	С	-	Пикриновая к-та	GL	С	-	-
Диоксид углерода, жидк.	Все	С	С		Бихромат калия	GL	С	С	-
Карбонимоксид	Все	С	С		Бромат калия	10%	С	С	-
Карбонсulfид	TR	НС	НС	НС	Бромид калия	GL	С	С	-
Каустиковая сода	60%	С	С	С	Карбонат калия	GL	С	С	-
Хлорал	TR	С	С	-	Хлорат калия	GL	С	С	-
Хлорамин	L	С	-	-	Хлорид калия	GL	С	С	-
Хлорэтанол	TR	С	с	-	Хромат калия	GL	С	С	
Хлорноватая к-та	1%	С	УС	НС	Цианид калия	L	С	С	-
Хлорноватая к-та	10%	С	УС	НС	Фторид калия	GL	С	С	-
Хлорноватая к-та	20%	С	НС	НС	Гидрогенкарбоната калия	GL	С	С	-
Хлор	0,50%	УС	-	-	Гидроксид калия	50%	С	С	С

Хлор	1%	НС	НС	НС	Иодид калия	GL	С	С	-
Хлор	GL	УС	НС	НС	Нитрат калия	GL	С	С	-
Хлор, газ	TR	НС	НС	НС	Перхлорат калия	10%	С	С	-
Хлор, вода	TR	НС	НС	НС	Перманганат калия	GL	С	НС	-
Хлоруксусная к-та	L	С	С	-	Персульфат калия	GL	С	С	-
Хлорбензол	TR	УС	-	.	Сульфат калия	GL	С	С	-
Хлороформ	TR	УС	НС	НС	Пропан, газ	TR	С		-
Хлорсульфоновая к-та	TR	НС	НС	НС	Пропанол (1)	TR	С	С	-
Хромовая кислота	40%	УС	УС	НС	Пропаргиловый спирт	7%	С	С	-
Хромовая к-та /серная к-та/вода	15/35/50%	НС	НС	НС	Пропионовая (пропановая) к-та	>50%	С		
Хптоиовый альеегмл	TR	С			Пропиленовый гликоль	TR	С	С	-
Лимонная к-та	VL	С	С	С	Пиридин	TR	УС	УС	-
Лимонная к-та	VL	С	С	С	Морская вода	Н	С	С	С
Городской газ	Н	С	-	-	Кремнивая к-та	Bee	С	С	-
Кокосовый жирный спирт	TR	С	УС	.	Кремнефтористая к-та	32%	С	С	-
Кокосовое масло	TR	С	.	.	Силиконовая эмульсия	Н	С	С	.
Коньяк	Н	С	С	.	Силиконовое масло	TR	С	С	С
Хлорид меди (II)	GL	С	С	-	Нитрат серебра	GL	С	С	УС
Цианид меди (1)	GL	С	С	-	Соли серебра	GL	С	С	-
Нитрат меди (II)	30%	С	С	С	Ацетат натрия	GL	С	С	С
Сульфат меди	GL	С	С	-	Бензоат натрия	35%	С	С	.
Кукурузное масло	TR	С	УС		Бикарбонат натрия	GL	С	С	С
Хлопковое масло	TR	С	С	-	Бисульфат натрия	GL	С	С	-
Крезол	90%	С	С	-	эисульфит натрия	L	С	-	-

Крезол	>90%	С	-	-	Сарбонат натрия	50%	С	С	УС
Циклогексан	TR	С	-	-	Хлорат натрия	GL	С	С	
Циклогексанол	TR	С	УС	-	Хлорид натрия	VL	С	С	С
Циклогексанон	TR	УС	НС	НС	Хлорит натрия	2-20%	С	УС	НС
Декстрин	L	С	С	.	Хромат натрия	GL	С	С	С
Глюкоза	20%	С	С	С	Гидрат натрия	60%	С	С	С
1,2диаминэтан	TR	С	С	-	Гипохлорид натрия	20%	НС	НС	НС
Дихлоруксуная к-та	TR	УС	-		Гипохлорит натрия	10%	С	-	-
Дихлоруксуная к-та	50%	С	С	-	Гипохлорит натрия	20%	УС	УС	НС
Дихлорбензин	TR	УС	-	-	Нитрат натрия	GL	С	С	-
Дихлорэтилен (1, 1-1, 2)	TR	УС	-	-	Силикат натрия	L	С	С	-
Дизельная смазка	H	С	УС	-	Сульфат натрия	GL	С	С	-
Диэтиловый амин	TR	С	-	-	Сульфид натрия	GL	С	С	-
Диэтиловый эфир	TR	С	УС	-	Сульфид натрия	40%	С	С	С
Дигликолевая к-та	GL	С	С		Тиосульфат натрия	GL	С	С	
Дигексил фаталата	TR	С	УС		Трифосфат натрия	GL	С	С	С
Ди-исо октилфаталата	TR	С	УС	.	Соевое масло	TR	С	УС	-
Ди-исо пропилэфир	TR	УС	НС	-	Крахмальный раствор	Все	С	С	.
Диметиформаид	TR	С	С	-	Крахмальный сироп	Все	С	С	.
Диметиловый амин	100%	С	-	-	Диоксид серы	Все	С	С	.
Ди-н бутиловый эфир	TR	УС	-		Диоксид серы, газ	TR	С	С	
Динониловый фаталат	TR	С	УС	-	Диоксид серы, жидк.	Все	С	С	-
Диоктиловый фаталат	TR	С	УС	-	Серная к-та	10%	С	С	С
Диоксан	TR	УС	УС	-	Серная к-та	10-80%	С	С	-

Питьевая вода	TR	C	C	C	Серная к-та	80%-TR	УС	НС	-
Этанол	L	C	C		Олеум	Все	C	C	
Этанол + 2% толуола	96%	C	-	-	Триоксидсеры	Все	C	C	-
Этилацетат	TR	C	УС	НС	Дегтярное масло	Н	C	НС	НС
Этиловый спирт	TR	C	C	C	Тетрахлорэтан	TR	УС	НС	НС
Этиловый бензол	TR	УС	НС	НС	Тетрахлорэтилен	TR	УС	УС	-
Этиловый хлорид	TR	НС	НС	НС	Тетрахлорметан	TR	НС	НС	НС
Этиленовый диамин	TR	C	C	-	Тетраэтил свинца	TR	C	-	-
Этиленовый гликоль	TR	C	C	C	Тетрагидрофуран	TR	УС	НС	НС
Оксид этилена	TR	НС	-	-	Тетрагидронафтален	TR	НС	НС	НС
Кислота жирного ряда	20%	C	-		Трионил хлорид	TR	УС	НС	НС
Жирные к-ты > C4	TR	C	УС	-	Тин (II) хлорид	GL	C	C	
Брожение солода	Н	C	C	-	Тин (IУ)хлорид	GL	C	C	-
Соли удобрений	GL	C	C	-	Толуол	TR	УС	НС	НС
Пленочная ванна	Н	C	C		Трихлорэтилен	TR	НС	НС	НС
Фтор	TR	НС		-	Трихлорацетиленовая к-та	50%	C	C	
Кремнефтористоводородная к-та	32%	C	C		Трикрезил фосфат	TR	C	УС	.
Формальдегид	40%	C	C	-	Тританоламин	L	C	-	-
Муравьиная к-та	10%	C	C	УС	Винный уксус	Н	C	C	C
Муравьиная к-та	85%	C	УС	НС	Ксилол, диметилбензол	TR	УС	НС	НС
Фруктоза	6	C	C	C	Дрожжи	Все	C	-	
Фруктовые соки	Н	C	C	C	Цинк	GL	C	C	-
Фурфуриловый спирт	TR	C	УС	-	Триоктил фосфат	TR	C	-	
Желатин	L	C	C	C	Мочевина	GL	C	C	-

Глюкоза	20%	С	С	С	Вазелиновое масло	TR	С	УС	-
Глицерин	TR	С	С	С	Уксус	Н	С	С	С
Гликолиевая к-та	30%	С	УС	-	Винилацетат	TR	С	УС	
Воск	Н	С	УС	-	Стиральный порошок	VL	С	С	.
Винная кислота	10%	С	С	-	Вода, чистая	Н	С	С	С
Вина	Н	С	С	-					

Обозначения:

С - стойкий

УС - условно стойкий

НС - не стойкий

"-" - недостаточно информации

Концентрации:

VL - концентрация менее 10%

L - концентрация более 10%

GL - полная растворимость при 20С

Н - коммерческая оценка

TR - технически чистая

8. МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ

Прочностной расчет трубопроводов из полимерных материалов, уложенных в земле, рекомендуется сводить к соблюдению неравенства:

для напорных трубопроводов

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon - \varepsilon_c}{\varepsilon_{rp}} \leq 1,0$$

; (Д.1)

для самотечных трубопроводов

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{rp}} \leq 1,0$$

; (Д.2)

для дренажных трубопроводов

$$\left(\frac{\varepsilon_p - \varepsilon_c}{\varepsilon_{pp}} \right) \leq 1,0$$

, (Д.3)

где ε_p - максимальное значение деформации растяжения материала в стенке трубы из-за овальности поперечного сечения трубы под действием грунтов ($q_{гр}$, МПа) и транспортных нагрузок ($q_{т}$, МПа);

ε - степень растяжения материала стенки трубы от внутреннего давления воды в трубопроводе;

ε_c - степень сжатия материала стенки трубы от воздействия внешних нагрузок на трубопровод;

ε_{pp} - предельно допустимое значение деформации растяжения материала в стенке трубы, происходящей в условиях релаксации напряжений;

ε_{rp} - предельно допустимая деформация растяжения материала в стенке трубы в условиях ползучести;

$K_{зд}$ - коэффициент запаса, учитывающий вид перфорации в стенках трубы, который можно принять при круговом отверстии в гладкостенной трубе - 2,3; круговом отверстии в стекло- (базальто) пластиковой трубе - 3,0; щелевом отверстии со скругленными углами (соотношение сторон 8:1, например, 25 на 3) - 1,3; для других условий величина $K_{зд}$ должна приводиться в нормативных документах.

Значение ε_p может быть определено по формуле

$$\varepsilon_p = 4,27 K_{\sigma} \frac{S}{D} \Psi K_{3Y} \Psi$$

, (Д.4)

где K_{σ} - коэффициент постели грунта для изгибающих напряжений, учитывающий качество уплотнения, его можно принимать: при тщательном контроле - 0,75, при периодическом контроле - 1,0, при отсутствии контроля - 1,5;

K_{3Y} - коэффициент запаса на овальность поперечного сечения трубы, принимается равным: 1,0 - для напорных и самотечных трубопроводов и 2 - для дренажных трубопроводов;

Y - относительное укорочение вертикального диаметра трубы в грунте, устанавливается как предельно допустимое значение

$$\Psi = \Psi_{гр} + \Psi_{т} + \Psi_{м}$$

, (Д.5)

где $\Psi_{гр}$ - относительное укорочение вертикального диаметра трубы под действием грунтовой нагрузки;

$\Psi_{т}$ - то же, под действием транспортных нагрузок;

$\Psi_{м}$ - относительное укорочение вертикального диаметра трубы, образовавшееся в процессе складирования, транспортировки и монтажа. Его можно приближенно принимать по таблице Д.1.

Таблица Д.1

Кольцевая жесткость G_0 оболочек трубы, Па	$\Psi_{м}$ при степени уплотнения грунта		
	до 0,85	0,85-0,95	более 0,95
До 276 000	0,06	0,04	0,03
276 000-290 000	0,04	0,03	0,02
Больше 290 000	0,02	0,02	0,01

$$\Psi_{гр} = K_{ок} \frac{K_t K_w q_{гр}}{K_{ж} G_0 + K_{гр} E_{гр}}$$

, (Д.6)

где K_t - коэффициент, учитывающий запаздывание овальности поперечного сечения трубы во времени и зависящий от типа грунта, степени его уплотнения, гидрогеологических условий, геометрии траншеи, может принимать значения от 1 до 1,5;

K_w - коэффициент прогиба, учитывающий качество подготовки ложа и уплотнения, можно принимать: при тщательном контроле - 0,09, при периодическом - 0,11, при бесконтрольном ведении работ - 0,13;

$K_{гр}$ - коэффициент, учитывающий влияние грунта засыпки на овальность поперечного сечения трубопровода, можно принять равным 0,06;

$E_{гр}$ - модуль деформации грунта в пазухах траншеи, МПа;

$K_{ж}$ - коэффициент, учитывающий влияние кольцевой жесткости оболочки трубы на овальность поперечного сечения трубопровода, можно принимать равным 0,15;

$$q_{гр} = \gamma H_{тр}$$

, (Д.7)

где γ - удельный вес грунта, Н/м³;

$H_{тр}$ - глубина засыпки трубопровода, считая от поверхности земли до уровня горизонтального диаметра, м;

G_0 - кратковременная кольцевая жесткость оболочки трубы, МПа;

$$G_0 = 53,7 \frac{E_0 I}{(1 - \mu^2)(D - s)^3}$$

, (Д.8)

где E_0 - кратковременный модуль упругости при растяжении материала трубы, МПа;

I - момент инерции сечения трубы на единицу длины, определяемый по формуле

$$I = \frac{s^3}{12}$$

; (Д.9)

m - коэффициент Пуассона материала трубы, приводится в нормативной документации;

$$\Psi_T = K_{ок} \frac{K_y q_T}{K_{ж} G_0 + K_{гр} \gamma E_{гр}}$$

, (Д.10)

где K_y - коэффициент уплотнения грунта;

q_t - транспортная нагрузка, принимаемая по справочным данным для гусеничного, колесного и другого транспорта, МПа;

n - коэффициент, учитывающий глубину заложения трубопровода, при $H < 1$ $n = 0,5$;

$K_{ок}$ - коэффициент, учитывающий процесс округления овализованной трубы под действием внутреннего давления воды в водопроводе (P , МПа)

$$K_{ок} = \frac{1}{1 + 2P/q_c \Psi}, \quad (Д.11)$$

где q_c - суммарная внешняя нагрузка на трубопровод, МПа;

$$q_c = q_{гр} + q_t; \quad (Д. 12)$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{2E_0 \cdot s}; \quad (Д.13)$$

$$\varepsilon_c = \frac{q_c \cdot D}{2E_0 \cdot s}; \quad (Д.14)$$

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_t K_3}; \quad (Д.15)$$

где s_0 - кратковременная расчетная прочность при растяжении материала трубы, МПа;

E_0 , E_t - кратко- и долговременные значения модуля упругости при растяжении материала трубы на конец срока службы эксплуатации трубопровода, МПа.

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 K_3}; \quad (Д.16)$$

где K_3 - коэффициент запаса, должен приводиться в нормативных документах.

Если в результате расчетов значение левой части выражения (Д.1) будет больше 1, то следует повторить расчеты при других характеристиках материала труб или укладки трубопровода.

Далее проверяют устойчивость оболочки трубы против действия сочетания нагрузок: для напорных сетей - грунтовые и транспортные q_c , от грунтовых вод, $Q_{гв}$, а также возможного возникновения вакуума $Q_{вак}$ в трубопроводе, для самотечных сетей - $q_{гр} + Q_{гв}$, для дренажных сетей - с использованием выражения

$$\frac{K_{ут} K_{ов} \sqrt{n E_{гр} G_t}}{K_{зy}} \geq (q_c + Q_{гв} + Q_{вак}) \quad , (Д. 17)$$

где $K_{ут}$ - коэффициент, учитывающий влияние засыпки грунта на устойчивость оболочки, можно принять 0,5, а для соотношения $Q_{гв} : q_t = 4:1$ - равным 0,07;

- коэффициент, учитывающий овальность поперечного сечения трубопровода, при $0 \leq Y \leq 0,05$ $K_{ов} = 1 - 0,7 Y$;

$K_{зy}$ - коэффициент запаса на устойчивость оболочки на действие внешних нагрузок, можно принять равным 3;

G_t - длительная кольцевая жесткость оболочки трубы, МПа, определяется по формуле

$$G_t = \frac{4,475 E_t}{(1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{s}{D - s} \right)^3 \quad . (Д.18)$$

Пример расчета на прочность подземного канализационного трубопровода

Дано. Трубы с наружным диаметром 1200 мм, ПНД, среднелегкого типа с толщиной стенки $s=46,2$ мм (ГОСТ 18599) укладываются в траншею на глубину $H_{тр} = 5$ м в сети самотечной канализации. В условиях строительства по поверхности над трубопроводом возможно перемещение тяжелого транспорта с давлением на грунт $q_t = 0,01$ МПа. Высота грунтовых вод - 1 м от поверхности земли. Требуется подобрать грунт для засыпки.

Решение. Для засыпки на месте строительства принимаем грунт с удельным весом $g = 18$ кН/м³. Значения кратко- и долговременного модулей упругости ПНД - $E_0 = 800$ МПа и $E_t = 200$ МПа.

1. Определяем грунтовую нагрузку $q_{гр} = g H_{тр} = 18 \cdot 5 = 90$ кН/м² = 0,09 МПа.
2. Определяем общую нагрузку $q_c = q_{гр} + q_t = 0,09 + 0,01 = 0,1$ МПа
3. Определяем кратковременную кольцевую жесткость оболочки трубы по (Д.8, Д.9)

$$G_0 = 53,7 \frac{E_0}{12} \left(\frac{s}{D} \right)^3 = 53,7 \frac{800}{12} \left(\frac{46,2}{1200} \right)^3 = 0,204$$

МПа.

4. Определяем относительное укорочение вертикального диаметра трубы под действием грунтовой нагрузки по (Д.6) при $K_{ок} = 1$

$$\Psi_{гр} = \frac{K_{ок} K_t K_w q_{гр}}{K_{ж} G_0 + K_{гр} E_{гр}} = \frac{1 \cdot 1,25 \cdot 0,11 \cdot 0,09}{0,15 \cdot 0,204 + 0,06 \cdot 5} = 0,037$$

или 3,7%,

принимаем K_t - как среднее значение, равным 1,25;

K_w - с учетом периодического контроля равным 0,11;

$K_{ж}$ - равным 0,15;

$K_{гр}$ - равным 0,06;

$E_{гр}$ - равным 5 МПа (для средних условий).

5. Определяем укорочение вертикального диаметра трубы под действием транспортной нагрузки по (Д.10)

$$\Psi_T = \frac{K_{ок} K_w q_T}{K_{ж} G_0 + K_{гр} E_{гр}} = \frac{1 \cdot 0,11 \cdot 0,01}{0,15 \cdot 0,204 + 0,06 \cdot 5} = 0,003$$

или 0,3%.

6. Определяем относительное укорочение вертикального диаметра трубы по (Д.5), приняв $Y_m = 2\%$ (для $G_0 > 0,29$ МПа и степени уплотнения грунта 0,85-0,95 по таблице Д.1)

$$\Psi = \Psi_{гр} + \Psi_T + \Psi_m = 3,7 + 0,3 + 2 = 6\%$$

7. Определяем максимальное значение степени растяжения материала в стенке трубы из-за овальности поперечного сечения трубопровода под действием нагрузок по (Д.4) при $K_s = 1$ м

$$K_{3Y} = 1;$$

$$\varepsilon_p = 4,27 K_{\sigma} \frac{s}{D} \Psi K_s \Psi = 4,27 \cdot 1 \cdot \frac{46,2}{1200} \cdot 0,06 \cdot 1 = 0,01$$

или 1%

8. Определяем степень сжатия материала стенки трубы, происходящего под действием внешних нагрузок на трубопровод по (Д.14)

$$\varepsilon_c = \frac{q_c}{2E_0} \cdot \frac{D}{s} = \frac{0,1}{2 \cdot 800} \cdot \frac{1200}{46,2} = 0,0016$$

или 0,16%

9. Определяем допустимую степень растяжения материала в стенке трубы, происходящего в условиях релаксации по (Д.15) при $s = 25$ МПа

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_t K_s} = \frac{25}{200 \cdot 2} = 0,0625$$

или 6,25%.

10. Определяем допустимую степень растяжения материала в стенке трубы, происходящего в условиях ползучести по (Д.16)

$$\varepsilon_{rp} = \frac{\sigma_0}{E_0 K_s} = \frac{25}{800 \cdot 2} = 0,016$$

или 1,6%.

11. Проверяем прочность по (Д.2)

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{rp}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,01}{0,0625} + \frac{0,0016}{0,016} = 0,16 + 0,1 = 0,26$$

, что меньше 1,

т.е. принятые данные по грунту засыпки и его уплотнения удовлетворяют прочностным требованиям для данного трубопровода.

Расчет нагрузки от транспортных средств

Нагрузка от транспортных средств

Динамическая нагрузка от транспортных средств на единицу длины трубопровода определяется по формуле:

$$G_D = C_d \cdot G_k \cdot (1 + I_f), \text{ Н/мм},$$

где C_d - коэффициент динамической нагрузки, зависящий от диаметра трубы, глубины укладки и количества проезжающих транспортных средств;

G_k - нагрузка от колеса, Н/мм;

I_f - коэффициент сопротивления удару (фактор воздействия), определяется в зависимости от высоты засыпки H (м);

$I_f = 0,776 - 0,0436H$; ($0 \leq I_f \leq 0,5$), $H = 1,780 \div 0,634$ м,

при $H > 1,78$, $I_f \rightarrow 0$

Коэффициент C_d для случая нагрузки от одного колеса равен:

$$C_d = 1 - \left(\frac{2}{\pi}\right) \arcsin \left[H \sqrt{\frac{r^2 + H^2 + 0,5^2}{(r^2 + H^2)(H^2 + 0,5^2)}} \right] + \frac{rH \left(\frac{1}{r^2 \times H^2} + \frac{1}{r^2 \times 0,5^2} \right)}{\pi \sqrt{r^2 + H^2 + 0,5^2}}$$

В случае двух проезжающих грузовиков (ширина колеи равна 1,8 м, расстояние между колесами - 1 м). Коэффициент C_d равен:

$$C_d = \left(\frac{3D}{\pi H^2} \right) \left\{ \left[\cos\left(\frac{1}{\operatorname{tg} \frac{0,5}{H}}\right) \right]^5 + \left[\cos\left(\frac{1}{\operatorname{tg} \frac{2,3}{H}}\right) \right]^5 \right\}$$

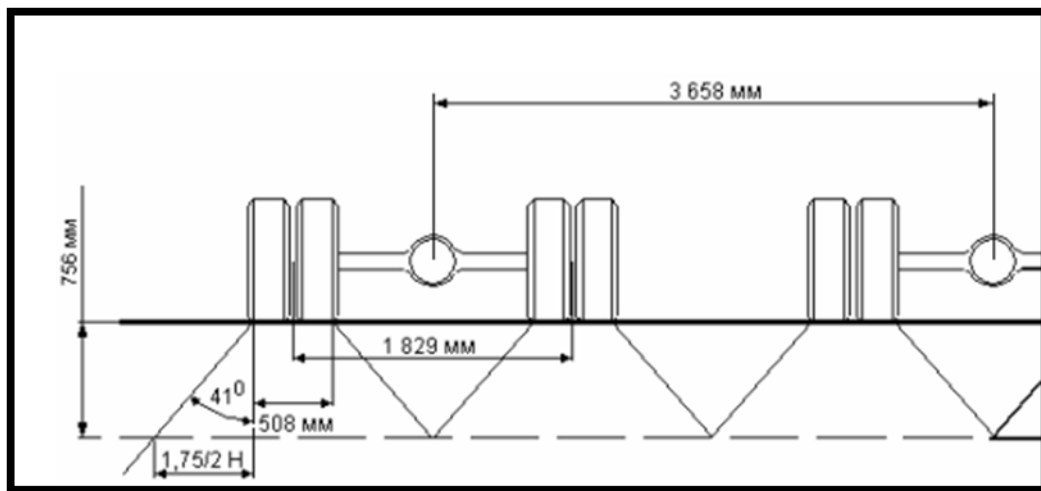
где

r - радиус трубы (по наружному диаметру), м;

H - высота засыпки, м;

D - наружный диаметр трубы, м.

Динамическая нагрузка (вертикальное давление) на трубы с двухслойной профилированной стенкой «ОПТИМА» под воздействием нагрузок от транспортных средств рассчитывается с учетом рассеивания нагрузки с углом 41° от вертикального направления. При высоте засыпки менее 0,75 м. динамическая нагрузка рассчитывается для одного грузовика. При высоте засыпки более 0,75 м динамическая нагрузка рассчитывается для нескольких (более чем для одного) грузовиков, движущихся по параллельным полосам.



Общая динамическая нагрузка G_D на верхнюю поверхность трубопровода рассчитывается по формуле:

$$G_D = \frac{G \cdot I_F}{L_1 \cdot L_2}, \text{ Н/мм,}$$

где

G - нагрузка от одного (спаренного) колеса, Н/мм;

I_F - коэффициент динамической нагрузки, $I_F = 1,1$, при $H < 0,9$ м, $I_F = 1,0$ при $H \geq 0,9$ м.

L_1 - ширина зоны действия нагрузки от транспортных средств параллельно направлению движения рассчитывается по следующей формуле:

$$L_1 = l_1 + 1,75H$$

где H – высота засыпки, м;

l_1 - длина следа от колеса в направлении движения, равна 0,25 м в соответствии с американским стандартом.

L_2 - ширина зоны действия нагрузки от транспортных средств перпендикулярно направлению движения определяется в зависимости от высоты засыпки H :

а) При $H < 0,756$ м L_2 рассчитывается по следующей формуле:

$$L_2 = l_2 + 1,75H$$

где

l_2 - ширина следа от колеса перпендикулярно направлению движения, равна 0,5 м в соответствии с американским стандартом.

б) При $H \geq 0,756$ м (пример для 2-х грузовиков)

При высоте засыпки $H \geq 0,756$ м общая нагрузка от 2-х грузовиков (8 колес) распределяется по поверхности шириной L_1 , параллельно направлению движения. В направлении, перпендикулярно движению, нагрузка распределяется по поверхности шириной равной четырем грузовикам, которые перемещаются по дороге одновременно, т.е по поверхности равной 13,31 м (3 3,658 м + 2,337 м, где 2,337 м = (1,829 м + 0,508 м) - ширина каждого грузовика), 3,658 м – расстояние между центрами осей грузовиков).

Тогда ширина L_2 будет равна:

$$L_2 = (13,31 + 1,75H) / 8$$

Примечание: размеры транспорта могут меняться, однако угол рассеивания нагрузки остается неизменным, т. е. $\alpha = 41^\circ$.

9. Входной контроль

9.1 Все испытания следует проводить не ранее чем через 15 часов после изготовления труб.

9.2 Образцы перед испытаниями, если нет иных указаний в методах испытаний, необходимо кондиционировать не менее 2 часов в стандартных условиях при температуре (23 ± 2) С° по ГОСТ 12432.

9.3 Соответствие сырья для изготовления изделий проверяют по сертификатам или паспортам качества на соответствие указанным в них характеристикам требованиям нормативно-технической документации.

9.4 Входной контроль каждой партии сырья должен предполагать испытания на определение показателя текучести расплава в соответствии с ГОСТ 11645.

9.5 Соответствие резиновых уплотнительных колец для комплектации изделий проверяют по сертификатам или паспортам качества.

Входной контроль каждой партии резиновых уплотнительных колец должен предполагать визуальный осмотр не менее 10 изделий из партии, отобранных методом случайной выборки, на соответствие показателей внешнего вида.

9.6 Внешний вид и качество поверхности труб проверяют визуально без применения увеличительных приборов сравнением с контрольным образцом, утвержденным в установленном порядке.

10. Транспортирование и хранение

10.1 Трубы допускается транспортировать любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов и требованиями погрузки и крепления грузов, действующими на данном виде транспорта.

10.2 Транспортирование следует производить с максимальным использованием вместимости транспортного средства.

10.3 Трубы следует оберегать от ударов и механических нагрузок, а их поверхности - от нанесения царапин. При перевозке трубы необходимо укладывать на ровную поверхность транспортных средств, предохраняя их от контакта с острыми металлическими выступами и ребрами платформы.

10.4 Транспортирование и погрузочно-разгрузочные работы должны производиться при температуре не ниже минус 10 °С. Транспортировка полипропиленовые труб при более низких температурах допускается только при использовании специальных средств, обеспечивающих фиксацию труб и соблюдении особых мер предосторожности.

10.5 Сбрасывание как отдельных, так и упакованных труб с транспортных средств категорически запрещается.

10.6 Погрузочно-разгрузочные работы на предприятии должны производиться в соответствии с ГОСТ 12.3.020.

10.7 Трубы следует хранить в условиях, исключающих вероятность их механических повреждений, преимущественно в неотапливаемых складских помещениях. При хранении в отапливаемых складах трубы следует располагать не ближе одного метра от отопительных приборов. При длительном хранении на открытом воздухе более трех месяцев трубы должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

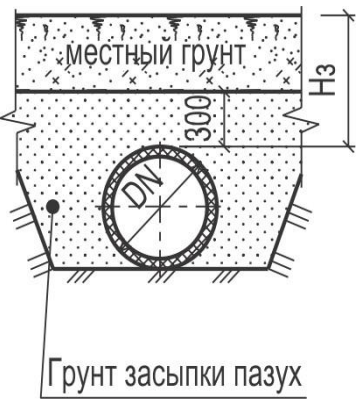
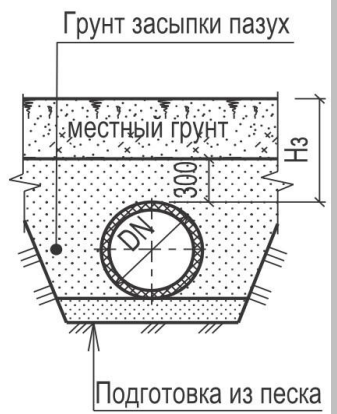
Хранить трубы без защиты от УФ лучей допускается на строительных площадках и открытом складе предприятия - изготовителя временно (не более одного месяца).

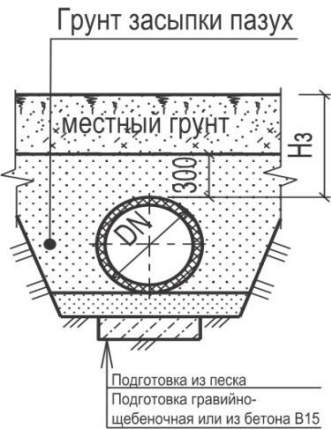
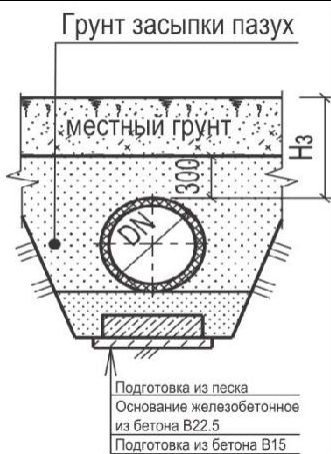
10.8 При хранении высота штабелей труб не должна превышать, м:

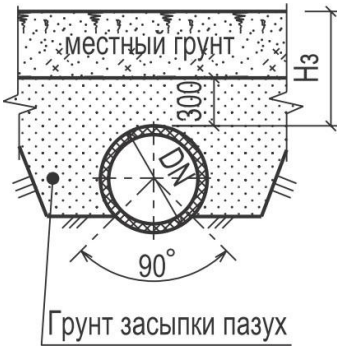
- 2 для 3 месяцев хранения;
- 3 для более 3 месяцев.

11. Прокладка трубопроводов

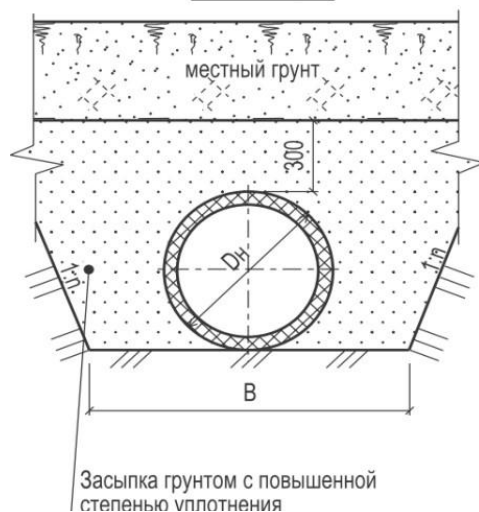
Габариты траншеи для укладки труб назначаются в соответствии с требованиями: СНиП 3.01.03-84, СНиП 3.05.04-85*, СНиП III-4-80*, СНиП 12.04-2002, СП 40-102-2000, правил безопасности работ и настоящими МП. При этом необходимо учитывать класс (или категорию) грунта залегающего по трассе трубопровода. После разрытия и зачистки дна траншеи устраивается песчаная постель, на которую укладываются трубы, с фиксацией их в проектом положении. Вручную или с помощью простейших механизмов трубы соединяются, а подготовленный участок трубопровода на 0,7 Dн присыпается песчаным грунтом, где Dн – наружный диаметр трубы. Вторичная засыпка осуществляется песчаным грунтом на 30 см выше верха трубы. Каждый слой грунта уплотняется.

Грунты основания	Схема укладки	Тип способа укладки	Требования к группам засыпки пазух	Предварительная высота засыпки над верхом труб в м, Нз		
				ГОСТ P54475-2011, СТ ТОО 4758-1930-01-21-01		
				OPTIMA SN8	OPTIMA SN10	OPTIMA SN12
				125-500 мм	125-500 мм	125-500 мм
Песок (кроме гравелистого) с расчетным сопротивлением R_0 не менее 0,1 Мпа (1кгс/см ²)		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	Не применять	Не применять	Не применять
		1	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,92$	4,0	4,0	6,0
		2	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,95$	6,0	6,0	8,0
Глинистые, гравелистые грунты, крупно обломочные скальные породы с расчетным сопротивлением R_0 не менее 0,1 Мпа (1кгс/см ²)		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	Не применять	Не применять	Не применять
		3	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,92$	4,0	4,0	6,0
		4	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,95$	6,0	6,0	8,0

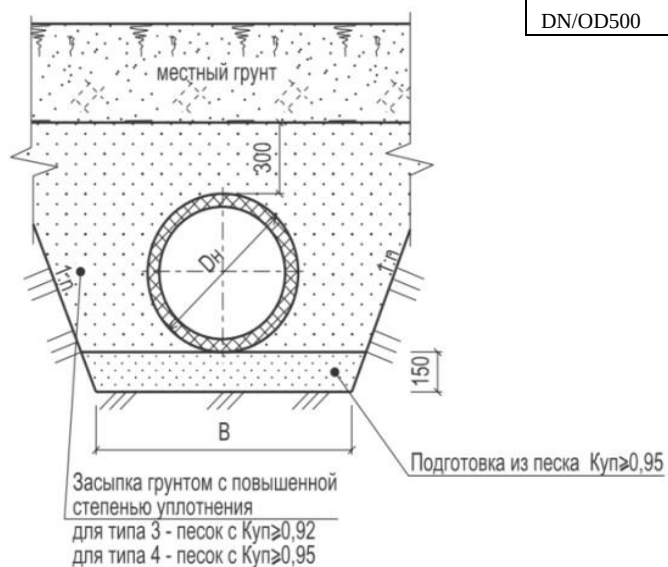
Грунты основания	Схема укладки	Тип способа укладки	Требования к группам засыпки пазух	Предварительная высота засыпки над верхом труб в м, Нз		
				ГОСТ P54475-2011, СТ ТОО 4758-1930-01-21-01		
				OPTIMA SN8	OPTIMA SN10	OPTIMA SN12
				125-500 мм	125-500 мм	125-500 мм
Водонасыщенные грунты с расчетным сопротивлением R_0 не менее 0,1 Мпа (1 кгс/см^2) со слабой водоотдачей		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	Не применять	Не применять	Не применять
		5	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,92$	4,0	4,0	6,0
		6	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,95$	6,0	6,0	8,0
Грунты с расчетным сопротивлением R_0 не менее 0,1 Мпа (1 кгс/см^2) с возможной неравномерной осадкой		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	Не применять	Не применять	Не применять
		7	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,92$	4,0	4,0	6,0
		8	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,95$	6,0	6,0	8,0

Грунты основания	Схема укладки	Тип способа укладки	Требования к группам засыпки пазух	Предварительная высота засыпки над верхом труб в м, Нз		
				ГОСТ Р54475-2011, СТ ТОО 4758-1930-01-21-01		
				OPTIMA SN8	OPTIMA SN10	OPTIMA SN12
				125-500 мм	125-500 мм	125-500 мм
Песок (кроме гравелистого) с расчетным сопротивлением R_0 не менее 0,1 Мпа (1 кгс/см^2)		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	Не применять	Не применять	Не применять
		9	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,92$	6,0	6,0	8,0
		10	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,95$	8,0	8,0	10,0
Глинистые, гравелистые грунты, крупно обломочные скальные породы с расчетным сопротивлением R_0 не менее 0,1 Мпа (1 кгс/см^2)		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	Не применять	Не применять	Не применять
		11	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,92$	6,0	6,0	8,0
		12	Песок (кроме пылеватого) с уплотнением $K_{уп} \geq 0,95$	8,0	8,0	10

Тип 1; 2



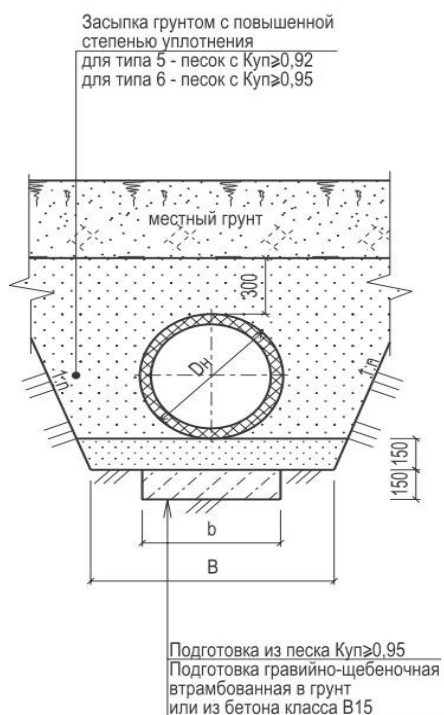
Тип 3; 4



Номинальный диаметр трубы	Наружный диаметр трубы Dн, мм	Ширина траншеи В, мм		Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м									
		с откосами 1:0,5 и круче	с откосами положе 1:0,5	Подготовка из песка						Засыпка песком с повышенной степенью уплотнения			
				в траншее с креплениями	в траншее с откосами 1:n			в траншее с креплениями		в траншее с откосами 1:n			
					1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85			1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85	1÷1
DN/OD125	125	670	460	1,01	1,12	0,86	0,88	0,92	2,65	4,11	3,97	4,27	4,7
DN/OD160	160	960	660	1,44	1,55	1,16	1,18	1,22	4,22	5,27 5,96	4,42 5,46	4,63 5,81	4,95 6,33
DN/OD200	200	1000	700	1,5	1,61	1,22	1,24	1,28	4,69	5,94 6,69	5,06 6,19	5,31 6,59	5,69 7,19
DN/OD250	250	1050	750	1,58	1,69	1,3	1,32	1,35	5,28	6,8 7,62	5,92 7,20	6,21 7,61	6,66 8,31
DN/OD315	315	1120	820	1,68	1,8	1,4	1,42	1,46	6,11	8,0 8,92	7,10 8,48	7,48 9,05	8,05 9,90
DN/OD400	400	1200	900	1,8	1,91	1,52	1,54	1,58	7,14	9,59 10,64	8,72 10,30	9,21 10,99	9,94 12,04
DN/OD500	500	1300	1000	1,95	2,06	1,67	1,69	1,73	8,44	11,64 12,84	10,84 12,64	11,48 13,52	12,44 14,84

1. Объёмы работ даны при способе укладки отдельными трубами.
2. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездыми площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншеи на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до $K_{уп} \geq 0,95$.
3. В числителе дан объем грунта для укладки труб на грунтовое плоское основание, а в знаменателе на плоское основание с песчаной подготовкой.

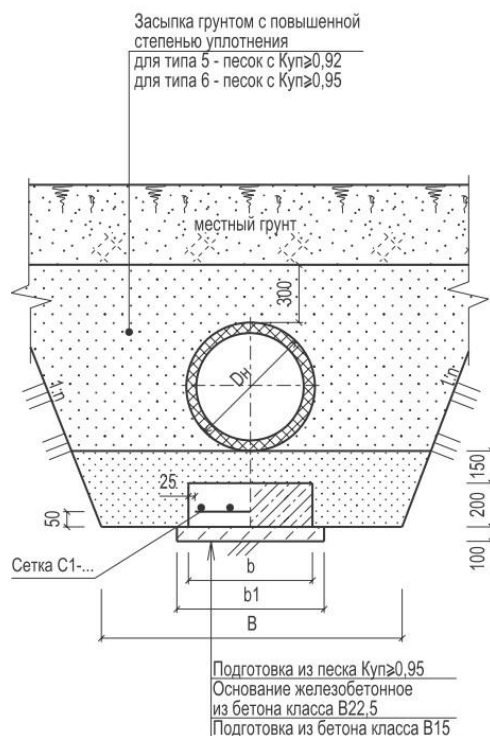
Тип 5; 6



Номинальный диаметр трубы	Наружный диаметр трубы D_n , мм	Ширина траншеи В, мм		Размеры основания, мм		Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м					
		с откосами 1:0,5 и круче	с откосами 1:0,5	b	h	Подготовка из песка	Засыпка песком с повышенной степенью уплотнения				
							в траншее с креплениями	в траншее с откосами 1:n			
								1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85	1÷1
DN/OD125	125	670	460	210	20	0,32	3,91	4,11	3,97	4,27	4,70
DN/OD160	160	960	660	115	25	0,28	4,09	5,04	4,21	4,40	4,68
DN/OD200	200	1000	700	140	30	0,32	4,57	5,68	4,82	5,04	5,38
DN/OD250	250	1050	750	180	40	0,4	5,15	6,46	5,58	5,84	6,23
DN/OD315	315	1120	820	225	45	0,47	6,07	7,69	6,79	7,12	7,60
DN/OD400	400	1200	900	285	60	0,6	7,17	9,21	8,32	8,73	9,34
DN/OD500	500	1300	1000	355	75	0,75	8,62	11,25	10,39	10,91	11,70

1. Объёмы даны при способе укладки отдельными трубами.
2. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездыми площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншеи на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до $K_{уп} \geq 0,95$.
3. Удельный вес грунта в сухом состоянии при повышенной степени уплотнения должен быть не менее 1,5 т/м при засыпке песком и 1,6 т/м при засыпке суглинками и глинами.

Тип 7; 8



Номинальный диаметр трубы	Наружный диаметр трубы D_n , мм	Ширина траншеи В, мм		Ширина подготовки b1, мм	Ширина основания b, мм
		С откосами 1÷0,5 и круче	С откосами положе 1÷0,5		
DN/OD 160	160	960	660	560	460
DN/OD 200	200	1000	700	600	500
DN/OD 250	250	1050	750	650	550
DN/OD 315	315	1120	820	720	620
DN/OD 400	400	1200	900	800	700
DN/OD 500	500	1300	1000	900	800

1. Объёмы даны при способе укладки отдельными трубами.
2. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проезжими площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншеи на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до $K_{уп} \geq 0,95$.
3. Удельный вес грунта в сухом состоянии при повышенной степени уплотнения должен быть не менее 1,5 т/м при засыпке песком и 1,6 т/м при засыпке суглинками и глинами.

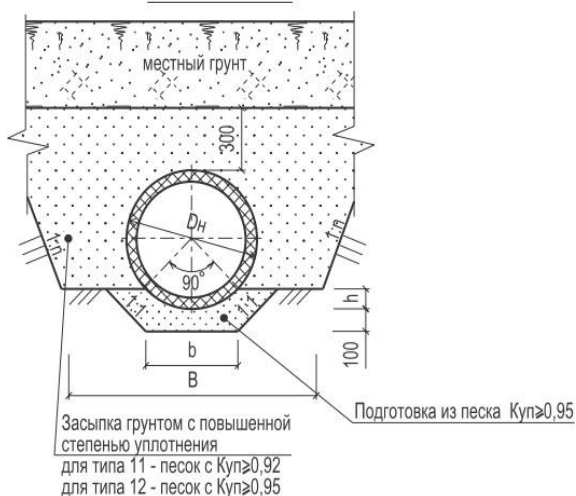
Номинальный диаметр трубы	Наружный диаметр трубы Dн,мм	Марка сетки	Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м												
			подготовка из бетона кл. В15,мм	основание железобетонное		Подготовка из песка				Засыпка песком с повышенной степенью уплотнения					
				бетон класса В15,мм	арматурная сталь, кг	в траншее с креплениями	в траншее с откосами 1:n				в траншее с креплениями	в траншее с откосами 1:n			
							1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85	1÷1		1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85	1÷1
DN/OD160	160	C1-1	0,56	0,92	43,6	2,44	3,05	2,31	2,43	2,62	4,22	6,88	6,84	7,37	8,17
DN/OD200	200	C1-2	0,6	1	53,3	2,5	3,11	2,37	2,49	2,68	4,69	7,69	7,69	8,29	9,19
DN/OD250	250	C1-3	0,65	1,1	54,3	2,58	3,19	2,44	2,57	2,75	5,28	8,72	8,79	9,48	10,51
DN/OD315	315	C1-4	0,72	1,24	64,5	2,68	3,29	2,55	2,67	2,86	6,11	10,15	10,33	11,14	12,35
DN/OD400	400	C1-5	0,8	1,4	57,3	2,8	3,41	2,67	2,79	2,98	7,14	12,04	12,39	13,37	14,84
DN/OD500	500	C1-6	0,9	1,6	59,2	2,95	3,56	2,82	2,94	3,13	8,44	14,44	15,04	16,24	18,04

Номинальный диаметр трубы	Наружный диаметр трубы Dн,мм	Марка сетки	Расход материалов на 10 п.м. трубопровода,м												
			подготовка из бетона кл. В15,мм	основание железобетонное		Подготовка из песка				Засыпка песком с повышенной степенью уплотнения,					
				бетон класса В15,мм	арматурная сталь,кг	в траншее с креплениями	в траншее с откосами 1:n				в траншее с креплениями	в траншее с откосами 1:n			
							1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85	1÷1		1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85	1÷1
DN/OD125	125														
DN/OD160	160	C1-1	0,56	0,92	43,6	2,44	3,05	2,31	2,43	2,62	4,22	6,88	6,84	7,37	8,17
DN/OD200	200	C1-2	0,6	1	53,3	2,5	3,11	2,37	2,49	2,68	4,69	7,69	7,69	8,29	9,19
DN/OD250	250	C1-3	0,65	1,1	54,3	2,58	3,19	2,44	2,57	2,75	5,28	8,72	8,79	9,48	10,51
DN/OD315	315	C1-4	0,72	1,24	64,5	2,68	3,29	2,55	2,67	2,86	6,11	10,15	10,33	11,14	12,35
DN/OD400	400	C1-5	0,8	1,4	57,3	2,8	3,41	2,67	2,79	2,98	7,14	12,04	12,39	13,37	14,84
DN/OD500	500	C1-6	0,9	1,6	59,2	2,95	3,56	2,82	2,94	3,13	8,44	14,44	15,04	16,24	18,04

Тип 9; 10



Тип 11; 12



Номинальный диаметр трубы	Наружный диаметр трубы D_n , мм	Ширина траншеи В, мм		Размеры основания, мм		Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м					
		с откосами 1:0,5 и круче	с откосами положе 1:0,5	b	h	Подготовка из песка	Засыпка песком с повышенной степенью уплотнения				
							в траншее с креплениями	в траншее с откосами 1:n			
								1÷0,5	1÷0,75	1÷0,85	1÷1
DN/OD160	160	960	660	115	25	0,28	4,09	5,04	4,21	4,40	4,68
DN/OD200	200	1000	700	140	30	0,32	4,57	5,68	4,82	5,04	5,38
DN/OD250	250	1050	750	180	40	0,4	5,15	6,46	5,58	5,84	6,23
DN/OD315	315	1120	820	225	45	0,47	6,07	7,69	6,79	7,12	7,60
DN/OD400	400	1200	900	285	60	0,6	7,17	9,21	8,32	8,73	9,34
DN/OD500	500	1300	1000	355	75	0,75	8,62	11,25	10,39	10,91	11,70

1. Объёмы даны при способе укладки отдельными трубами.
2. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проезжими площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншеи на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до $K_{уп} \geq 0,95$.

12. Виды соединений.

Гофрированные двухслойные полипропиленовые трубы «OPTIMA» соединяются в соответствии с требованиями СП 40-102-2000. Трубы должны поставляться с оформленными концами в комплекте с соединительными муфтами и уплотнительными резиновыми кольцами. Для соединения труб «OPTIMA» применяется ряд уплотнений, которые подходят для различных систем труб и различных условий, в которых приходится работать трубопроводам. Уплотнения обеспечивают полную герметичность и долговечность соединения. Долговечность соединения равна долговечности труб. Соединение гофрированных двухслойных труб «OPTIMA» с трубами из других материалов (чугуна, асбестоцемента, железобетона, керамики) может осуществляться традиционными методами (с помощью фланцев, раструбов, муфт) или с помощью специальных соединительных деталей.

12.1. Раструбное соединение.

Раструб выливается на трубе, что исключает неравномерности в соединении трубы с раструбом, а следовательно обеспечивает максимальную надежность. Цельный монолитный раструб обеспечивает герметичность и надежность, исключая вероятность протечек трубопровода при сезонных подвижках грунта. Высокая скорость монтажа трубопровода, благодаря минимизации соединений, которые не требуют специальной техники.

12.2. Соединение отрезков труб с помощью ремонтных муфт.

При монтаже трубопроводов остающиеся отрезки труб часто не находят применения. Эта задача легко решается благодаря применению ремонтных муфт с 2 раструбами на отрезках любой длины. При этом на свободный конец необходимо установить уплотнительное кольцо для более прочного соединения.

12.3. Соединение труб с колодцами.

Устройство прохода труб с двухслойной стенкой через стенки колодцев зависит от формы колодцев (круглые или прямоугольные), вида материала (сборные, железобетонные, полимерные) и способа сопряжения труб.

В настоящем руководстве рассматриваются варианты прохода труб «ОПТИМА» через стенки колодцев, выполненных из:

- монолитного железобетона;
- сборного железобетона;
- полимера.

При проходе трубы через стенку колодца на её конец следует надевать одно либо два резиновых кольца в целях обеспечения водонепроницаемости стыка.

Если низкий уровень грунтовых вод, то конец трубы (при диаметре до 400мм) с резиновым кольцом размещается в стенке трубы. Если высокий уровень грунтовых вод, то конец трубы (при диаметре до 400мм) с двумя резиновыми кольцами размещается за пределами стенки колодца.

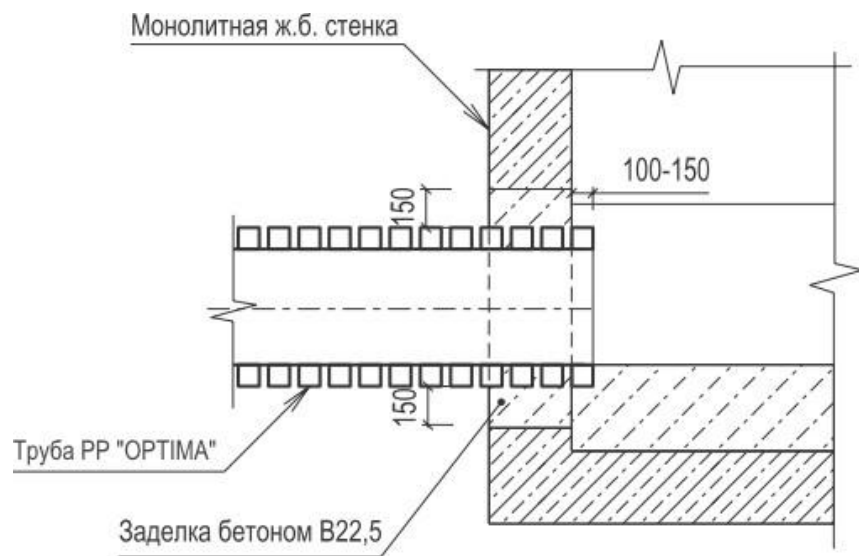
Для обеспечения водонепроницаемости стыков применяется способ, при котором в стенке колодца замоноличивается соединительная муфта. Отверстие в стене заполняется монолитным бетоном.

Для всех труб, входящих и выходящих из колодца, должна обеспечиваться водонепроницаемость прохода сквозь стенки, независимо от того, из какого материала они изготовлены.

Ввод труб в полимерные колодцы должен осуществляться с использованием соединения, аналогичного тому, какое используется для их сборки между собой. Соединение должно быть водонепроницаемым.

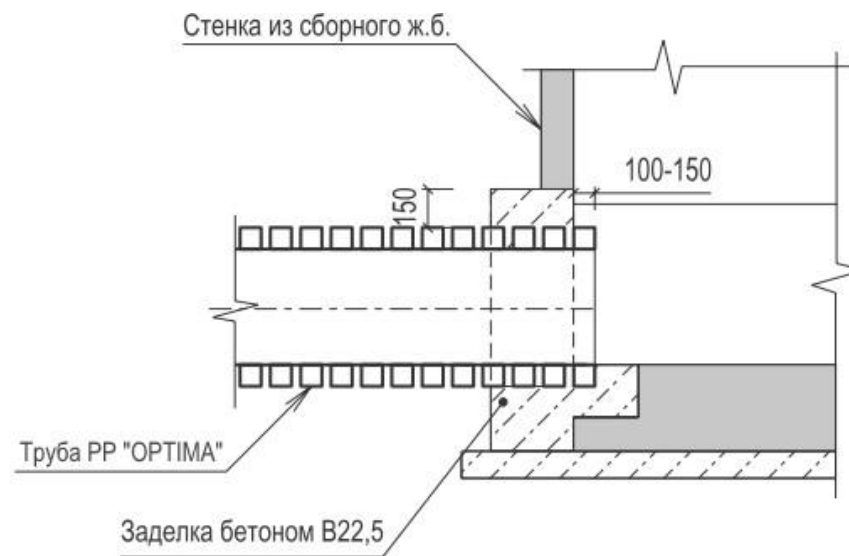
Узел присоединения трубопровода из ПП труб «OPTIMA»

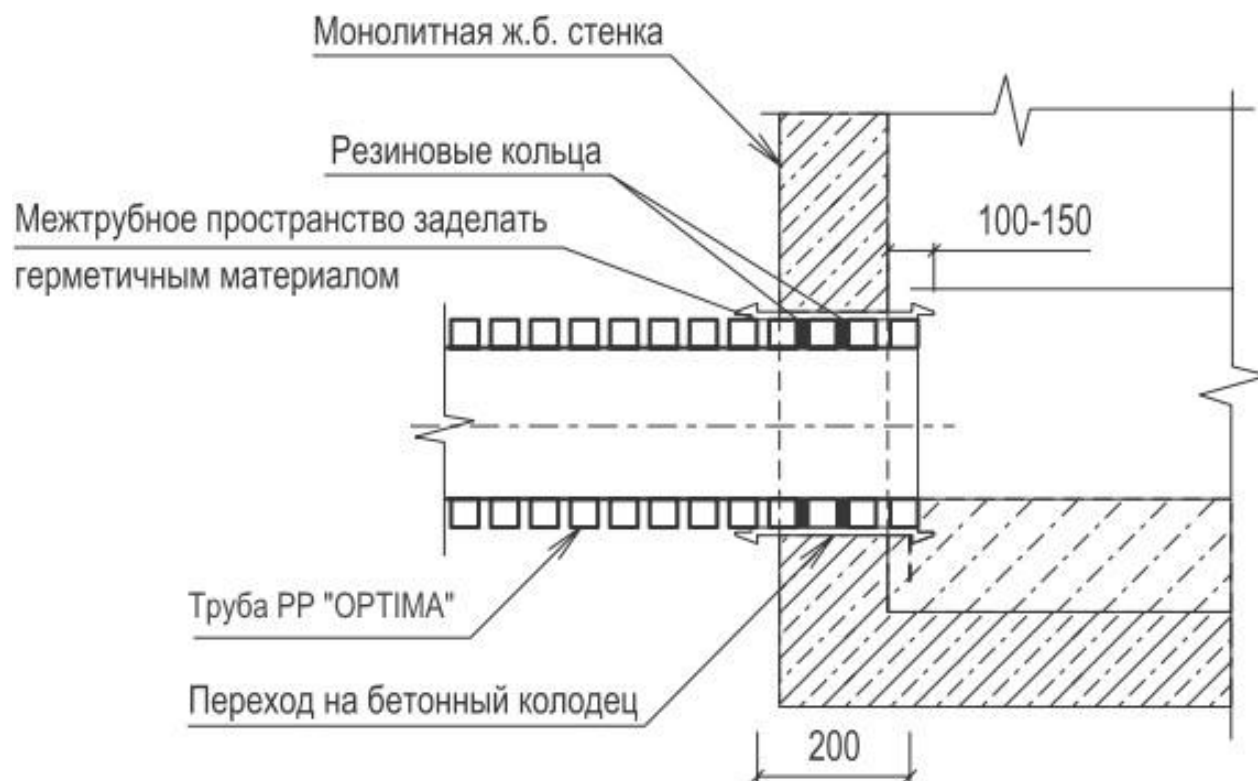
к колодцам из монолитного железобетона



Узел присоединения трубопровода из ПП труб «OPTIMA»

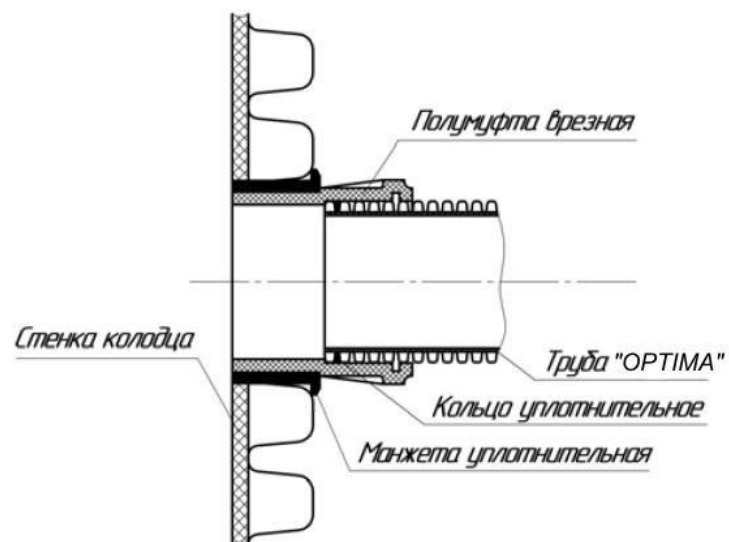
к типовым колодцам из сборного железобетона



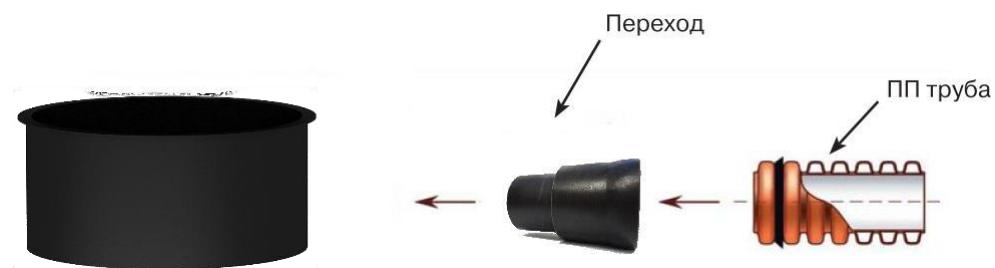


1. При низком уровне грунтовых вод на конец трубы одевается одно резиновое кольцо.
2. Заделку отверстий в стенках выполнять бетоном В22,5 с армированием дорожной сеткой 100*100*5*5.

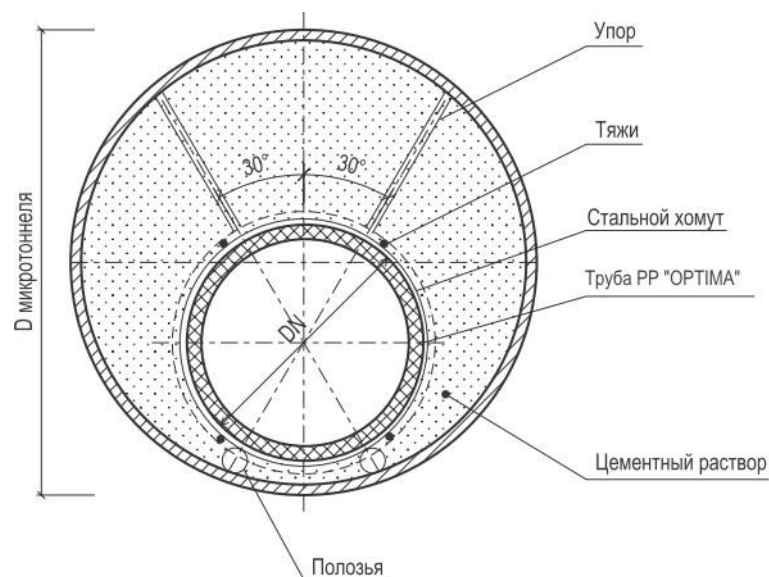
**Узел присоединения трубопровода из ПП труб «OPTIMA»
с гофрированным колодцем**



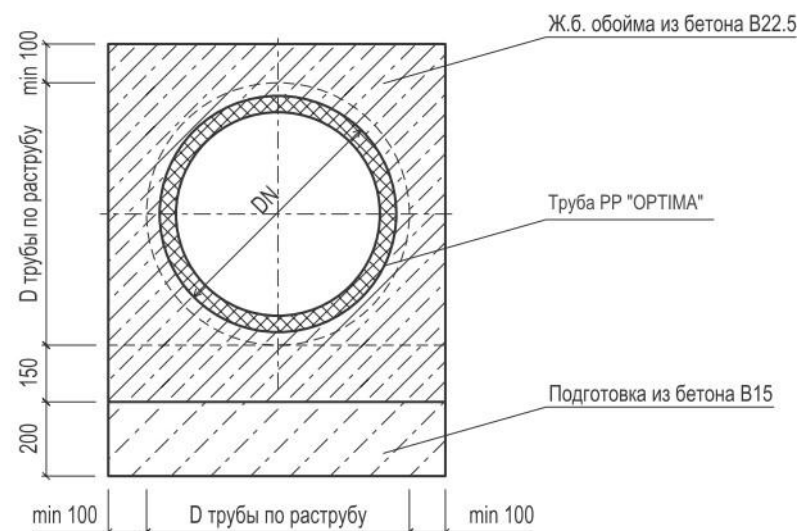
**Узел присоединения трубопровода из ПП труб «OPTIMA»
с полиэтиленовым колодцем**



Укладка ПП труб «OPTIMA» в стальном микротоннеле



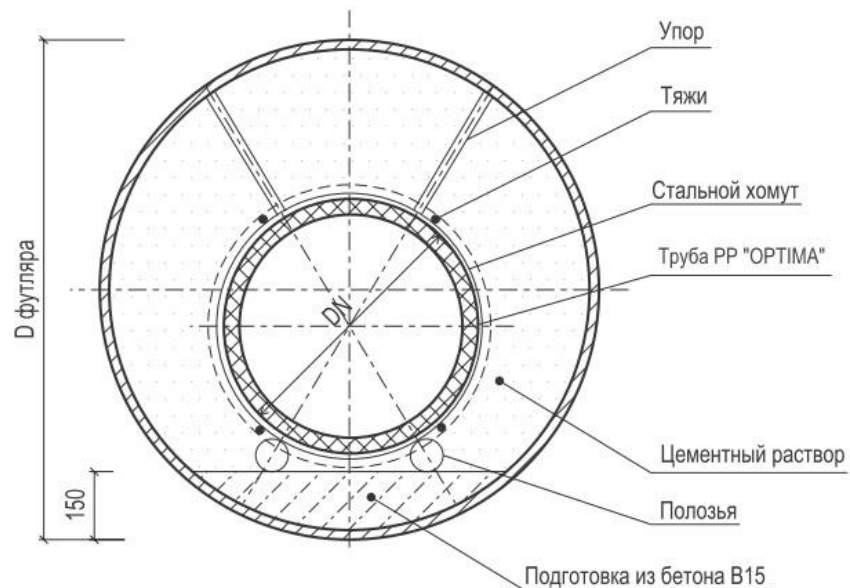
Конструкция железобетонной обоймы на ПП трубах «OPTIMA»



1. При прокладке ПП труб «OPTIMA» в стальных футлярах и микротоннелях необходимо разрабатывать проект крепления труб для каждого тоннеля индивидуально.
2. Конструкция и армирование железобетонных обойм для ПП труб «OPTIMA» разрабатывается для каждого проекта индивидуально.
3. Микротоннель выполнять с проектным уклоном канализации.
4. Заполнение межтрубного пространства выполнять цементным раствором.
5. Для предотвращения всплытия и деформации труб при заполнении межтрубного пространства заполнить трубопровод водой.
6. Шаг хомутов и упоров 2м, должен предотвращать деформацию труб при заполнении межтрубного пространства.

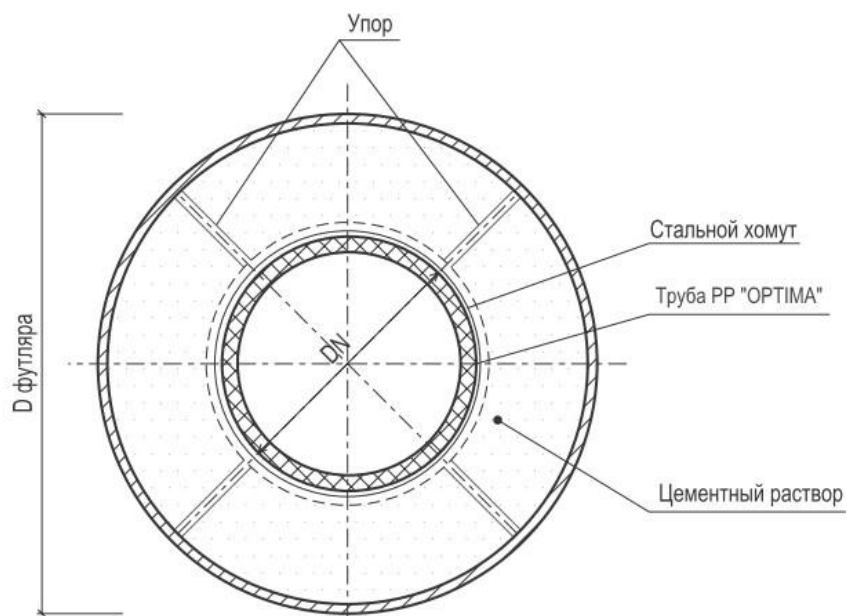
Укладка ПП труб «ОПТИМА» в стальном футляре

Схема 1



Укладка ПП труб «ОПТИМА» в стальном футляре

Схема 2



Размещение ПП труб «OPTIMA» на опорах в течение всего срока службы

Номинальный диаметр трубы	Наружный диаметр труб D _н , мм	Расстояние между опорами, мм
DN/OD 125	125	1400
DN/OD 160	160	1500
DN/OD 200	200	1600
DN/OD 250	250	1600
DN/OD 315	315	1700
DN/OD 400	400	1800
DN/OD 500	500	2000

1. При прокладке ПП труб «OPTIMA» в стальных футлярах и микротоннелях проект крепления труб для каждого тоннеля разрабатывается индивидуально.
2. Конструкция и армирование железобетонных обойм для ПП труб «OPTIMA» разрабатывается для каждого проекта индивидуально.
3. Бетонную подготовку в стальных футлярах из монолитного бетона В15 выполнять с проектным уклоном канализации.
4. Заполнение межтрубного пространства выполнять цементным раствором.
5. Для предотвращения всплытия и деформации труб при заполнении межтрубного пространства заполнить трубопровод водой.
6. Шаг хомутов и упоров 2-3 метра, должен предотвращать деформацию труб при заполнении межтрубного пространства.
7. Внутренний диаметр футляра должен быть не менее, чем на 200 мм больше наружного диаметра трубы, располагаемой внутри футляра.

13. Вечномерзлые грунты.

Прокладку трубопроводов в зоне вечной мерзлоты следует осуществлять, руководствуясь Инструкцией по проектированию сетей водопровода и канализации для районов распространения вечномерзлых грунтов (СН 510-78).

Трубы из полипропилена отличаются самой высокой температурной стойкостью. Это характерно как при высоких, так и при низких температурах.

Для повышения надежности сетей водоотведения следует применять арматуру, обеспечивающую работу трубопровода в ледовых режимах. Конструкция арматуры, устанавливаемой на трубопроводе в ледовых режимах, должна предусматривать:

- размещение входных каналов и затвора в середине сечения трубопровода;
 - расположение выходных каналов снизу трубопровода;
 - применение деталей, влияющих на тепловые потери арматуры из материалов с низким коэффициентом теплопроводности и их теплоизоляцию. Прокладка сетей водоотведения в тоннеле или канале совместно с сетями водопровода допускается только по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы. Уклон тоннелей или каналов при проектировании самотечных трубопроводов определяется уклоном трубопровода. При подземной прокладке следует применять сборные железобетонные колодцы с водонепроницаемыми стенками и дном.
- Конструкцией узлов сопряжения труб с колодцами должна предусматриваться возможность неравномерной осадки колодцев и трубопроводов.
- Устройство открытых лотков в колодцах на сетях водоотведения не допускается.
- В случае, когда трубопроводы укладываются в тоннеле или канале, расчетом надлежит определять:
- глубину оттаивания грунта в основании тоннеля или канала в летнее время;
 - температуру воздуха в тоннеле или канале в зимнее время, необходимую для промораживания слоя грунта, оттаявшего под каналом за летний период;
 - толщину теплоизоляции труб;
 - изменение температуры теплоносителя по длине трубопровода, уложенного в тоннеле или канале.

14. Неустойчивые грунты (просадочные грунты, сейсмика).

Настоящие рекомендации разработаны на базе проведенных теоретических и практических исследований сейсмостойкости пластмассовых подземных трубопроводов для строительства наружных сетей водоснабжения и канализации в условиях повышенной сейсмичности.

Исследования сейсмостойкости трубопроводов из полимерных материалов показало, что эти трубы приемлемы для строительства сетей водоснабжения и канализации в условиях повышенной сейсмичности, так как характеры колебаний этих труб и грунта при сейсмических воздействиях практически не различаются.

Пластмассовые трубы характеризуются большой упругостью, чем больше упругость трубы по сравнению с окружающим грунтом, тем значительнее величина перегрузки грунта без разрушения трубы. Трубы ОРТІМА обладают достаточной гибкостью и не подвергаются разрушению под воздействием динамических нагрузок.

15. Испытание трубопроводов.

Испытания самотечных трубопроводов из труб двухслойных гофрированных «ОРТІМА» должны производиться в соответствии с проектом и с обязательным учетом требований СН и СП.

При проведении испытаний следует использовать типовые технологические процессы и испытательное оборудование, применяемое при гидравлическом испытании самотечных трубопроводов систем водоотведения.

16. Устранение возможных дефектов монтажа и ремонт трубопроводов.

Устранение брака, произошедшего в процессе строительства, или эксплуатации трубопровода из полипропиленовых гофрированных труб с двухслойной стенкой «ОРТІМА» должно производиться по техническому регламенту и технологии, согласованными с заказчиком и проектными организациями и производителями труб. Для удаления поврежденного участка его следует вырезать. Резку можно производить вручную различными пилами. После резки поверхность должна быть очищена. Торцы цилиндрической части из полипропиленовых гофрированных труб с двухслойной стенкой «ОРТІМА» перпендикулярны (+0,5 град.) продольной оси трубопровода. Бракованную часть трубопровода следует заменить отрезком трубы. Присоединение нового отрезка трубы следует производить с помощью ремонтных муфт и резиновых колец.

17. Очистка трубопроводов.

В процессе эксплуатации отсутствует возможность возникновения значительных отложений на стенках полимерных трубопроводов. В связи с этим достаточно гидродинамической промывки низкого давления. Она производится с использованием насадок, размер сопла которых должен соответствовать характеристикам вод подающего оборудования. Допустимое давление в насадке до 120 бар. Недопустимо применения для очистки трубопроводов металлических приспособлений (ёршиков, скребков).

18. Испытания трубопровода на герметичность.

Испытания на герметичность проводятся одним из следующих способов:

- определение объёма воды, добавляемой в трубопровод, проложенный в сухих грунтах, а также в мокрых грунтах, когда уровень грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли более, чем на половину глубины заложённых труб, считая от люка до шельги;
- определение притока воды в трубопровод, проложенный в водонасыщенных грунтах, когда уровень грунтовых вод у верхнего колодца расположен ниже поверхности земли менее, чем на половину глубины заложения труб, считая от люка до шельги.

Способ испытания определяется требованиями проекта.

Герметичность при приемочном испытании трубопровода определяется одним из следующих способов:

- по замеряемому в верхнем колодце объёму добавляемой в мерные бачки воды в течение 30 мин. При этом понижение уровня воды в мерных бачках допускается не более, чем на 20см в каждом.
- по замеренному в нижнем колодце объёму протекающей в трубопровод грунтовой воды.

Трубопровод признается выдержавшим приемочное испытание на герметичность, если определенные при испытании объёмы добавленной воды по первому способу не будут превышать значения, рассчитанного по формуле $q=0.2+0.03 \cdot D$ на 10м длины трубопровода за время испытания 30мин. (D –внутренний диаметр трубопровода). При продолжительности испытания более 30 мин. Величину допустимого объёма добавленной воды (притока воды) следует увеличить пропорционально увеличению продолжительности испытаний.

