О Т К Р Ы Т О Е А К Ц И О Н Е Р Н О Е О Б Щ Е С Т В О
«С О Ю З В О Д О К А Н А Л П Р О Е К Т»

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

на проектирование и строительство безнапорных подземных трубопроводов хозяйственно - бытовой и дождевой канализации из полиэтиленовых труб с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»

ТР 101-07

Генеральный директор **И.П.Амочаев**

Начальник производственно-технического отдела **В.Е.Фонберштейн**

Главный инженер проекта, к.т.н. **Л.Г. Дерюшев**

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«СОЮЗВОДОКАНАЛПРОЕКТ»

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

на проектирование и строительство безнапорных подземных трубопроводов хозяйственно - бытовой и дождевой канализации из полиэтиленовых труб с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»

ТР 101-07

Генеральный директор **И.П.Амочаев**

Начальник производственно-технического отдела **В.Е.Фонберштейн**

Главный инженер проекта, к.т.н. **Л.Г. Дерюшев**

СОГЛАСОВАНО
ОАО "Химкинский водоканал"
Гл. инженер
200 г.

Рекомендации разработаны ОАО «Союзводоканалпроект» в виде Альбома по заказу ООО «ЕВРОТРУБОПЛАСТ», письмо от 16.03.07 г., договор № 3119/6385 от 20.03.2007 г.

При разработке проектных решений принимались во внимание технические материалы и информация ООО «ЕВРОТРУБОПЛАСТ» по полиэтиленовым трубам с двухслойной профилированной стенкой «Корсис», а также накопленный опыт строительства подземной самотечной хозяйственно-бытовой канализации и ливнестоков из указанных труб.

Разработке ТР предшествовали испытания труб, проведенные ООО «ЕВРОТРУБОПЛАСТ» и подготовка технических условий на трубы ((ТУ 2248-001-73011750-2005 и изменениями к ним №1).).

Рекомендации согласованы:

……..

……

СОДЕРЖАНИЕ

№№	Наименование	Стр.
1.	Общая часть	3
2.	Потребительские свойства труб «Корсис»	3
3.	Номенклатура труб и область их применения	4
4.	Гидравлический расчет трубопроводов	6
5.	Прокладка трубопроводов	9
5.1.	Габариты траншеи для укладки труб	9
5.2	Расчетные параметры подземных трубопроводов	10
5.3	Технология прокладки трубопроводов	15
5.4.	Прокладка трубопроводов в футлярах	17
5.5.	Монтаж трубопроводов	18
6.	Транспортировка и хранение труб	18
7.	Соединения труб	20
8.	Сопряжение труб с колодцами	21
9.	Восстановление (санация) изношенных труб.	22
9.1.	Прочистка трубопроводов	23
9.2.	Ремонт смотровых колодцев	24
9.3.	Ликвидация нарушения соосности труб	25
10.	Проектирование трубопроводов с особыми условиями эксплуатации	25
10.1.	Сейсмическое воздействие	25
10.2.	Прокладка трубопроводов в вечномерзлых грунтах	28
11.	Испытание самотечных трубопроводов	29
12.	Сдача и приемка в эксплуатацию	29
13.	Устранение возможных дефектов монтажа и ремонт трубопроводов	30
14.	Требования безопасности при прокладке трубопроводов из ПЭ	30
15.	Охрана окружающей среды	32
	П р и л о ж е н и я 1, 2	

1. Общая часть.

Настоящие Рекомендации распространяются на проектирование и строительство подземных трубопроводных систем безнапорной хозяйственно - бытовой и дождевой канализации из полиэтиленовых труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» в соответствии с (ТУ 2248-001-73011750-2005 и изменениями к ним №1).

В Рекомендациях приведены: номенклатура труб длиной 6,0м и 12,0м класса жесткости G4, G8, область их применения, требования по устройству оснований под трубы и засыпке трубопроводов, гидравлический расчет трубопроводов, открытая и закрытая прокладка трубопроводов, проектирование в особых условиях эксплуатации, сдача в эксплуатацию, требования к безопасности работ и др. Рекомендации также содержат таблицы, номограммы и графики для гидравлического расчета и расчетов водоотводящих самотечных трубопроводов из полиэтиленовых труб.

При строительстве, проектировании и принятии в эксплуатацию водоотводящих сетей из полиэтилена должны учитываться требования следующих документов, а также документов, поименованных в Рекомендациях:

СП 40-102-2000 «Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования»;

СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»;

СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»;

СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;

СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;

СНиП 3.05.04-85* «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»;

ТР170-05 «Технические Рекомендации на проектирование и строительство подземных сетей водоотведения из безнапорных полиэтиленовых труб с двухслойной стенкой», разработанные ГУП «НИИМОССТРОЙ». Москва -2005г.

ТУ 2248-001-73011750-2005 «Трубы из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой для безнапорных трубопроводов «Корсис» и др.

2. Потребительские свойства труб «Корсис»

Двухслойные полиэтиленовые трубы «Корсис» применяются для строительства наружных систем хозяйственно-бытовой, ливневой и промышленной канализации.

КОРСИС – это полученная методом коэкструзии полиэтиленовая труба с двойной стенкой, гофрированная снаружи и гладкая изнутри. Труба изготавливается из специальной марки полиэтилена повышенной плотности и имеет «двухарочную» форму гофра (см. рис.1).

Особенности конструкции двухслойной полиэтиленовой трубы КОРСИС обуславливают ряд ее потребительских свойств:

- высокая кольцевая жесткость;
- низкая теплопроводность;
- низкий удельный вес (по сравнению со сталью или чугуном);
- устойчивость к агрессивным средам и истиранию;
- морозостойкость;
- устойчивость к воздействию микроорганизмов;
- долговечность;
- гибкость;
- легкость монтажа, складирования и транспортирования
- высокая ударопрочность;

3.Номенклатура труб и область применения

Трубы из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» с номинальным наружным диаметром DN\DO 110-1200мм производятся ООО «ЕВРОТРУБПЛАСТ» по ТУ 2248-001-73011750-2005. Они применяются для строительства и реконструкции безнапорных трубопроводных систем водоотведения, транспортирующих жидкие среды с температурой $t^o \leq +60^oC$ ($t^o \leq +100^oC$ при кратковременных залповых сбросах); укладываются в открытые траншеи и

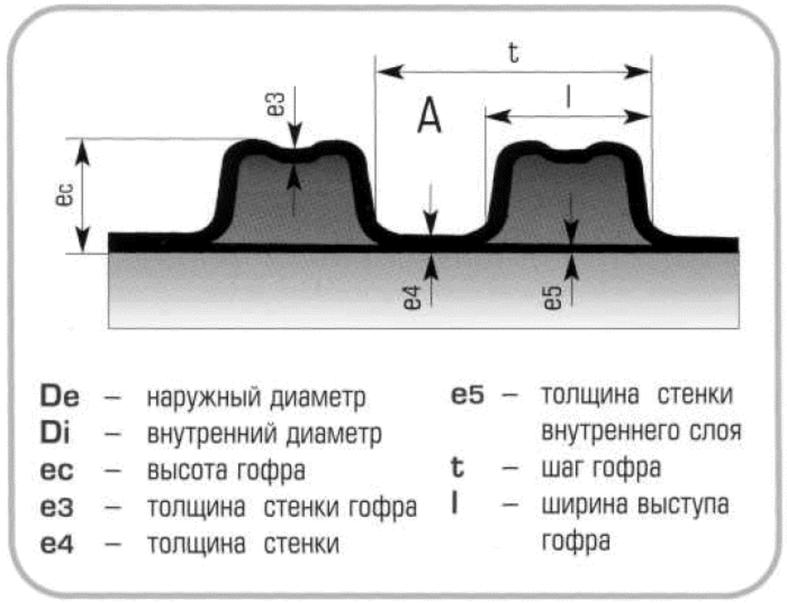


Рис. 1.

методами, используемыми при бестраншейной прокладке трубопроводов.

При строительстве трубопроводов из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» целесообразно предусматривать

применение полиэтиленовых колодцев, как последовательных элементов системы с одинаковым сроком службы.

Основные технические характеристики полиэтилена, применяемого при строительстве трубопроводов, приведены в таблице 1, а устойчивость к воздействию химических веществ - в Техническом описании двухслойных гофрированных труб КОРСИС.

Таблица 1

№№ п/п	Наименование показателя	Размерность	Значение
1	Плотность	кг	950-962
2	Индекс расплава	г/10мин	0,4-0,7
3	Предел текучести при растяжении	МПа	20-25
4	Относительное удлинение при разрыве	%	>600
5	Температура хрупкости	°С	<-70
6	Модуль изгиба	МПа	1000-1200
7	Ударная прочность	кДж/м^2	нет разрыва
8	Коэффициент теплового расширения	мм/°С	0,17
9.	Диапазон температур монтажа	^{0}С	От -50 до +60
10.	Диапазон температур эксплуатации	-	Кратковременно, в течение 5 минут до +100°С.

Трубы изготавливаются двух классов жесткости: G4 (SN 4) и G8 (SN8), имеющих одинаковые толщины внутренних стенок и соответствующие их классу толщины наружных гофрированной стенок.

Требования по качеству труб приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Внешний вид поверхности	На внутренней и наружной поверхностях труб не допускаются канавки, пузыри, трещины, раковины, посторонние включения, видимые без увеличительных приборов. Торцы труб должны быть отрезаны по середине впадины гофра. Цвет наружного слоя – черный, внутреннего слоя – белый (оттенки не регламентируются). Внешний вид поверхности труб и торцов должен соответствовать контрольному образцу.
2	Кольцевая жесткость, кН/м^2	G4 (SN4), G8 (SN8).
3	Кольцевая гибкость при 30%-ной деформации d_e	Отсутствие на испытуемом образце: -растрескивания внутреннего или наружного слоя,

		-расслоения стенок, -разрушения образца, -излома в поперечном сечении образца (потеря устойчивости)
4	Коэффициент ползучести, не более	4 при экстраполяции на 2 года.
5	Герметичность соединения с уплотнительным кольцом: при деформации раструба 5%, трубы 10% при угловом смещении соединения для труб: $d_e \leq 315$ 2,0° $315 < d_e \leq 630$ 1,5° $630 < d_e$ 1,0°	1)При давлении воды 0,05бара в течении 15мин отсутствие протечек воды. 2) При давлении воды 0,5бара в течении 15мин отсутствие протечек воды. 3)При отрицательном давлении воздуха -30кПа (-0,3бар) падение давления воздуха до ≤27кПа (0,27бар) в течении 15мин. 1)При давлении воды 0,05бара в течении 15мин отсутствие протечек воды. 2) При давлении воды 0,5бара в течении 15мин отсутствие протечек воды. 3)При отрицательном давлении воздуха -30кПа (-0,3бар) падение давления воздуха до ≤27кПа (0,27бар) в течении 15мин
6	Стойкость к прогреву при температуре (110±2)°С	Отсутствие расслоений, трещин, пузырей По ГОСТ27077 и п.4.8. ТУ2248-001-73011750-2005

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» допускаются к применению только из полиэтилена, имеющего сертификат соответствия. Трубы поставляются длиной 6,0 и 12,0 метров.

4.Гидравлический расчет трубопроводов.

Гидравлический расчет выполняется для определения параметров работы трубопровода из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис». При этом необходимо знать расходы, транспортируемые по трубопроводу, и соответствующие им потери напора. Расчет выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов» и «Технического руководства Корсис».

Основными формулами, охватывающими случаи напорного и безнапорного движения жидкостей в трубах, является:

$$q = \omega \cdot V, \quad V = C\sqrt{R \cdot i}, \qquad (1)$$

где q- расход жидкости

C- коэффициент Шези;

R- гидравлический радиус;

i- гидравлический уклон.

Коэффициент Шези (С) может быть вычислен по формуле Н.Н. Павловского:

$$C=\frac{1}{n}R^{y} \quad , \qquad (2)$$

где $y=2{,}5\sqrt{n}-13-0{,}75\sqrt{R}(\sqrt{n}-1)$;

n –коэффициент шероховатости труб, который принимается по таблицам справочной и учебной литературы (n = 0,01– для гидравлически гладкой или стеклопластиковой трубы);

$R=\frac{\omega}{\chi}$ - гидравлический радиус;

$\omega=\frac{\pi\cdot d^2}{4}\left(\frac{\beta}{180^0}-\frac{\sin^2\beta}{2}\right)$ - площадь живого сечения потока;

β- центральный угол в трубе, соответствующий расчетному наполнению.

$\chi=\pi d\frac{\beta}{180^0}$ - смоченный периметр;

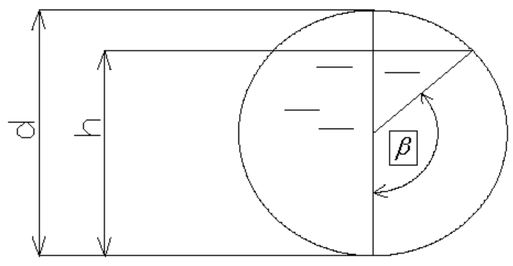


Рис.2.

Потери напора h по длине трубопровода определяются по формуле (см. СНиП 2.04.03-84 и СП 40-102-2000):

$$h=L\cdot i+\frac{V^2}{2g}\sum\xi_j \, , \qquad (3)$$

при практических расчетах

$$h=L\cdot i\cdot k$$

где

L - длина трубопровода, м;

V - средняя по сечению скорость движения воды, м/с;

g - ускорение свободного падения, м/с^2;

i – гидравлический уклон;

ξ - коэффициент местного сопротивления;

j – вид местного сопротивления;

k =1,1 –коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления (10%) в длинных трубопроводах, и k =1,2 – (20%) для трубопроводов длиной до 100 м, соответственно.

Гидравлический уклон определяется по формуле:

$$i=\frac{\lambda}{4R}\cdot\frac{V^2}{2g}, \qquad (4)$$

где λ - коэффициент сопротивления трению по длине, определяемый по формуле, учитывающей различную степень турбулентности потока

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{\Delta}{13{,}68R} + \frac{a_2}{\mathrm{Re}}\right) \qquad (5)$$

где Δ - эквивалентная поверхность, см;

a_2 – коэффициент, учитывающий характер шероховатости внутренней поверхности трубы.

Минимальная скорость безнапорного потока сточной жидкости $V_{мин}$ при расчетном наполнении $\frac{h_s}{d}$ в трубах, принимается по табл.3,

где h_s– высота заполнения трубы стоками.

Таблица 3

D_y , мм	150-250	300-400	450-500	600-800	900-1200
h_s/d	0,6	0,7	0,75	0,8	0,8
$V_{мин}$, м/с	0,70	0,80	0,90	1,00	1,15

Экспериментальные исследования пластмассовых труб диаметром 110, 160 и 225 мм показали, что сопротивление трению пластмассовых труб при наполнениях h|d = 0,3 соответствует сопротивлению гидравлически гладких труб. При значениях наполнений более h|d = 0,3 сопротивление может возрастать из-за возникновения локальной турбулентности вблизи внутренней поверхности пластмассовых труб. Для учета воздействия фактуры внутренней поверхности на гидравлическое сопротивление рекомендуется использовать безразмерный поправочный параметр k, зависящий от наполнения трубопровода h|d, представленный в таблице 4.

Таблица 4

Наполнение h|d	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
k	1,0	1,0	1.0	1,07	1,13	1,19	1,24	1,25	1,25	1,25

Наименьшие диаметры и уклоны труб необходимо принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 и СП 40-102-2000 в зависимости от степени наполнения и крупности взвешенных веществ, содержащихся в сточных водах. Принятые на основании опыта эксплуатации значения наименьших уклонов, соответствующих различным диаметрам труб, представлены в таблице 5:

Таблица 5

Значения d, мм	125-140	160-200
Значения минимального уклона i	0,009	0,007-0,005

При диаметрах трубопроводов свыше d=200мм наименьший уклон i_{min} определяют по формуле:

$$i_{min} = a_i/d, \qquad (6)$$

где d – диаметр трубопровода в мм;

a_i – коэффициент, принимаемый по таблице 6

Таблица 6.

d, мм	250	315	400	500	630	800	1000	1200
a_i	1	1	1	1	1,1	1,1	1,3	1,3

Частичное наполнение самотечных трубопроводов обеспечивает удаление из них газов, а также пропуск неучтенных сточных вод.

5.Прокладка трубопроводов

5.1.Габариты траншеи для укладки труб

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 Рекомендациями. При этом необходимо учитывать класс (или категорию) грунта залегающего по трассе трубопровода, а также класс и структуру грунта (грунтов) для обратной засыпки траншеи. На рис.3 показана схема траншеи для укладки труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис».

После разрытия, зачистки траншеи устраивается песчаная постель, на которую укладываются трубы, с фиксацией их положения профилированными опорами. Вручную или с помощью простейших механизмов трубы соединяются, и подготовленный участок трубопровода на 0,7 $D_н$ присыпается песчаным грунтом, где $D_н$ – наружный диаметр трубы. Вторичная засыпка осуществляется песчаным грунтом на 30 см выше верха трубы. Каждой слой грунта уплотняется. Вид грунта и степень его уплотнения обуславливают устойчивость

трубопровода деформации при статических и динамических нагрузках.

На рис.3 показана схема укладки трубы в траншею, в таблице 9 – средние значения модуля деформации грунта E`, МПа в зависимости от степени его уплотнения.

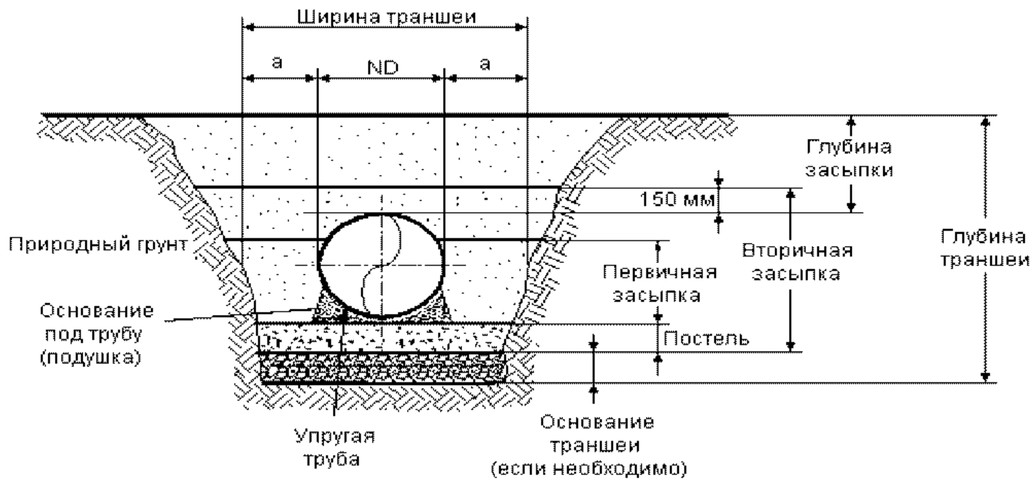


Рис. 3. Общая схема укладки трубопровода. Минимальные размеры: a = 30÷70 см, постель = 15 см, первичная засыпка = 0,7 D

Таблица 9

Тип грунта в зоне боковой засыпки трубы	**Модуль деформации грунта E_e в зависимости от степени его уплотнения, МПа**			
	рыхлая (D)	Легкая (S) <85% по Проктору <40% относ.плотн.	Средняя (M) 85-95% по Проктору 40÷70% относ. плотн.	Высокая (H) >95% по Проктору >70% относ. плотн.
Дробленый камень, содержание крупнозернистой фракции > 95%	6.9	20.7	20.7	20.7
Крупнозернистые грунты с содержанием крупнозернистой фракции 88÷95%	1.4	6.9	13.8	20.7
Крупнозернистые грунты с содержанием крупнозернистой фракции 50÷88%	0.69	2.8	6.9	13.8
Грунты с пластичностью от средней до нулевой с содержанием крупнозернистой фракции 30÷50%	0.69	2.8	6.9	13.8
Грунты с пластичностью от средней до нулевой с содержанием крупнозернистой фракции < 30%	0.34	1.4	2.8	6.9
Точность расчета прогиба(по отношению к реальному), %	± 2,0	± 2,0	± 1,0	± 0,5

Примечание: Значения модуля деформации грунта применимы для слоя засыпки до 15 м.

Минимальная высота засыпки над верхом трубы D≤600 мм принимается до 0,7 м и 1 м для труб большего диаметра

5.2. Расчетные параметры подземного трубопровода

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис». контролируются по параметрам:

- толщина стенки δ_s, мм
- внутренний диаметр трубы $D_{вн}$, мм;
- наружный диаметр трубы $D_н$, мм;
- номинальная жесткость (класс по жесткости) G (SN), Па.

Класс труб по жесткости

Под классом жесткости трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» подразумевается поперечная жесткость трубы, то есть, способность стенок трубы выдерживать нагрузки, приводящие к деформации или сжатию трубы в плоскости, перпендикулярной оси трубы.

По Европейским стандартам удельная номинальная (кольцевая) жесткость SN трубы определяется по формуле:

$$SN = \frac{E \cdot I}{d^3}, \ [Н/м^2 = Па], \qquad (7)$$

где E - модуль упругости материала трубы на растяжение, Па;

d – номинальный диаметр трубы, м

I - момент инерции однослойной трубы определяется по формуле:

$$I = \delta_s^3 / 12 \qquad (8)$$

где δ_s - толщина стенки трубы, м.

Для двухслойных труб «Корсис» момент инерции I определяется опытным путем при испытаниях образцов.

Определение внешних нагрузок

При расчете подземного трубопровода по предельным состояниям должно быть удовлетворено следующее неравенство:

$$R \le \Phi, \qquad (9)$$

где R – расчетная нагрузка на трубопровод или расчетное усилие в опасном его сечении, Мпа;

Φ – соответствующая расчетная несущая способность, т.е. предельно допустимая нагрузка или предельно допустимое усилие, МПа.

Нагрузка от грунта

Трубопроводы, уложенные под городскими проездами, автомобильными и железными дорогами, а также на территории аэродромов, подвергаются, кроме нагрузки от веса грунта, действию динамической нагрузки от перемещающегося по поверхности земли транспорта.

На рис.4 показано распределение статических и динамических нагрузок, вызывающих деформацию трубы и грунта при сжатии.

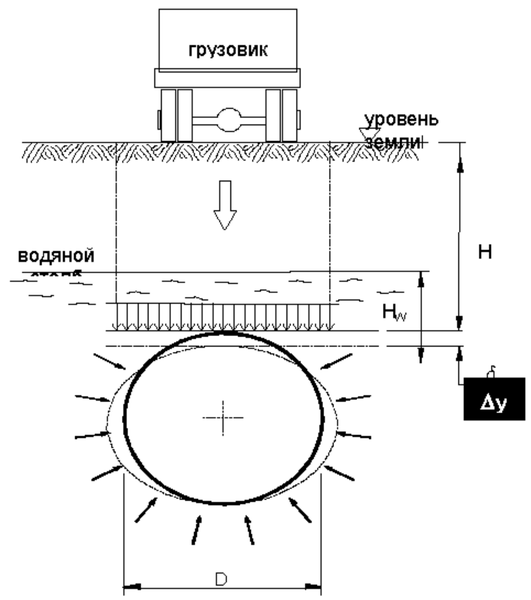


Рис.4. Нагрузки, вызывающие деформацию трубы при сжатии грунта.

Вертикальная нагрузка грунта на трубу определяется по формуле:

$$G_s = \gamma_s \cdot H \cdot D_{нар} \qquad (10)$$

где:

G_s - вертикальная нагрузка на верхнюю поверхность трубопровода от грунта (вес на единицу поверхности), Н/мм

γ_s - удельный вес грунта (сухого), Н/мм^3;

H- высота грунта засыпки от верха трубопровода, мм;

$D_{нар}$- наружный диаметр трубы, мм.

Для неглубоких траншей снижение вертикальной нагрузки грунта в результате неуплотненности (рыхлости) грунта можно не учитывать (идет запас прочности), для глубоких траншей этот фактор необходимо учитывать.

Нагрузка от транспортных средств

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

$$G_D = C_д \cdot G_к \cdot (1 + I_f), \text{ Н/мм}, \qquad (11)$$

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

$G_к$- нагрузка от колеса, Н/мм;

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

$I_f = 0{,}776 - 0{,}436H$; $(0 \le I_f \le 0{,}5)$, Н=1,780÷0,634 м , при Н>1,78 , $I_f \to 0$

Коэффициент $C_д$ для случая нагрузки от одного колеса равен:

$$C_д = 1 - (\frac{2}{\pi})\arcsin\left[H\sqrt{\frac{r^2 + H^2 + 0{,}5^2}{(r^2 + H^2)(H^2 + 0{,}5^2)}}\right] + \frac{rH(\frac{1}{r^2 \times H^2} + \frac{1}{r^2 \times 0{,}5^2})}{\pi\sqrt{r^2 + H^2 + 0{,}5^2}} \qquad (12)$$

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

$$C_д = (\frac{3D}{\pi H^2})\left\{\left[\cos(\frac{1}{tg\frac{0{,}5}{H}})\right]^5 + \left[\cos(\frac{1}{tg\frac{2{,}3}{H}})\right]^5\right\} \qquad (13)$$

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 «Корсис» 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.

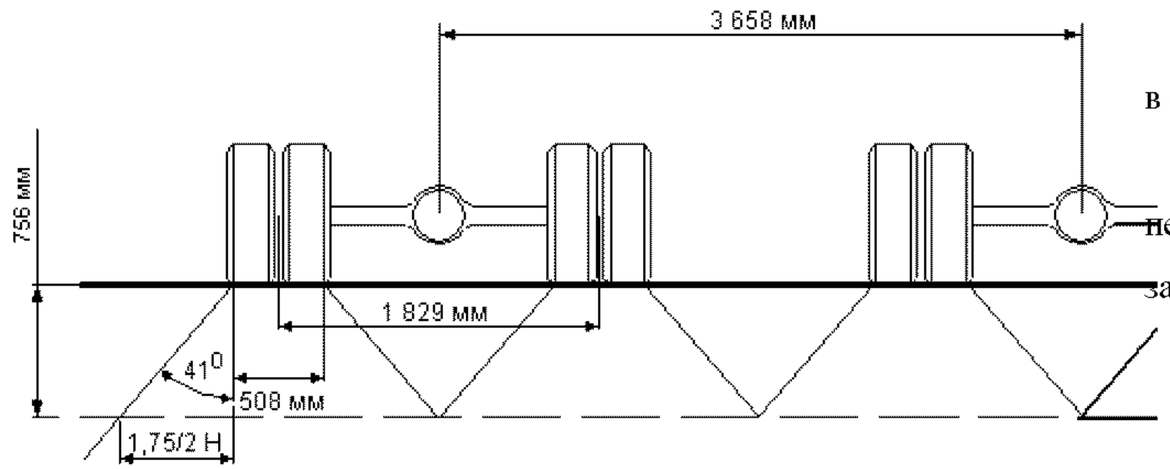


Рис.5.

Общая динамическая нагрузка G_D на верхнюю поверхность трубопровода рассчитывается по формуле

$$G_D = \frac{G \cdot I_F}{L_1 \cdot L_2}, \text{ Н/мм}, \qquad (14)$$

где

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

I_F - коэффициент динамической нагрузки, I_F = 1,1 , при Н< 0,9 м, I_F =1,0 при Н ≥ 0,9 м.

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

$$L_1 = l_1 + 1{,}75H\ , \qquad (15)$$

где Н – 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 Н:

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

$$L_2 = l_2 + 1{,}75H \qquad (16),$$

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≥0,756м 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 3,658м + 2,337м, где 2,337м= (1,829м + 0,508 м) - ширина каждого грузовика), 3,658 м – расстояние между центрами осей грузовиков).

Тогда ширина L_2 будет равна:

$$L_2 = (13{,}31 + 1{,}75H)/8 \qquad (17)$$

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

Оценка воздействия грунтовых вод

Грунтовая вода оказывает гидростатическое давление на трубопровод.

Во-первых, это давление может быть разложено на неравномерное давление, вызывающее изгиб поперечного сечения трубопровода, и равномерное внешнее давление, вызывающее только постоянное окружное усилие. Равнодействующая внешнего гидростатического давления является ничем иным, как взвешивающим давлением, которое подвергается трубопровод по закону Архимеда и которое составляет:

$$G_{г.в} = \pi \cdot \gamma \ r_{вн}^2 \ , \text{ т}, \qquad (18)$$

где $\gamma_в$ - объемный вес воды, т/м^3;

$r_{вн}$- радиус трубы (до внешней поверхности трубопровода), м.

Во-вторых, грунтовая вода взвешивает грунт, вследствие чего его эффективный объемный вес оказывается уменьшенным до величины

$$\gamma_{взв} = \frac{\gamma_ч - \gamma_в}{1-\varepsilon} = \gamma_{зап} - \gamma_в, \qquad (19)$$

где $\gamma_ч$ –объемный вес материала частиц грунта, равный для большинства входящих в состав грунта минералов 2,650-2,750 т/м^3, а для органических веществ 1,2-1,6 т/м^3;

ε- коэффициент пористости, представляющий отношение объема пор грунта к объему его твердых частиц;

$\gamma_{зап}$ –объемный вес грунта при полном заполнении его пор водой, т/м^3 , равный

$$\gamma_{зап} = \frac{\gamma_ч + \varepsilon \cdot \gamma_в}{1+\varepsilon}. \qquad (20)$$

В-третьих, для большинства грунтов насыщение их водой приводит к снижению сопротивления сдвигу, а, следовательно, к увеличению давления на трубопровод. Давление, оказываемое грунтовой водой, называется нейтральным, или поровым, а давление самого взвешенного грунтового скелета – эффективным. Совместное нейтральное и эффективное давление на трубопровод оказывается больше, чем одно давление маловлажного грунта. Вес грунта, погруженного в воду, уменьшается на 1/3.

Расчет прогиба

Выбор труб по результатам прочностного расчета проводится на основании статического расчета, с учетом требований СНиП 2.04.02-84 по прочности трубопровода.

Статический расчет трубопроводов проводится на воздействие расчетного внутреннего давления, нагрузок от грунта, временных и динамических нагрузок (нагрузок от транспорта), собственной массы труб и транспортируемой жидкости, атмосферного давления при образовании вакуума и внешнего гидростатического давления грунтовых вод в тех комбинациях, которые оказываются наиболее опасными для проектируемого участка трубопровода.

В расчетах должны использоваться прочностные и деформационные показатели материала, установленные изготовителем труб.

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис», укладываемые в грунте на глубине до 15м, должны быть рассчитаны на восприятие одновременного воздействия расчетного внутреннего давления и суммарной внешней нагрузки с учетом глубины заложения трубопровода, вида основания траншеи, уплотнения грунта засыпки, возникновения овальности поперечного сечения труб.

Допустимое укорочение вертикального диаметра труб при воздействии нагрузки должно приниматься по стандартам («Техническим условиям») изготовителя труб. В предварительных расчетах может использоваться значение до 3 % включительно.

5.3.Технология прокладки труб

Траншейную прокладку труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» следует производить при температуре наружного воздуха $t^0 \geq -50^0$.

Для укладки самотечных трубопроводов должна производиться специальная подготовка траншеи с обеспечением проектного уклона согласно проекту:

- при естественном основании ровной срезкой грунта с профилированием на угол (по проекту);

- при искусственном основании – насыпкой песка, гравия, щебенки с утрамбовкой слоями толщиной 100÷150 мм до проектной степени уплотнения, бетонированием, установкой свайных опор.

При прокладке предусмотрено два способа опирания труб на основание: плоское и спрофилированное, а также два типа оснований:

-грунтовое выровненное - при прокладке трубопроводов в песчаных грунтах (кроме гравелистых);

-песчаная подготовка толщиной 150мм - при прокладке трубопроводов в галечниковых песчаных грунтах, щебенистых, гравийно-галечниковых, скальных, обломочных, глинистых и т.п., а также по искусственному основанию.

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» нельзя укладывать непосредственно на бетонных опорах.

При прокладке труб в водонасыщенных грунтах со слабой водоотдачей предусматривается искусственное бетонное или втрамбованное в грунт щебеночное основание с устройством песчаной подушки.

При прокладке труб в заболоченных, заиленных, заторфованных грунтах должны быть предусмотрены и осуществлены мероприятия, обеспечивающие несущую способность грунтов, соответствующую расчетному сопротивлению не менее 0,1МПа (замена грунтов, устройство эстакад и т.п.).

При прокладке трубопроводов диаметром 700мм и более в опасных для карстообразования зонах в тех случаях, когда возможно временное нарушение продольного уклона трубопровода с кратковременной работой на отдельных участках в напорном режиме, следует применять трубы класса жесткости G8 (SN8) с увеличенной длиной заведения труб в колодцы. В случаях, когда временное нарушение уклона трубопровода недопустимо, следует применять трубы класса жесткости G8 (SN8) с укладкой их на сплошной железобетонной плите.

В зависимости от требуемой несущей способности труб предусмотрены следующие требования по виду и степени уплотнения грунта засыпки пазух траншей, до уровня верха трубы +0,3м (0,3м - защитный слой):

- засыпка местным грунтом с послойным разравниванием и уплотнением с повышенной степенью, которая характеризуется удельным весом уплотненного грунта 15кН/м^3 – для песчаных грунтов и супесей, 16кН/м^3 для суглинков и глин ($К_{com}\geq0,92$),

- засыпка песчаным грунтом с уплотнением до $К_{com}\geq0,95$.

Засыпка пазух траншей местным грунтом с неконтролируемой степенью уплотнения к применению не рекомендуется.

Защитный слой над трубами не должен содержать твердых частиц, комков крупностью более 20мм, а также твердых включений в виде щебня, камней и т.п.

Уплотнение защитного слоя трамбовкой непосредственно над трубами запрещается.

Степень уплотнения грунта засыпки следует принимать в соответствии со СНиП2.05.02-85, но не менее $К_{com}\geq0,95$.

На участках трубопроводов, где по условиям применения труб требуется повышенная степень уплотнения грунта и где невозможно обеспечить требуемое качественное уплотнение местного грунта (суглинков, глин и т.п.), обратная засыпка на высоту не менее 30см над трубопроводом должна производиться привозным песчаным грунтом с повышенной степенью уплотнения. Такие участки должны быть в проекте особо выделены.

Определение степени уплотнения грунта (удельный вес грунта в сухом состоянии или коэффициента его уплотнения) следует производить отбором проб с обеих сторон трубопровода не реже, чем через 30 -50м, но не менее двух проб на участке между колодцами, и оформлять актами на скрытые работы.

Методы засыпки и уплотнения грунтов засыпки, а также применяемые при этом механизмы должны обеспечивать сохранность труб и исключать возможность их смещения.

5.4. Прокладка труб в футлярах

В соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84, СНиП 2.05.03-84, СНиП 2.05.02-85, СНиП II-89-80* , ВСН 003, СП 109-34-97 (Магистральные газопроводы) переходы под железными дорогами и автомобильными дорогами надлежит принимать в стальных футлярах. При обосновании допускается предусматривать устройство переходов трубопроводов без футляров.

При пересечении трубопроводов из труб «Корсис» инженерных сетей расстояния по вертикали (в свету) и горизонтали принимаются с учетом требований СНиП II-89-80* (по табл.9). Допускается нормативные расстояния до инженерных сетей и фундаментов сокращать, если исключается возможность повреждения трубопровода в случае осадки фундаментов, а также повреждения фундаментов, санитарной или технической безопасности сетей при разрушении последних.

Внутренний диаметр $D_{вн.}$ футляра надлежит принимать:

открытым способом – на 200 мм больше наружного диаметра $D_{нар.}$ трубопровода ;

закрытым способом – в зависимости от длины L перехода и наружного диаметра $D_{нар}$ трубопровода, согласно СНиП III-4-80.

Трубопроводы систем водоотведения без футляра следует размещать ниже сетей транспортирующих воду питьевого качества на 0,4 м. В футлярах трубопровод водоотведения может размещаться выше водопровода на 0,2м. Но при этом расстояние от оси пересечения до обреза футляра должно быть не менее 5 м в каждую сторону в глинистых грунтах и 10 м – в крупнообломочных и песчаных грунтах.

Проектирование трубопроводов, прокладываемых щитовой проходкой или горным способом, в том числе трубопроводов глубокого заложения, необходимо выполнять согласно СНиП II-91-77 и Указаниям по производству и приемке работ по сооружению коллекторных тоннелей способом щитовой проходки в городах и промышленных предприятиях (СН 322-74).

Ширина траншеи для стальных футляров, укладываемых открытым способом, определяется в соответствии с требованиями

СНиП 3.02.01-87. Наименьшая ширина по дну траншеи с вертикальными стенками без учета их крепи должна составлять не менее 1,5 наружных диаметров футляра. В устойчивых грунтах нормальной влажности допускается рытье траншеи с вертикальными стенками без крепления на следующую глубину:

- в насыпных песчаных и гравелистых грунтах – до 1 м;
- в супесчаных и суглинистых грунтах – до 1,25 м;
- в глинистых грунтах – до 1,5 м.

Для крепления стенок траншеи в грунтах повышенной влажности рекомендуется применять крепи.

При строительстве переходов из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» под автомобильными и железными дорогами, через водные преграды прокладка защитных стальных футляров может быть произведена закрытым (бестраншейным) способом следующими методами: продавливанием (микротоннелированием), проколом (прокалыванием, пробивкой), бурением и раскаткой.

При устройстве переходов через автомобильные дороги III категории трубопроводы из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» могут укладываться без футляров, если обеспечиваются несущая способность, безопасность проектируемого трубопровода и надежность дороги.

Если предусматривается реконструкция или восстановление изношенных сетей, и при этом укладку труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» в футлярах и тоннелях, где межтрубное пространство должно заполняться цементным раствором, необходимо разрабатывать проект крепления труб, для каждого случая индивидуально.

5.5. Монтаж трубопроводов

Монтаж труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» следует производить по специальным технологическим регламентам, утвержденным в установленном порядке. Такие работы должны производиться рабочими, прошедшими специальное обучение и получившими право на их выполнение. Монтируются трубы:

- на дне траншеи;
- над траншеей;
- на бровке траншеи.

6. Транспортировка и хранение труб

Транспортировка, хранение на объектах и монтаж труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» должны осуществляться в соответствии с требованиями:

- ТУ 2248-001-73011750-2005 (ООО «ЕВРОТРУБПЛАСТ»).

- «Техническое Руководство «КОРСИС».

- СП 40-102-2000.

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

Упаковка, транспортирование, оформление документации и хранение труб должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 10692-80 с изм. 1-5.

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» допускается транспортировать любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов и требованиями погрузки и крепления грузов, действующими на данном виде транспорта.

Транспортирование труб следует производить с максимальным использование вместимости транспортного средства. Допускается перевозка с размещением в трубах большего диаметра труб меньшего диаметра.

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» следует оберегать от ударов и механических нагрузок. При перевозке трубы необходимо укладывать на ровную поверхность, используя для их закрепления специальные профильные прокладки и предохранять их от острых металлических углов и ребер платформы.

При этом транспортировка, погрузка и разгрузка труб должна, как правило, производиться при температурах не ниже минус 50°С.

Транспортировка при более низких температурах допускается только при использовании специальных средств, обеспечивающих фиксацию труб и соблюдении особых мер предосторожности. Сбрасывание труб с транспортных средств не допускается.

Производство работ по сооружению трубопроводов в зимний период при среднесуточной температуре воздуха ниже +5°С и минимальной суточной температуре 0°С необходимо выполнять в соответствии с «Указаниями по производству работ в зимних условиях» (ВСН -159-79).

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» разрешается хранить в не отапливаемых складах строительных организаций и на площадках под навесом, исключая вероятность их механического повреждения. Трубы должны быть защищены от прямых солнечных лучей. Допускается хранить трубы при соблюдении требоаний ГОСТ 15150, раздел 10 в условиях 8 (ОЖ3 – открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом) сроком не более 12 месяцев.

При перевозке труб автотранспортом длина свисающих концов не должна превышать 1 м.

Хранение труб должно производиться в штабелях на ровных площадках. Нижние и последующие ряды труб целесообразно укладывать на деревянные (пластмассовые) профильные прокладки.

7.Соединения труб

Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» соединяются в соответствии с требованиями:

- СП 40-102-2000 «Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».

- ТР 170-05 «Технические рекомендации на проектирование и строительство подземных сетей водоотведения из безнапорных полиэтиленовых труб с двухслойной стенкой».

Трубы должны поставляться с оформленными концами в комплекте с соединительными муфтами и уплотнительными резиновыми кольцами, изготовленными в соответствии с нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке.

Соединение труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис», можно осуществлять с помощью муфт, либо сваркой встык по ГОСТ 16310-80. При сварке этих труб используются те же сварочные машины, что и при сварке обычных полиэтиленовых труб.

Сварка встык состоит из подогрева и пластификации поверхности соединяемых элементов при помощи нагревательной панели. После нагрева стыковых поверхностей панель убирается, трубы сдвигаются, с силой сжимаются на время до полного охлаждения. Этот метод обеспечивает прочность соединения, равную прочности трубы.

Рекомендуемый режим сварки труб КОРСИС приведен в таб. 10.

Таблица10.

№№ п/п	Операция	Продолжительность, с
1	Предварительный нагрев	t_1-до образования грата высотой (0,5+0,1·t), мм
2	Нагрев	t_2=15·t, с
3	Технологическая пауза (удаление нагревателя)	$t_3 \leq 3+0,01 \cdot D_i$, с
4	Достижение давления сварки	$t_4 < 3+0,03 \cdot D_i$, с
5	Сварка	$t_5 > 3+t$, с
6	Охлаждение	t_6- зависит от толщины стенки и внешней температуры

Муфтовое соединение труб предусматривает применение уплотнительных колец. Уплотнительное резиновое кольцо устанавливается в паз первого (для труб диаметром 250-1200 мм, рис. 7) или второго рифления (диаметром 125-200 мм см.рис.6, причем уплотняющий профиль («язычок») должен быть направлен в

сторону, противоположную направлению ввода трубы в муфту. Соединительная муфта устанавливается на трубу с постоянным и одинаково распределенным усилием. Края трубы, муфты и уплотнительного кольца при монтаже должны быть абсолютно чистыми.

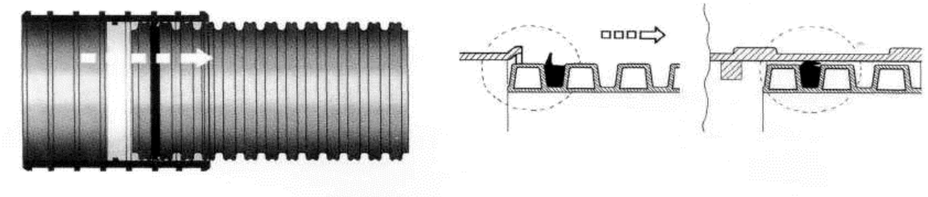


Рис. 6

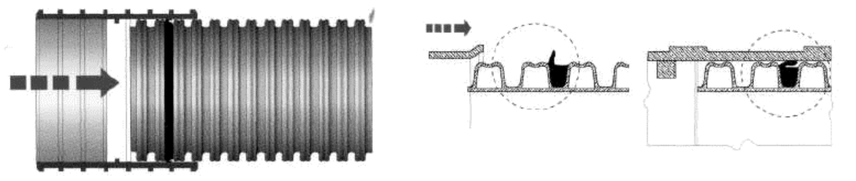


Рис. 7

Соединение труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» с трубами из других материалов (чугуна, асбестоцемента, железобетона, керамики) может осуществляться традиционными методами (с помощью фланцев, раструбов, муфт) либо с помощью специальных соединительных деталей. Соединительные детали труб КОРСИС с трубами из других материалов (гладкие полиэтиленовые, металлические) поставляются заводами-изготовителями по заводским чертежам.

8. Сопряжение труб с колодцами

Устройство прохода труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» через стенки смотровых колодцев зависит от формы колодцев в плане (круглые или прямоугольные), вида материала (сборные элементы, железобетонные, кирпичные) и способа сопряжения труб.

В настоящих Рекомендациях рассматриваются три варианта прохода труб «Корсис» через стенки колодцев, выполненных:

- из сборных элементов;
- монолитного железобетона;
- из полиэтилена;

При проходе трубы «Корсис» через стенку колодца на ее конец следует надевать одно либо два профильных резиновых кольца в целях обеспечения герметизации стыка.

Если низкий уровень грунтовых вод, то резиновое кольцо устанавливается в проеме стенки колодца.

Если высокий уровень грунтовых вод, то два резиновых кольца помещаются за пределами стенки колодца частично либо полностью.

Для обеспечения полной герметичности стыка применяется способ, при котором в стенке колодца замоноличивается соединительная муфта. Отверстие в стене заполняется монолитным бетоном.

Лотки в колодцах следует выполнять из монолитного бетона на мелком заполнителе.

Ввод труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» в смотровые колодцы следует осуществлять с использованием следующих технологических процессов:

- надевание резиновых колец на трубы;

- обустройство опалубки вокруг проема, с учетом размеров трубы и стенки колодца;

- бетонирование проема с трубой;

- обустройство глиняного замка в месте прохода;

- разборка опалубки после достижения бетона требуемой прочности.

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

Ввод труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» в полиэтиленовые колодцы должен осуществляться с использованием соединения, аналогичного тому, какое используется для их сборки между собой. Для этого к полиэтиленовому колодцу следует приваривать полиэтиленовые патрубки, размеры и профиль которых будет соответствовать раструбу (муфте), используемому для сборки труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» между собой.

9. Восстановление (санация) изношенных трубопроводов

Находящиеся в эксплуатации трубопроводы подвергаются как естественному старению, так и преждевременному износу, что требует их восстановления или санации. *Восстановление* предполагает проведение ремонтных работ на всем протяжении поврежденного участка трубопровода, а *санация* – проведение пространственно ограниченных ремонтно-восстановительных работ на отдельных участках трубопроводов, включая сооружения и арматуру на сети (колодцы, задвижки и т.д.).

Бестраншейные технологии восстановления (санации) трубопроводов являются наиболее совершенными и эффективными по сравнению с традиционными методами (при перекладке и ремонте труб в траншеях).

Отличительной особенностью бестраншейной технологии восстановления (санации) трубопровода от традиционной является сохранение старого трубопровода в качестве остова конструкции.

Полиэтилен имеет уникальные свойства, которые позволяют использовать изделия из него с существенной эффективностью. Одно из них заключается в том, что изделия из него восстанавливают первоначальную форму после деформации, благодаря молекулярной структуре материала.

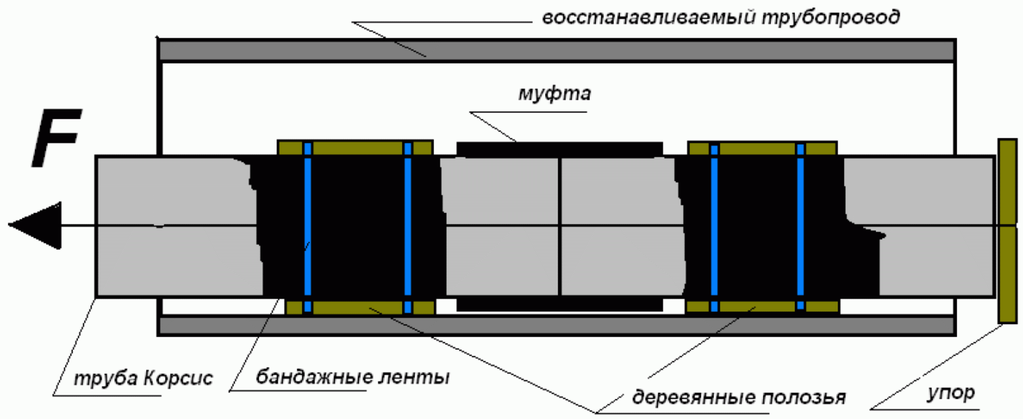


Рис.8.

Преимущества труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» состоят в том, что они имеют два полимерных слоя: гладкий внутренний (с малым коэффициентом гидравлического трения) и гофрированный наружный, который позволяет выдерживать повышенные динамические и статические нагрузки, а также пониженные температуры. Схема протаскивания труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» в старый трубопровод показана на рис.8.

При реализации данной технологии уменьшается живое сечение трубопровода (на 21-22%), но его первоначальная пропускная способность сохраняется.

9.1. Прочистка трубопровода

Перед восстановлением изношенного трубопровода производится прочистка его внутренней поверхности. В зависимости от степени

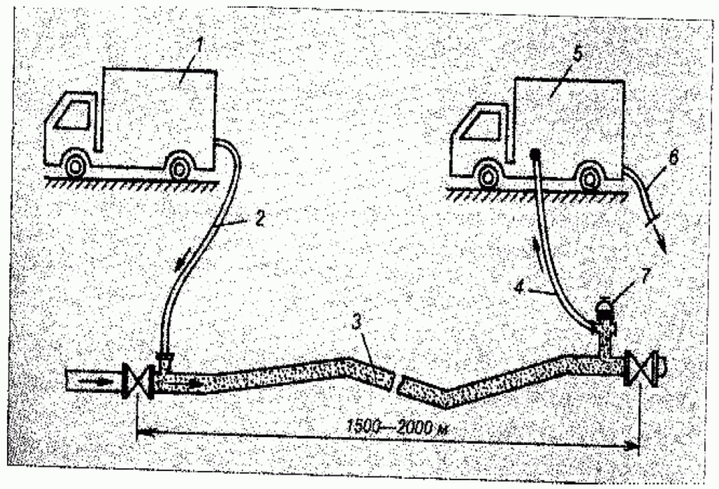


Рис. 9. Схема водо-воздушной прочистки трубопровода

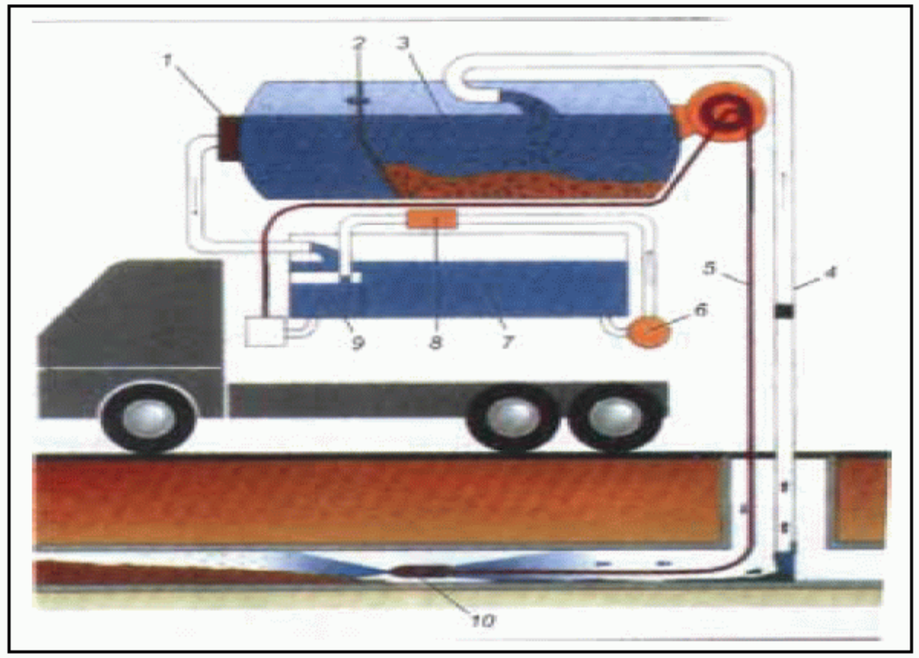


Рис.10. Схема гидропрочистки трубопровода от отложений и отложений и ржавчины

зарастания живого сечения трубопровода можно использовать следующие методы прочистки:

- водяной или гидромеханический – для труб диаметром 100 мм и менее при наличии неуплотненных бугристых наносов;

- водо-воздушный – для трубопроводов диаметром 150-200 мм при наличии неуплотненных бугристых наносов и длиной обрабатываемого участка за один цикл до 2000 м (представлен на рис.8);

- прочистка с использованием высоконапорных устройств с вращательными головками – для трубопроводов диаметром до 300 мм и длиной обрабатываемого участка за один цикл до 1000 м, а также для чистки водоотводящих трубопроводов диаметром до 750 мм от корней деревьев и кустарников (представлен на рис. 9).

Также могут использоваться методы прочисти трубопроводов с помощью резиновых пробок или отрезка полиэтиленовой трубы.

Выбор наиболее оптимального и эффективного для конкретного объекта зависит от многих причин. При этом необходимо учитывать срок службы трубопровода, возможности минимизации работ по демонтажу той или иной арматуры на сети, материально-технические возможности организации и др.

9.2. Ремонт смотровых колодцев

Известны два способа ремонта смотровых колодцев:

инъекция смолы или раствора в швы, трещины стенок колодца;

торкретирование или оклеивание внутренней поверхности стенок колодца.

При герметизации стен колодцев смолой используются те же материалы, что и для герметизации швов, т.е. полиуретановые или акриловые растворы, нагнетаемые через сопла, установленные в стенах камеры. Второй метод используется при восстановлении трубопроводов большого диаметра.

Повреждения смотровых колодцев из полиэтилена могут возникнуть из-за ряда причин:

несоблюдение ТУ 2248-011-59355492-2006 при изготовлении;

нарушение условий хранения в соответствии с ГОСТ 15150;

неправильного выбора параметров материала колодцев для конкретных условий строительства, отвечающих фактическим внешним и внутренним нагрузкам, воздействующим на колодец во время его эксплуатации;

несоблюдения технологии производства работ по укладке колодца и монтажу оборудования;

нарушения технологии производства работ в колодцах.

Ремонт полиэтиленовых смотровых колодцев производится заменой отдельных или всех его деталей, либо полной реконструкцией.

9.3. Ликвидация нарушения соосности трубопровода

При ветхом состоянии санируемого трубопровода может нарушаться соосность старых и вновь уложенных труб. Для исключения этого используются специальные штанги, которые помещаются по всей длине старого трубопровода с точным регулированием их положения в плане и по высоте. Максимальная протяженность санируемого участка может достигать 600 м.

При восстановлении сетей полиэтиленовый трубопровод протягивается в подлежащий ремонту трубопровод со стороны стартового колодца и протаскивается с помощью троса и лебедки, размещаемых в финишном колодце.

10. Проектирование трубопроводов с особыми условиями эксплуатации

Проектирование и прокладку трубопроводов в вечномерзлых грунтах следует производить с учетом требований СНиП 11-02-96, СНиП 2.02.04, СН 510-78 «Инструкция по проектированию сетей водоснабжения и канализации для районов распространения вечномерзлых грунтов».

Проектирование и прокладку трубопроводов в просадочных и пучинистых грунтах следует производить с учетом требований СНиП 2.02.01. Балластировку подземных и наземных трубопроводов следует производить с учетом требований СП 107-34 (Свод правил по сооружению магистральных газопроводов).

10.1. Сейсмическое воздействие

Для сейсмически опасных условий эксплуатации проводится оценка стойкости труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис». Сейсмическое воздействие распространяется в трехмерном пространстве во всех направлениях, но только два из них

(перпендикулярное и параллельное оси трубопровода) оказывают реальное влияние.

Воздействие в перпендикулярном направлении

Сейсмическое воздействие в перпендикулярном направлении выражается в большей нагрузке от грунта на трубу и увеличении поперечной силы, воспринимаемой стенкой трубы.

Воздействие в параллельном направлении

В результате трения, возникающего между грунтом и трубопроводом, движение грунта вдоль линии трубопровода приводит либо к сдвигу в муфтовом соединении, либо к продольному напряжению в случае фланцевого соединения.

Сейсмическое воздействие вдоль направления оси трубопровода и параллельно земле является несущественным.

Расчет ускорений сейсмического движения

Вертикальное и горизонтальное ускорение, вызванные землетрясением, рассчитываются по следующей формуле:

$$a_v = m \cdot C \cdot I \cdot g \qquad (21)$$

$$a_h = R \cdot C \cdot I \cdot g \qquad (22)$$

где: a_v - вертикальное ускорение, м/с^2;

a_h - горизонтальное ускорение, м/с^2;

m - безразмерный коэффициент, обычно = 2;

C - коэф-т интенсивности сейсмического воздействия, C = (S-2)/100;

I - коэф-т защиты от сейсмического воздействия, (обычно 1.2);

R - коэф-т реакции конструкции;

g - ускорение силы тяжести, 9.81 м/с^2;

S - сейсмическая интенсивность (S ≥ 2), обычно =9.

R (коэффициент реакции конструкции) является функцией фундаментального периода T_0 (колебаний конструкции вдоль рассматриваемого направления):

при $T_0 > 0{,}8$ с $\quad R = 0.862 / T_0^{0.667}$

при $T_0 \le 0.8$ с $\quad R = 1$

При неопределенном значении периода T_0 коэффициент R принимается равным 1 (максимальное значение).

Вертикальное и горизонтальное ускорения, вызванные землетрясением, рассчитываются соответственно как:

$a_v = 2 * (9 – 2) / 100 * 1.2 * g = 0.17\ g = 1.65$ м/с^2.

$a_h = 1 * (9 – 2) / 100 * 1.2 * g = 0.084\ g = 0.82$ м/с^2.

Таким образом ускорение при землетрясении равны:

- ускорение в вертикальном направлении:

$$a_v + g = 11{,}46 м/с^2;$$

- ускорение в горизонтальном направлении

$$a_h = 0{,}82 м/с^2.$$

Проверка вертикальной деформации (устойчивости) трубы при землетрясении

Сейсмическое воздействие в вертикальном направлении увеличивает статическую нагрузку от грунта и временную нагрузку на трубопровод, что приводит к снижению коэффициента безопасности от вертикальной деформации. Проверка устойчивости выполняется при расчетных условиях на глубине в соответствии с конструкцией трубопровода по следующим формулам (AWWA C950-88)

$$\left.\begin{aligned} q_{ex} &= \left(R_B \frac{W_c}{D} + \frac{W_L}{D}\right) \cdot \frac{a_v + g}{g} \\ q_{er} &= \sqrt{32 R_B B' E' S} \end{aligned}\right\} \quad (23)$$

$$\frac{q_{er}}{q_{ex}} \geq SF$$

где q_{ex} - внешние нагрузки, Н/мм^2;
q_{er} - критическое давление, Н/мм^2;
SF - коэффициент безопасности, б/р, равен 2,5;
R_B - коэффициент выталкивающей силы воды;
W_C - вертикальная нагрузка от грунта на трубу;
W_L - динамическая нагрузка на трубу;
a_v - вертикальное ускорение,
g - ускорение силы тяжести;
D - диаметр трубы
B` - эмпирический коэффициент упругой опоры;
E` - модуль реакции грунта;
S - окружная жесткость трубы, Па.

Сейсмическая деформация грунта

Для расчета сейсмического воздействия в направлении, параллельном оси трубопровода, необходимо учитывать деформацию грунта при землетрясении:

$$\varepsilon_g' = \frac{(T_g \times a_h)}{(2 \cdot \pi \times V_s)} \quad (24)$$

где

T_g - период сейсмической волны, с;
a_h - сейсмическое (горизонтальное) ускорение, м/с^2;
V_S - скорость распространения сейсмической волны, м/с.

Продольная деформация трубы

1. Нефиксированное соединение

Муфтовое соединение не передает продольные напряжения; при таком типе соединения возможны перемещения секций труб в месте соединения.

Необходимо определить продольную деформацию трубы в результате землетрясения и убедиться, что перемещение в месте соединения не приводит к выскальзыванию конца трубы, входящего в муфту, из муфты.

2. Фиксированное соединение

Соединение труб сваркой передает продольные напряжения. Необходимо определить продольную деформацию трубы в результате землетрясения, добавить деформацию под действием рабочего давления и убедиться, что общая деформация не превышает допустимую продольную деформацию.

10.2. Прокладка трубопроводов вечномерзлых грунтах

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

Для самотечных сетей канализации надлежит применять полиэтиленовые трубы.

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 днищем. Конструкцией узлов сопряжения труб с колодцами должна предусматриваться возможность неравномерной осадки колодцев и трубопроводов. При проектировании колодцев для пучинистых грунтов надлежит предусматривать меры, исключающие «выталкивание» колодцев из грунта: обратную засыпку непучинистыми грунтами, гидроизоляцию вокруг колодцев из глинобетона и отвод поверхностных вод.

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.

11. Испытания самотечных трубопроводов

Испытания самотечных трубопроводов из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» должны производиться в соответствии с проектом и с обязательным учетом основных требований СНиП 2.04.03-85, СНиП 3.05.04-85*, СНиП 3.01.04-87, СНиП III-3-81 и СП 40-102-2000, а также с учетом Рекомендаций по методике проведения гидравлического и пневматического испытания трубопроводов водоснабжения и канализации (пособие к СНиП 3.05.04-85*)

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

12. Сдача и приемка в эксплуатацию трубопроводов

Сдача в эксплуатацию сетей из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» должна осуществляться согласно проекта, а также с учетом требований СНиП 3.01.04-87, СНиП 3.05.04-85*, СНиП III-3-81 и СНиП 2.04.03-85, Технических рекомендаций на проектирование и строительство сетей водоотведения из безнапорных труб с двухслойной стенкой (ТР 171-05), а также Правил производства работ по прокладке и переустройству подземных сооружений и др.

Порядок сдачи в эксплуатацию следующий. После письменного уведомления генерального подрядчика о готовности строительного объекта к приемке заказчик должен назначить рабочую комиссию из представителей заказчика (председатель), эксплуатационного предприятия, подрядчика, проектной организации, а при необходимости и других заинтересованных ведомств. Рабочая комиссия дает заключение о готовности сетей к эксплуатации (составляет ведомость недоделок и устанавливает сроки их устранения). Для окончательной приемки в эксплуатацию законченных строительством водоотводящих систем заказчик по согласованию с эксплуатационным

предприятием должен назначить приемочную комиссию и установить срок ее работы. При этом заказчик и генеральный подрядчик представляют комиссии следующие документы:

- утвержденную проектно-сметную документацию на строительство водоотводящих сетей из из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис»;
- списки специализированных организаций, принимавших участие в выполнении строительно-монтажных работ;

- материалы исполнительной геодезической съемки положения элементов трубопроводов и сооружений водоотводящих систем, акт на разбивку трассы трубопроводной сети;
- исполнительные чертежи на построенные самотечные водоотводящие сети;
- акты сдачи и приемки отдельных этапов работ;
- исполнительные чертежи на построенные трубопроводные сети;
- акты приемки-сдачи скрытых работ;
- акт о проведении испытаний трубопроводной сети.

Комиссия, принимающая законченный строительством объект в эксплуатацию, оформляет акт по приведенной в СНиП III-3-81 форме.

13. Устранение возможных дефектов монтажа и ремонт трубопроводов

Устранение брака, происшедшего в процессе строительства или эксплуатации трубопровода из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис», должно производиться по технологическому регламенту и технологии, согласованными с заказчиком, проектными и экспертными 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 труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» должны быть перпендикулярны (±0,5 град.) продольной оси трубопровода. Бракованную часть трубопровода следует заменить отрезком трубы. Присоединение нового отрезка трубы следует производить с помощью подвижных муфт и резиновых колец. Присоединение также допускается производить с использованием экструзионной сварки в соответствии с Рекомендациями по применению и сварке труб из полиэтилена в строительстве подземных трубопроводов водоснабжения и канализации, разработанных НИИМосстроем в 1982 г. После этого необходимо полностью восстановить место вскрытия водоотводящей сети.

14. Требования безопасности при прокладке трубопроводов

Размещение и устройство канализационных водоотводящих сетей должны соответствовать строительным нормам и правилам, а также обеспечивать безопасность труда работников, как в обычных ситуациях, так и при аварийных. При этом необходимо руководствоваться следующими документами: СНиП III-4-80* «Техника безопасности в строительстве»; СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»; СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»; ГОСТ 12.3.006-75 ССБТ. Эксплуатация

водопроводных и канализационных сооружений и сетей. Общие требования безопасности; Правилами пожарной безопасности в РФ (ППБ-01-93), ГОСТ 12.1.004-98 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы определения». Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства (ПОТ Р М-025-2002), Правилами устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов (ПБ 03-585-03) и др.

Все работники, перед тем, как приступить к работе, должны пройти полный инструктаж по технике безопасности. Работы по прокладке трубопроводов водоотведения должны проводиться в соответствии с требованиями СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования; СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство, Правил пожарной безопасности.

На трассе строительства трубопровода необходимо предвидеть перекрытие траншеи для пешеходных переходов и проезда. На время строительства траншея должна быть ограждена барьером высотой 1 м, обозначенным предупредительными таблицами, а ночью – освещенным предупредительными огнями. Во время выполнения засыпки над трубопроводом рекомендуется поместить ленту или сетку со впаянной сигнализационной проволокой. При производстве сварочных работ необходимо руководствоваться Межотраслевыми правилами по охране труда при электросварочных и газосварочных работах (ПОТ РМ-020-2001)., ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка. Сварку трубопровода нельзя производить при высокой влажности воздуха, а также при температуре окружающей среды ниже 0^0С. Складирование, ремонт, перемещение из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис», элементов колодцев и других строительных изделий должно осуществляться с помощью подъемно-транспортных устройств. Персонал должен располагаться в безопасной зоне проведения работ.

Работа на любых строительных машинах должна производиться лицами, имеющими специальный допуск или разрешение и только в соответствии с проектом производства работ. Неисправные машины и механизмы к работе не должны допускаться. Необходимо постоянно следить за состоянием откосов при работе людей в не закрепленных траншеях и котлованах, а в закрепленных – за элементами креплений. Испытания самотечных водоотводящих трубопроводов должны производиться в соответствии с проектом и с обязательным учетом основных требований, упомянутых выше нормативных документов. Воду, необходимую для испытания канализационных сетей необходимо подводить из открытого резервуара гравитационным способом. Нельзя производить

непосредственное присоединение подводящего канала к каналу, подающему воду под давлением. При хранении из труб с двухслойной профилированной стенкой «Корсис», элементов колодцев на объекте строительства и на месте монтажа следует соблюдать правила противопожарной безопасности. Запрещается разводить огонь в непосредственной близости от бытовок, складов, горючих материалов. При осмотре колодцев необходимо проверить загазованность газоанализатором. Категорически запрещается зажигать в смотровых колодцах открытый огонь (спички, горелки). Испытания следует прервать во всех случаях, угрожающих безопасности работников.

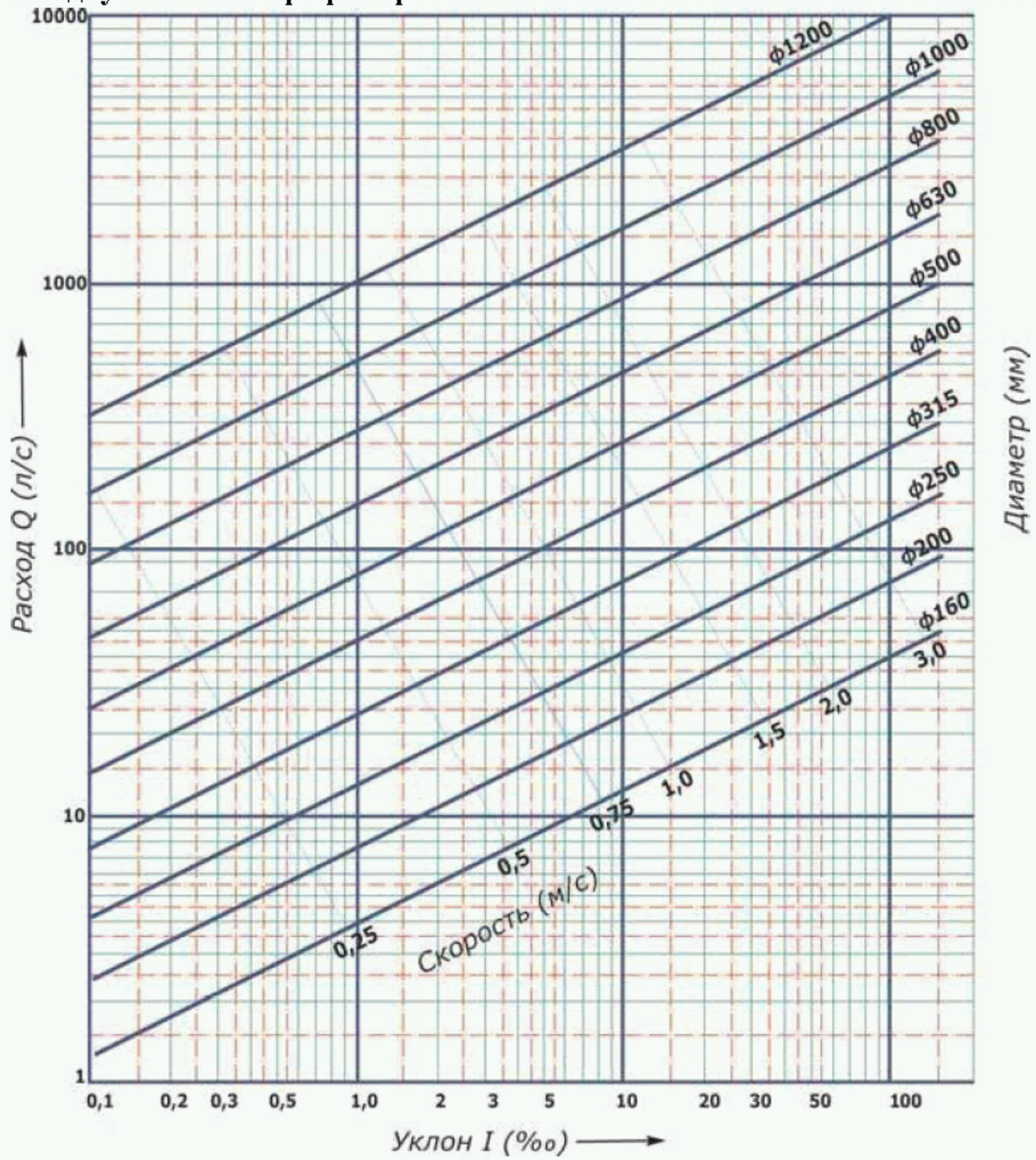
15. Охрана окружающей среды

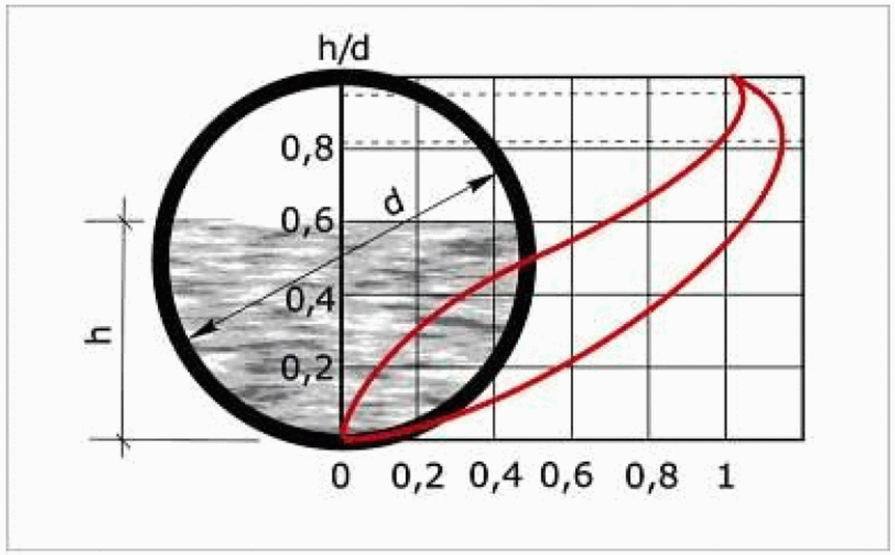
На территории производства работ по прокладке и эксплуатации трубопроводов водоотведения должны соблюдаться нормативы по охране окружающей природной среды на основе экологически безопасных технологий, надежной и эффективной эксплуатации канализационных сетей. Все работы должны соответствовать требованиям СНиП 3.05.04-85, СНиП 3.05.05-84, санитарным нормам и правилам: СанПиН 2.2.3.1384-03 Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ. ВСН 014-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Охрана окружающей среды. Без согласования с соответствующей организацией не допускается производить рытье траншей (котлованов) и т.п. на расстоянии менее 2 м от стволов деревьев и 1 м от кустарников. Не допускается складирование труб и других изделий на расстоянии менее 2 м от стволов деревьев без временных ограждающих или защитных устройств вокруг них. Слив воды из трубопроводов после проведения испытаний следует производить только в места, предусмотренные ППР. Территория по завершении строительства трубопроводной сети должна быть очищена и восстановлена в соответствии с проектом. Отходы от строительства трубопроводов из ПЭ следует вывозить на заводы для переработки или на захоронение в места, согласованные с Санэпиднадзором. Непригодные для вторичной переработки отходы подлежать уничтожению в соответствии с санитарными правилами и нормами, предусматривающими порядок накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения промышленных отходов.

ПРИЛОЖЕНИЕ №1

Таблицы и номограммы для гидравлического расчета
труб с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»

Номограмма для определения потерь напора
в трубах с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС» в зависимости от d (мм), Q





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

Уклон %	Уровень заполнения	Диаметр 400 мм		Диаметр 500 мм		Диаметр 630 мм	
		Скорость V м/с	Расход Q л/с	Скорость V м/с	Расход Q л/с	Скорость V м/с	Расход Q л/с
1	100%	0,49	46	0,57	82	0,58	164
	50%	0,42	21	0,48	37	0,49	75
	25%	0,27	7	0,31	12	0,32	23
5	100%	1,1	102	1,27	183	1,48	333
	50%	0,94	46	1,08	82	1,26	150
	25%	0,61	14	0,70	26	0,81	47
10	100%	1,56	144	1,8	258	2,09	471
	50%	1,33	65	1,53	116	1,78	212
	25%	0,86	20	0,99	36	1,15	66

Пример определения изменения величины расхода Q и скорости потока V при условии, что температура воды составляет 10^0 С, а шероховатость трубопровода – 0,00025 м.

Наружный диаметр d=100 мм **Условный диаметр d=91 мм**

h/d	**0.1**		**0.2**		**0.3**		**0.4**		**0.5**		**0.6**		**0.7**		**0.8**		**0.9**		**1**	
	q	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*
0.0090	0.11	0.334	0.49	0.533	1.12	0.683	1.88	0.772	2.72	0.836	3.56	0.874	4.35	0.895	5.06	0.908	5.51	0.894	5.13	0.789
0.0100	0.12	0.354	0.52	0.566	1.19	0.726	1.99	0.820	2.89	0.888	3.78	0.929	4.62	0.950	5.38	0.964	5.85	0.950	5.45	0.838
0.0110	0.13	0.374	0.55	0.598	1.26	0.766	2.10	0.866	3.05	0.937	3.99	0.980	4.88	1.003	5.68	1.018	6.18	1.003	5.75	0.885
0.0120	0.13	0.393	0.58	0.628	1.32	0.805	2.21	0.910	3.20	0.985	4.20	1.030	5.13	1.054	5.96	1.069	6.50	1.054	6.05	0.930
0.0130	0.14	0.411	0.61	0.657	1.38	0.843	2.31	0.952	3.35	1.031	4.39	1.078	5.36	1.103	6.24	1.119	6.80	1.103	6.33	0.973
0.0140	0.15	0.429	0.63	0.686	1.44	0.879	2.41	0.994	3.50	1.075	4.58	1.125	5.60	1.151	6.51	1.168	7.09	1.151	6.60	1.015
0.0150	0.15	0.446	0.66	0.713	1.50	0.914	2.51	1.033	3.64	1.118	4.77	1.170	5.82	1.197	6.77	1.214	7.38	1.197	6.87	1.056
0.0160	0.16	0.463	0.69	0.740	1.56	0.949	2.61	1.072	3.77	1.160	4.95	1.214	6.04	1.242	7.03	1.260	7.65	1.242	7.13	1.096
0.0170	0.16	0.479	0.71	0.766	1.61	0.982	2.70	1.110	3.91	1.201	5.12	1.257	6.25	1.286	7.28	1.304	7.92	1.285	7.38	1.134
0.0180	0.17	0.495	0.73	0.791	1.67	1.015	2.79	1.147	4.04	1.241	5.29	1.298	6.46	1.328	7.52	1.348	8.19	1.328	7.62	1.172
0.0190	0.17	0.511	0.76	0.816	1.72	1.046	2.87	1.183	4.16	1.280	5.46	1.339	6.66	1.370	7.75	1.390	8.44	1.369	7.86	1.208
0.0200	0.18	0.526	0.78	0.840	1.77	1.077	2.96	1.218	4.29	1.318	5.62	1.379	6.86	1.410	7.98	1.431	8.69	1.410	8.09	1.244
0.0250	0.20	0.597	0.88	0.954	2.01	1.224	3.36	1.383	4.87	1.497	6.38	1.566	7.79	1.602	9.07	1.625	9.87	1.602	9.19	1.413
0.0300	0.22	0.663	0.98	1.059	2.23	1.358	3.73	1.535	5.40	1.661	7.08	1.737	8.64	1.777	10.06	1.803	10.96	1.777	10.20	1.568
0.0350	0.25	0.724	1.07	1.156	2.43	1.482	4.07	1.676	5.90	1.813	7.73	1.897	9.44	1.941	10.98	1.969	11.96	1.940	11.13	1.712
0.0400	0.26	0.781	1.16	1.248	2.63	1.600	4.39	1.808	6.36	1.957	8.34	2.047	10.18	2.094	11.85	2.125	12.91	2.094	12.02	1.847
0.0450	0.28	0.835	1.24	1.334	2.81	1.711	4.70	1.934	6.81	2.093	8.92	2.189	10.89	2.240	12.68	2.272	13.81	2.239	12.85	1.976
0.0500	0.30	0.887	1.31	1.417	2.98	1.817	4.99	2.053	7.23	2.222	9.47	2.325	11.57	2.379	13.46	2.413	14.66	2.378	13.65	2.098
0.0600	0.33	0.984	1.46	1.572	3.31	2.016	5.54	2.279	8.02	2.466	10.51	2.580	12.83	2.639	14.94	2.678	16.27	2.639	15.14	2.328
0.0700	0.36	1.075	1.59	1.717	3.61	2.201	6.04	2.488	8.76	2.693	11.48	2.817	14.01	2.882	16.31	2.924	17.76	2.881	16.53	2.542
0.0800	0.39	1.160	1.72	1.853	3.90	2.375	6.52	2.685	9.45	2.906	12.39	3.040	15.12	3.110	17.60	3.155	19.17	3.109	17.84	2.743
0.0900	0.42	1.240	1.83	1.981	4.17	2.540	6.98	2.871	10.11	3.108	13.25	3.251	16.17	3.326	18.82	3.374	20.50	3.325	19.08	2.934
0.1000	0.45	1.317	1.95	2.104	4.43	2.698	7.41	3.049	10.73	3.300	14.07	3.452	17.17	3.532	19.99	3.583	21.77	3.531	20.26	3.115
0.1100	0.47	1.391	2.06	2.222	4.68	2.849	7.82	3.219	11.33	3.484	14.85	3.645	18.13	3.729	21.10	3.783	22.98	3.728	21.39	3.289
0.1200	0.49	1.461	2.16	2.335	4.91	2.993	8.22	3.383	11.91	3.662	15.61	3.831	19.06	3.919	22.18	3.976	24.15	3.918	22.48	3.457
0.1300	0.52	1.530	2.26	2.444	5.14	3.133	8.60	3.541	12.46	3.833	16.34	4.010	19.95	4.102	23.21	4.161	25.28	4.101	23.53	3.618
0.1400	0.54	1.596	2.36	2.549	5.36	3.269	8.98	3.694	13.00	3.998	17.04	4.183	20.81	4.279	24.22	4.341	26.37	4.278	24.55	3.774
0.1500	0.56	1.660	2.45	2.652	5.58	3.400	9.34	3.842	13.52	4.159	17.73	4.351	21.64	4.451	25.19	4.515	27.43	4.450	25.53	3.926

Наружный диаметр d=125 мм условный диаметр d=107 мм

h/d	0.1		0.2		0.3		0.4		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1	
w	0.000468264		0.001279998		0.002269192		0.003359137		0.004496022		0.005632908		0.006722853		0.007712046		0.008523781		0.008992045	
R	0.0066875		0.0129042		0.0182863		0.0229194		0.02675		0.0297032		0.0316934		0.0325494		0.031886		0.02675	
Re	14403.84615		27793.66154		39385.87692		49364.86154		57615.38462		63976.12308		68262.70769		70106.4		68677.53846		57615.38462	
$л_г$	0.028881308		0.024504736		0.022459565		0.021226676		0.020422169		0.019894453		0.019574496		0.019444512		0.01954487		0.020422169	
$л_п$	0.028881308		0.024504736		0.022459565		0.022712543		0.023077051		0.023674399		0.024272376		0.024305641		0.024431088		0.025527711	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0.0090	0.18	0.374	0.77	0.598	1.74	0.767	2.91	0.867	4.22	0.938	5.53	0.981	6.75	1.004	7.86	1.019	8.56	1.004	7.96	0.886
0.0100	0.19	0.398	0.81	0.635	1.85	0.814	3.09	0.920	4.48	0.996	5.87	1.042	7.17	1.066	8.34	1.082	9.09	1.066	8.46	0.940
0.0110	0.20	0.420	0.86	0.671	1.95	0.860	3.26	0.972	4.73	1.052	6.20	1.100	7.57	1.126	8.81	1.142	9.59	1.125	8.93	0.993
0.0120	0.21	0.441	0.90	0.705	2.05	0.904	3.43	1.021	4.97	1.105	6.51	1.156	7.95	1.183	9.26	1.200	10.08	1.183	9.38	1.044
0.0130	0.22	0.462	0.94	0.738	2.15	0.946	3.59	1.069	5.20	1.157	6.82	1.210	8.32	1.238	9.69	1.256	10.55	1.238	9.82	1.092
0.0140	0.23	0.482	0.99	0.770	2.24	0.987	3.75	1.115	5.43	1.207	7.11	1.263	8.68	1.292	10.11	1.311	11.01	1.291	10.25	1.139
0.0150	0.23	0.501	1.02	0.800	2.33	1.026	3.90	1.160	5.64	1.255	7.40	1.313	9.03	1.344	10.51	1.363	11.45	1.343	10.66	1.185
0.0160	0.24	0.520	1.06	0.830	2.42	1.065	4.04	1.203	5.86	1.302	7.68	1.363	9.37	1.394	10.91	1.414	11.88	1.394	11.06	1.230
0.0170	0.25	0.538	1.10	0.860	2.50	1.102	4.18	1.246	6.06	1.348	7.95	1.411	9.70	1.443	11.29	1.464	12.30	1.443	11.45	1.273
0.0180	0.26	0.556	1.14	0.888	2.58	1.139	4.32	1.287	6.26	1.393	8.21	1.457	10.02	1.491	11.66	1.512	12.70	1.490	11.82	1.315
0.0190	0.27	0.573	1.17	0.916	2.66	1.174	4.46	1.327	6.46	1.437	8.47	1.503	10.34	1.537	12.03	1.560	13.10	1.537	12.20	1.356
0.0200	0.28	0.590	1.21	0.943	2.74	1.209	4.59	1.367	6.65	1.479	8.72	1.548	10.64	1.583	12.39	1.606	13.49	1.583	12.56	1.396
0.0250	0.31	0.670	1.37	1.071	3.12	1.373	5.21	1.552	7.55	1.680	9.90	1.758	12.09	1.798	14.07	1.824	15.32	1.798	14.26	1.586
0.0300	0.35	0.744	1.52	1.189	3.46	1.524	5.79	1.722	8.38	1.864	10.98	1.950	13.41	1.995	15.61	2.024	17.00	1.994	15.82	1.760
0.0350	0.38	0.812	1.66	1.298	3.78	1.664	6.32	1.881	9.15	2.035	11.99	2.129	14.64	2.178	17.04	2.210	18.56	2.178	17.28	1.921
0.0400	0.41	0.877	1.79	1.400	4.07	1.796	6.82	2.029	9.87	2.196	12.94	2.298	15.80	2.351	18.39	2.385	20.03	2.350	18.65	2.074
0.0450	0.44	0.937	1.92	1.498	4.36	1.920	7.29	2.170	10.56	2.349	13.84	2.457	16.90	2.514	19.67	2.551	21.42	2.513	19.94	2.218
0.0500	0.47	0.996	2.04	1.591	4.63	2.039	7.74	2.305	11.22	2.494	14.70	2.610	17.95	2.670	20.89	2.709	22.75	2.669	21.18	2.355
0.0600	0.52	1.105	2.26	1.765	5.13	2.263	8.59	2.557	12.44	2.768	16.31	2.896	19.91	2.962	23.18	3.005	25.24	2.962	23.50	2.613
0.0700	0.56	1.206	2.47	1.927	5.61	2.471	9.38	2.792	13.59	3.022	17.81	3.162	21.75	3.235	25.31	3.281	27.56	3.234	25.66	2.853
0.0800	0.61	1.302	2.66	2.080	6.05	2.666	10.12	3.013	14.66	3.261	19.22	3.412	23.47	3.490	27.31	3.541	29.74	3.490	27.69	3.079
0.0900	0.65	1.392	2.85	2.224	6.47	2.851	10.83	3.223	15.68	3.488	20.55	3.649	25.10	3.733	29.21	3.787	31.81	3.732	29.61	3.293
0.1000	0.69	1.478	3.02	2.362	6.87	3.028	11.50	3.422	16.65	3.704	21.83	3.875	26.65	3.964	31.02	4.022	33.78	3.963	31.44	3.497
0.1100	0.73	1.561	3.19	2.494	7.26	3.197	12.14	3.613	17.58	3.911	23.05	4.091	28.14	4.186	32.75	4.246	35.67	4.184	33.20	3.692
0.1200	0.77	1.640	3.35	2.621	7.62	3.360	12.76	3.797	18.48	4.110	24.22	4.300	29.57	4.399	34.41	4.462	37.48	4.397	34.89	3.880
0.1300	0.80	1.717	3.51	2.743	7.98	3.517	13.35	3.975	19.34	4.302	25.35	4.500	30.95	4.604	36.02	4.671	39.23	4.603	36.52	4.061
0.1400	0.84	1.791	3.66	2.861	8.32	3.669	13.93	4.146	20.18	4.487	26.44	4.695	32.29	4.803	37.58	4.872	40.93	4.801	38.09	4.236
0.1500	0.87	1.863	3.81	2.976	8.66	3.816	14.49	4.313	20.99	4.667	27.51	4.883	33.58	4.995	39.08	5.068	42.57	4.994	39.62	4.406

Наружный диаметр d=160мм

Условный диаметр d=138мм

h/d	**0.1**		**0.2**		**0.3**		**0.4**		**0.5**		**0.6**		**0.7**		**0.8**		**0.9**		**1**	
w	**0.0007789**		**0.002129119**		**0.003774521**		**0.00558751**		**0.007478579**		**0.009369648**		**0.011182637**		**0.012828038**		**0.014178258**		**0.014957158**	
R	**0.008625**		**0.0166428**		**0.0235842**		**0.0295596**		**0.0345**		**0.0383088**		**0.0408756**		**0.0419796**		**0.041124**		**0.0345**	
Re	**18576.92308**		**35846.03077**		**50796.73846**		**63666.83077**		**74307.69231**		**82511.26154**		**88039.75385**		**90417.6**		**88574.76923**		**74307.69231**	
$л_г$	**0.027101481**		**0.022994618**		**0.021075482**		**0.01991857**		**0.019163641**		**0.018668446**		**0.018368207**		**0.018246234**		**0.018340407**		**0.019163641**	
$л_п$	**0.027101481**		**0.022994618**		**0.021075482**		**0.02131287**		**0.021654915**		**0.022215451**		**0.022776577**		**0.022807792**		**0.022925509**		**0.023954552**	
уклон	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*
0.0060	0.28	0.356	1.21	0.569	2.75	0.730	4.61	0.825	6.67	0.892	8.75	0.934	10.68	0.955	12.43	0.969	13.54	0.955	12.60	0.843
0.0070	0.30	0.389	1.32	0.621	3.01	0.797	5.03	0.900	7.29	0.974	9.55	1.019	11.66	1.043	13.57	1.058	14.78	1.043	13.76	0.920
0.0080	0.33	0.420	1.43	0.671	3.24	0.860	5.43	0.972	7.86	1.052	10.31	1.100	12.59	1.125	14.65	1.142	15.95	1.125	14.85	0.993
0.0090	0.35	0.449	1.53	0.717	3.47	0.919	5.81	1.039	8.41	1.125	11.02	1.177	13.46	1.204	15.67	1.221	17.06	1.203	15.88	1.062
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	1.128
0.0110	0.39	0.503	1.71	0.804	3.89	1.031	6.51	1.165	9.43	1.261	12.36	1.319	15.09	1.350	17.56	1.369	19.13	1.349	17.81	1.190
0.0120	0.41	0.529	1.80	0.845	4.09	1.083	6.84	1.224	9.91	1.325	12.99	1.386	15.86	1.418	18.46	1.439	20.10	1.418	18.71	1.251
0.0130	0.43	0.554	1.88	0.884	4.28	1.134	7.16	1.282	10.37	1.387	13.60	1.451	16.60	1.485	19.32	1.506	21.04	1.484	19.59	1.309
0.0140	0.45	0.577	1.96	0.923	4.46	1.183	7.47	1.337	10.82	1.447	14.18	1.514	17.32	1.549	20.15	1.571	21.95	1.548	20.43	1.366
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
0.0160	0.49	0.623	2.12	0.996	4.82	1.277	8.06	1.443	11.68	1.561	15.31	1.634	18.69	1.671	21.75	1.695	23.69	1.671	22.05	1.474
0.0170	0.50	0.645	2.19	1.031	4.99	1.321	8.34	1.494	12.09	1.616	15.84	1.691	19.35	1.730	22.51	1.755	24.52	1.730	22.82	1.526
0.0180	0.52	0.666	2.27	1.065	5.15	1.365	8.62	1.543	12.49	1.670	16.37	1.747	19.99	1.787	23.26	1.813	25.33	1.787	23.58	1.577
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
0.0250	0.63	0.804	2.73	1.284	6.21	1.647	10.40	1.861	15.06	2.014	19.74	2.107	24.10	2.156	28.05	2.187	30.55	2.155	28.44	1.901
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
0.0600	1.03	1.324	4.50	2.116	10.24	2.713	17.13	3.066	24.82	3.318	32.53	3.471	39.71	3.551	46.22	3.603	50.34	3.550	46.86	3.133
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
0.0800	1.22	1.560	5.31	2.493	12.06	3.196	20.19	3.613	29.24	3.910	38.33	4.090	46.79	4.185	54.46	4.245	59.31	4.183	55.21	3.691
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
0.1000	1.38	1.772	6.03	2.831	13.70	3.630	22.93	4.103	33.21	4.440	43.53	4.646	53.15	4.752	61.85	4.822	67.36	4.751	62.70	4.192
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
0.1200	1.53	1.966	6.69	3.142	15.20	4.028	25.44	4.553	36.85	4.927	48.30	5.155	58.97	5.273	68.63	5.350	74.75	5.272	69.57	4.651
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
0.1400	1.67	2.147	7.30	3.430	16.60	4.398	27.77	4.971	40.23	5.380	52.73	5.628	64.39	5.758	74.93	5.841	81.61	5.756	75.97	5.079
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

Наружный диаметр d=200мм

Условный диаметр d=176мм

h/d	**0.1**		**0.2**		**0.3**		**0.4**		**0.5**		**0.6**		**0.7**		**0.8**		**0.9**		**1**	
w	**0.001266918**		**0.003463117**		**0.006139443**		**0.009088358**		**0.012164275**		**0.015240192**		**0.018189107**		**0.020865434**		**0.023061632**		**0.02432855**	
R	**0.011**		**0.0212256**		**0.0300784**		**0.0376992**		**0.044**		**0.0488576**		**0.0521312**		**0.0535392**		**0.052448**		**0.044**	
Re	**23692.30769**		**45716.67692**		**64784.24615**		**81198.27692**		**94769.23077**		**105231.7538**		**112282.5846**		**115315.2**		**112964.9231**		**94769.23077**	
$л_г$	**0.02550261**		**0.021638035**		**0.019832119**		**0.01874346**		**0.018033069**		**0.017567088**		**0.017284562**		**0.017169784**		**0.017258402**		**0.018033069**	
$л_п$	**0.02550261**		**0.021638035**		**0.019832119**		**0.020055503**		**0.020377368**		**0.020904835**		**0.021432857**		**0.02146223**		**0.021573002**		**0.022541336**	
уклон	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*
0.0040	0.43	0.336	1.86	0.537	4.23	0.689	7.07	0.778	10.25	0.842	13.43	0.881	16.40	0.901	19.08	0.915	20.78	0.901	19.35	0.795
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
0.0060	0.54	0.424	2.34	0.677	5.33	0.868	8.91	0.981	12.91	1.061	16.92	1.110	20.66	1.136	24.05	1.153	26.19	1.136	24.38	1.002
0.0070	0.59	0.463	2.56	0.739	5.82	0.948	9.73	1.071	14.10	1.159	18.48	1.213	22.56	1.240	26.26	1.258	28.60	1.240	26.62	1.094
0.0080	0.63	0.499	2.76	0.797	6.28	1.022	10.50	1.156	15.21	1.251	19.94	1.308	24.35	1.339	28.34	1.358	30.86	1.338	28.73	1.181
0.0090	0.68	0.534	2.95	0.853	6.71	1.094	11.23	1.236	16.27	1.338	21.33	1.399	26.04	1.432	30.30	1.452	33.01	1.431	30.72	1.263
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
0.0110	0.76	0.599	3.31	0.956	7.53	1.226	12.59	1.386	18.24	1.500	23.91	1.569	29.20	1.605	33.98	1.628	37.01	1.605	34.45	1.416
0.0120	0.80	0.629	3.48	1.005	7.91	1.288	13.24	1.456	19.17	1.576	25.13	1.649	30.68	1.687	35.71	1.711	38.89	1.686	36.20	1.488
0.0130	0.83	0.658	3.64	1.052	8.28	1.349	13.85	1.524	20.07	1.650	26.30	1.726	32.12	1.766	37.38	1.791	40.71	1.765	37.89	1.557
0.0140	0.87	0.687	3.80	1.097	8.64	1.407	14.45	1.590	20.93	1.721	27.44	1.800	33.50	1.842	38.99	1.869	42.46	1.841	39.53	1.625
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
0.0160	0.94	0.741	4.10	1.184	9.32	1.518	15.59	1.716	22.59	1.857	29.61	1.943	36.15	1.988	42.07	2.016	45.82	1.987	42.65	1.753
0.0170	0.97	0.767	4.25	1.226	9.65	1.572	16.14	1.776	23.38	1.922	30.65	2.011	37.42	2.058	43.55	2.087	47.44	2.057	44.15	1.815
0.0180	1.00	0.793	4.39	1.266	9.97	1.624	16.68	1.835	24.16	1.986	31.67	2.078	38.66	2.126	45.00	2.157	49.01	2.125	45.62	1.875
0.0190	1.04	0.817	4.52	1.306	10.28	1.675	17.20	1.893	24.92	2.048	32.66	2.143	39.88	2.192	46.41	2.224	50.54	2.192	47.05	1.934
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
0.0250	1.21	0.956	5.29	1.527	12.02	1.958	20.12	2.213	29.14	2.395	38.19	2.506	46.63	2.564	54.27	2.601	59.11	2.563	55.02	2.261
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
0.0600	2.00	1.575	8.71	2.516	19.81	3.226	33.14	3.646	48.01	3.946	62.92	4.129	76.83	4.224	89.41	4.285	97.38	4.223	90.64	3.726
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
0.0800	2.35	1.856	10.27	2.965	23.34	3.802	39.05	4.297	56.57	4.650	74.14	4.865	90.52	4.977	105.35	5.049	114.74	4.976	106.80	4.390
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
0.1100	2.82	2.225	12.31	3.556	27.99	4.559	46.83	5.152	67.83	5.576	88.91	5.834	108.55	5.968	126.33	6.055	137.60	5.966	128.07	5.264
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

Наружный диаметр d=250мм

Условный диаметр d=216мм

h/d	**0.1**		**0.2**		**0.3**		**0.4**		**0.5**		**0.6**		**0.7**		**0.8**		**0.9**		**1**	
w	**0.00190823**		**0.005216141**		**0.009247219**		**0.01368887**		**0.018321811**		**0.022954752**		**0.027396403**		**0.031427482**		**0.034735392**		**0.036643622**	
R	**0.0135**		**0.0260496**		**0.0369144**		**0.0462672**		**0.054**		**0.0599616**		**0.0639792**		**0.0657072**		**0.064368**		**0.054**	
Re	**29076.92308**		**56106.83077**		**79507.93846**		**99652.43077**		**116307.6923**		**129148.0615**		**137801.3538**		**141523.2**		**138638.7692**		**116307.6923**	
л₂	**0.024229774**		**0.020558079**		**0.018842297**		**0.017807973**		**0.017133037**		**0.016690314**		**0.016421889**		**0.01631284**		**0.016397034**		**0.017133037**	
лп	**0.024229774**		**0.020558079**		**0.018842297**		**0.019054532**		**0.019360332**		**0.019861473**		**0.020363142**		**0.020391049**		**0.020496293**		**0.021416297**	
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
0.0035	0.69	0.360	3.00	0.576	6.83	0.738	11.42	0.835	16.55	0.903	21.69	0.945	26.48	0.967	30.82	0.981	33.57	0.966	31.25	0.853
0.0040	0.74	0.389	3.24	0.622	7.37	0.797	12.33	0.901	17.86	0.975	23.41	1.020	28.58	1.043	33.26	1.058	36.23	1.043	33.72	0.920
0.0045	0.79	0.416	3.47	0.665	7.88	0.852	13.19	0.963	19.10	1.042	25.03	1.091	30.57	1.116	35.57	1.132	38.74	1.115	36.06	0.984
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
0.0055	0.89	0.466	3.89	0.745	8.84	0.956	14.78	1.080	21.42	1.169	28.07	1.223	34.27	1.251	39.89	1.269	43.44	1.251	40.43	1.103
0.0060	0.94	0.490	4.09	0.783	9.29	1.004	15.54	1.135	22.50	1.228	29.50	1.285	36.02	1.315	41.91	1.334	45.65	1.314	42.49	1.160
0.0065	0.98	0.513	4.28	0.820	9.72	1.051	16.26	1.188	23.56	1.286	30.88	1.345	37.70	1.376	43.87	1.396	47.78	1.376	44.48	1.214
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
0.0080	1.10	0.578	4.81	0.923	10.94	1.183	18.31	1.337	26.52	1.447	34.76	1.514	42.44	1.549	49.39	1.571	53.79	1.549	50.07	1.366
0.0090	1.18	0.618	5.15	0.987	11.70	1.265	19.58	1.430	28.36	1.548	37.17	1.619	45.39	1.657	52.82	1.681	57.53	1.656	53.55	1.461
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
0.0110	1.32	0.693	5.77	1.107	13.12	1.419	21.95	1.604	31.80	1.736	41.68	1.816	50.89	1.857	59.22	1.884	64.50	1.857	60.04	1.638
0.0120	1.39	0.728	6.07	1.163	13.79	1.491	23.07	1.685	33.42	1.824	43.80	1.908	53.48	1.952	62.24	1.980	67.79	1.951	63.09	1.722
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
0.0140	1.52	0.795	6.62	1.270	15.05	1.628	25.19	1.840	36.49	1.991	47.82	2.083	58.39	2.131	67.96	2.162	74.01	2.131	68.89	1.880
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
0.0160	1.64	0.858	7.15	1.370	16.25	1.757	27.18	1.986	39.37	2.149	51.61	2.248	63.01	2.300	73.33	2.333	79.87	2.299	74.34	2.029
0.0170	1.69	0.888	7.40	1.419	16.82	1.819	28.14	2.056	40.76	2.225	53.42	2.327	65.23	2.381	75.91	2.416	82.68	2.380	76.96	2.100
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
0.0190	1.81	0.946	7.88	1.511	17.92	1.938	29.98	2.190	43.43	2.370	56.92	2.480	69.50	2.537	80.88	2.574	88.10	2.536	82.00	2.238
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
0.0300	2.34	1.227	10.23	1.961	23.25	2.514	38.90	2.842	56.35	3.076	73.86	3.218	90.18	3.292	104.95	3.340	114.31	3.291	106.40	2.904
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
0.0500	3.13	1.643	13.69	2.624	31.12	3.365	52.06	3.803	75.41	4.116	98.84	4.306	120.68	4.405	140.45	4.469	152.97	4.404	142.38	3.886
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
0.0700	3.80	1.990	16.59	3.180	37.70	4.077	63.07	4.607	91.36	4.987	119.75	5.217	146.21	5.337	170.16	5.414	185.33	5.335	172.50	4.708
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

Наружный диаметр d=315мм

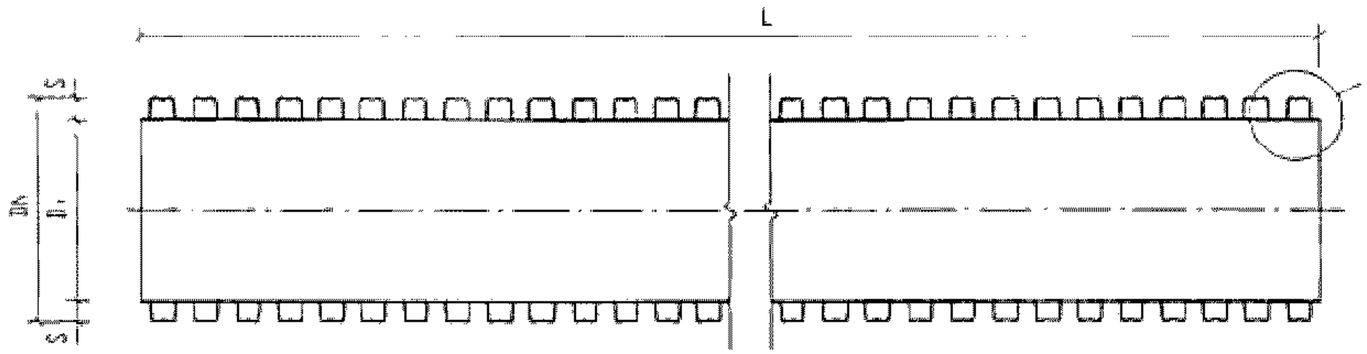
Условный диаметр d=271мм

h/d	0.1		0.2		0.3		0.4		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1	
w	0.003003737		0.008210704		0.014556006		0.021547589		0.028840281		0.036132972		0.043124555		0.049469858		0.054676825		0.057680561	
R	0.0169375		0.0326826		0.0463139		0.0580482		0.06775		0.0752296		0.0802702		0.0824382		0.080758		0.06775	
Re	41692.30769		80449.47692		114003.4462		142887.8769		166769.2308		185180.5538		197588.1846		202924.8		198788.9231		166769.2308	
$л_г$	0.022142288		0.018786924		0.017218962		0.01627375		0.015656962		0.01525238		0.015007081		0.014907427		0.014984368		0.015656962	
$л_п$	0.022142288		0.018786924		0.017218962		0.017412912		0.017692367		0.018150333		0.018608781		0.018634284		0.01873046		0.019571202	
уклон	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*	*q*	*v*
0.0025	1.05	0.350	4.59	0.559	10.43	0.717	17.45	0.810	25.28	0.877	33.14	0.917	40.46	0.938	47.09	0.952	51.28	0.938	47.74	0.828
0.0030	1.17	0.388	5.09	0.620	11.57	0.795	19.37	0.899	28.05	0.973	36.77	1.018	44.89	1.041	52.25	1.056	56.90	1.041	52.97	0.918
0.0035	1.27	0.424	5.56	0.677	12.64	0.868	21.15	0.981	30.63	1.062	40.15	1.111	49.02	1.137	57.05	1.153	62.13	1.136	57.83	1.003
0.0040	1.37	0.457	6.00	0.731	13.64	0.937	22.82	1.059	33.05	1.146	43.32	1.199	52.90	1.227	61.56	1.244	67.05	1.226	62.41	1.082
0.0045	1.47	0.489	6.42	0.782	14.59	1.002	24.40	1.133	35.35	1.226	46.33	1.282	56.57	1.312	65.84	1.331	71.71	1.312	66.75	1.157
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
0.0055	1.65	0.548	7.20	0.876	16.35	1.124	27.36	1.270	39.64	1.374	51.95	1.438	63.43	1.471	73.82	1.492	80.40	1.471	74.84	1.297
0.0060	1.73	0.576	7.56	0.921	17.19	1.181	28.75	1.334	41.65	1.444	54.60	1.511	66.66	1.546	77.58	1.568	84.49	1.545	78.65	1.363
0.0065	1.81	0.603	7.91	0.964	17.99	1.236	30.10	1.397	43.60	1.512	57.15	1.582	69.77	1.618	81.20	1.641	88.44	1.618	82.32	1.427
0.0070	1.89	0.629	8.26	1.006	18.77	1.289	31.40	1.457	45.48	1.577	59.61	1.650	72.79	1.688	84.71	1.712	92.26	1.687	85.87	1.489
0.0080	2.04	0.679	8.91	1.085	20.25	1.391	33.88	1.572	49.08	1.702	64.33	1.780	78.54	1.821	91.41	1.848	99.56	1.821	92.67	1.607
0.0090	2.18	0.726	9.53	1.161	21.66	1.488	36.24	1.682	52.49	1.820	68.80	1.904	84.00	1.948	97.76	1.976	106.48	1.947	99.11	1.718
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
0.0110	2.45	0.814	10.68	1.301	24.28	1.668	40.63	1.886	58.85	2.041	77.14	2.135	94.19	2.184	109.62	2.216	119.39	2.184	111.12	1.927
0.0120	2.57	0.856	11.23	1.367	25.52	1.753	42.70	1.981	61.85	2.145	81.07	2.244	98.98	2.295	115.19	2.329	125.46	2.295	116.78	2.025
0.0130	2.69	0.896	11.75	1.431	26.71	1.835	44.69	2.074	64.74	2.245	84.85	2.348	103.60	2.402	120.57	2.437	131.32	2.402	122.23	2.119
0.0140	2.81	0.934	12.26	1.493	27.86	1.914	46.62	2.164	67.53	2.342	88.52	2.450	108.08	2.506	125.78	2.543	136.99	2.505	127.51	2.211
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
0.0160	3.03	1.008	13.23	1.611	30.07	2.066	50.31	2.335	72.88	2.527	95.52	2.644	116.63	2.704	135.73	2.744	147.83	2.704	137.60	2.386
0.0170	3.14	1.044	13.69	1.668	31.13	2.138	52.08	2.417	75.44	2.616	98.88	2.737	120.73	2.800	140.51	2.840	153.03	2.799	142.44	2.469
0.0180	3.24	1.079	14.15	1.723	32.16	2.209	53.80	2.497	77.94	2.702	102.16	2.827	124.73	2.892	145.16	2.934	158.10	2.892	147.16	2.551
0.0190	3.34	1.112	14.59	1.777	33.17	2.279	55.49	2.575	80.38	2.787	105.36	2.916	128.64	2.983	149.71	3.026	163.05	2.982	151.77	2.631
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

ПРИЛОЖЕНИЕ №2

Сортамент и объема работ по укладке труб
с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»

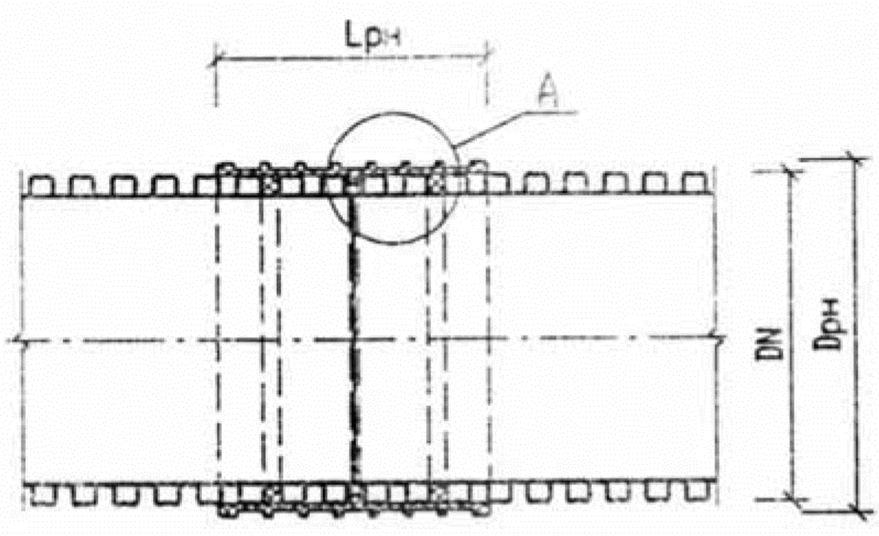
Сортамент труб из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС» по ТУ 2248-001-73011750-2005

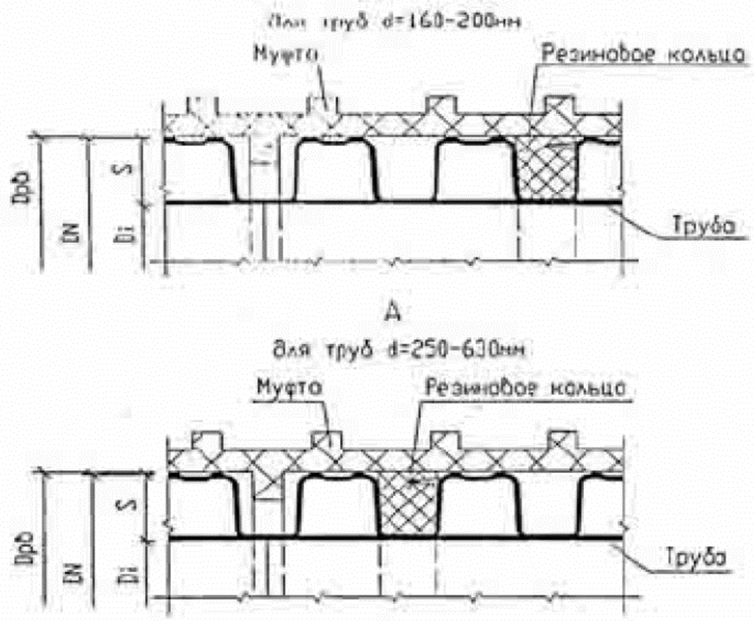


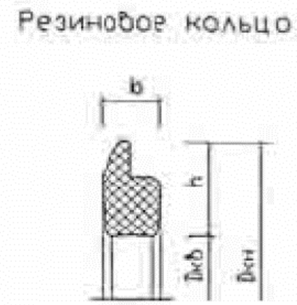
Наружный диаметр трубы, DN, мм	Внутренний диаметр трубы, Di, мм	Высота гофра, S, мм	Длина трубы, L, мм	Масса 1 п.м. трубы, кг	
				G4 (SN4)	G4(SN8)
160	138	11,0	6000-12000	1,5	2,1
200	176	13,0	6000-12000	2,2	2,5
250	216	15,0	6000-12000	2,9	3,7
315	271	21,0	6000-12000	4,6	5,7
400	343	26,0	6000-12000	5,8	8,7
500	427	33,0	6000-12000	9,0	13,2
630	513	45,0	6000-12000	15,1	20,3
800	678	61,0	6000-12000	24,5	33,1
1000	851	75,0	6000-12000	40,5	51,7
1200	1030	85,0	6000-12000	56,0	66,9

Примеры условного обозначения
Труба «Корсис» номинальным наружным диаметром DN/OD 315 мм, номинальной кольцевой жесткостью SN4 без раструба:
Труба КОРСИС DN/OD 315 SN4 ТУ 2248-001-73011750-2005
Труба «Корсис» номинальным наружным диаметром DN/OD 1000 мм, номинальной кольцевой жесткостью SN8 С РАСТРУБКОМ:
Труба КОРСИС DN/OD 1000 P SN8 ТУ 2248-001-73011750-2005

Стык труб из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»



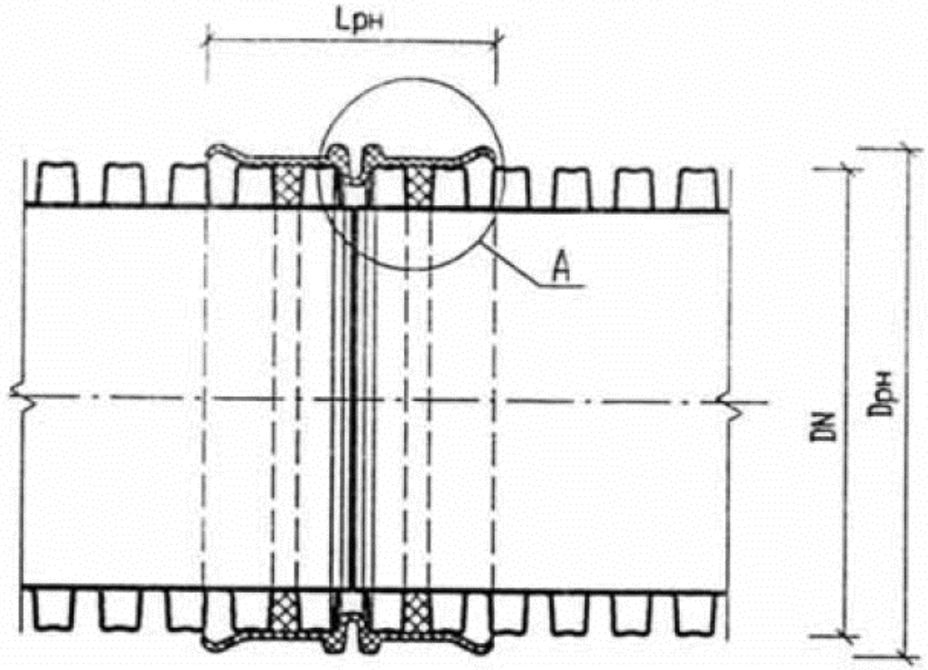


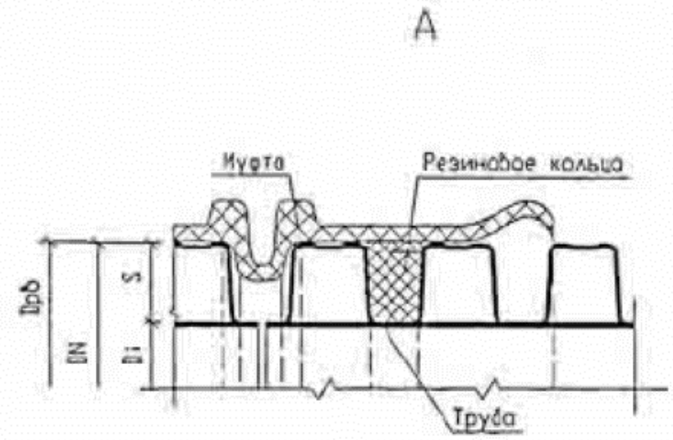


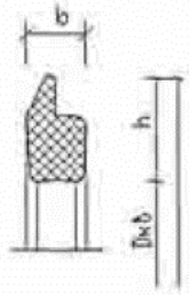
Наружный диаметр трубы, DN, мм	Внутренний диаметр трубы, Di, мм	Высота гофра, S, мм	Муфта				Резиновое кольцо				
			Наружный диаметр трубы, Dрн, мм	Внутренний диаметр трубы, Dрв, мм	Длина трубы, Lрн, мм	Масса, кг	Наружный диаметр трубы, Dкн, мм	Внутренний диаметр трубы, Dкв, мм	Высота, h, мм	Ширина, b, мм	Масса, кг
160	138	11,0	174	160,5	200	0,34	156,0	132	12,0	6,3	0,07
200	176	13,0	214	200,6	220	0,48	196,0	166	15,0	7,6	0,10
250	216	15,0	272	250,9	230	0,82	243,2	202	20,6	14,0	0,12
315	271	21,5	339	316,0	270	1,52	305,0	257	24,0	16,0	0,22
400	343	26,0	430	401,3	320	2,62	399,0	324	37,5	19,4	0,52
500	427	33,0	537	501,6	375	4,94	525,4	436	44,7	22,3	1,02
630	535	45,0	669	632,0	450	8,34	616,0	504	56,0	32,0	2,14

1. Трубы поставляются в комплекте с муфтами и уплотнительными резиновыми кольцами в соответствии с ТУ 2248-001-73011750-2005.
2. Уплотнительное резиновое кольцо устанавливают в паз первого (для труб диаметром 250-1200 мм) или второго (для труб диаметром 160, 200 мм) гофра, причем уплотняющий профиль («язычок») должен быть направлен в сторону, противоположную направлению ввода в муфту.

Стык труб из полиэтилена с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС»

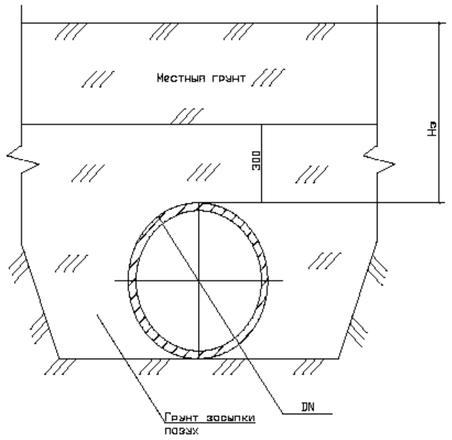
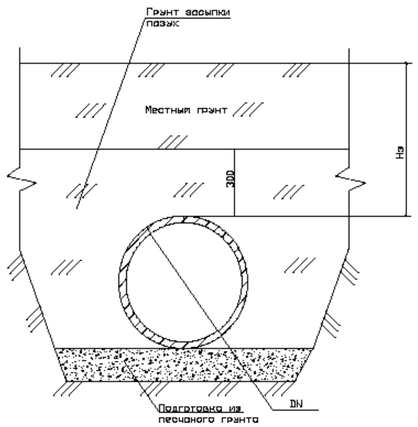


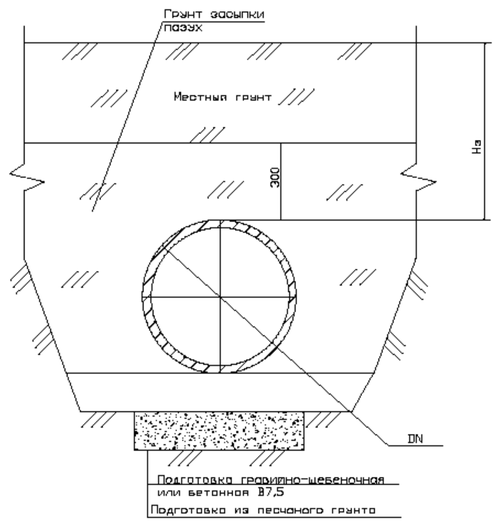
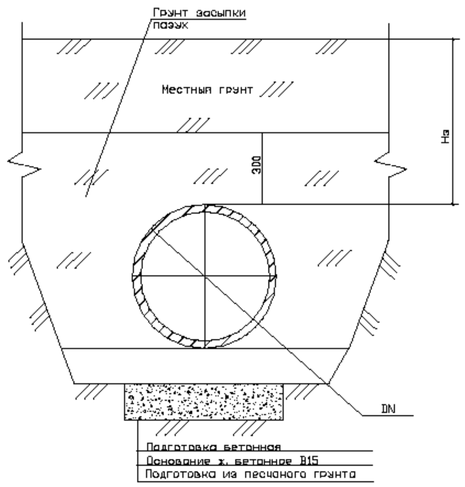


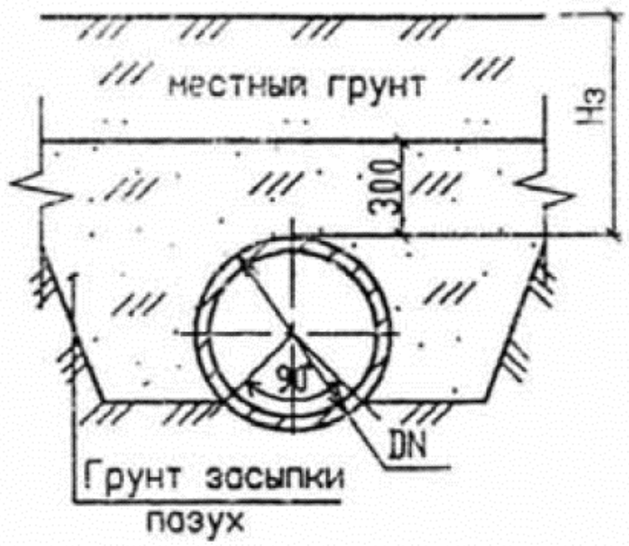


Наружный диаметр трубы, DN, мм	Внутренний диаметр трубы, Di, мм	Высота гофра, S, мм	Муфта				Резиновое кольцо				
			Наружный диаметр трубы, Dрн, мм	Внутренний диаметр трубы, Dрв, мм	Длина трубы, Lрн, мм	Масса, кг	Наружный диаметр трубы, Dкн, мм	Внутренний диаметр трубы, Dкв, мм	Высота, h, мм	Ширина, b, мм	Масса, кг
800	678	61,0	870	803	500	12,86	577,5	640	64,0	28,0	2,66
1000	851	75,0	1090	1003	550	21,92	577,5	830	80,0	38,0	5,74
1200	1030	85,0	1300	1203	650	31,48	577,5	1035	88,0	39,0	8,84

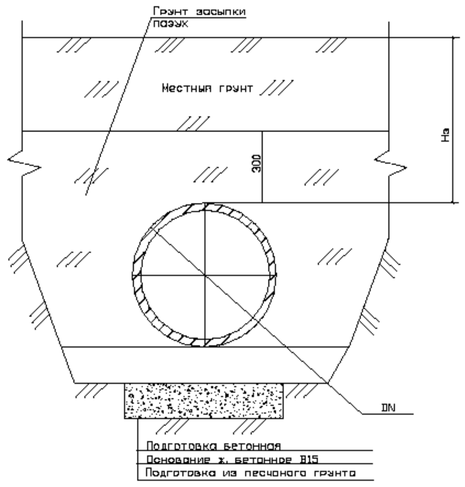
1. Трубы поставляются в комплекте с муфтами и уплотнительными резиновыми кольцами в соответствии с ТУ 2248-001-73011750-2005.
2. Уплотнительное резиновое кольцо устанавливают в паз первого гофра, причем уплотняющий профиль («язычок») должен быть направлен в сторону, противоположную направлению ввода в муфту.

Грунты основания	Схема укладки труб	Тип способа укладки № стр.	Требования к грунтам засыпки пазух	Предельная высота засыпки над верхом труб в м для труб, Нз			
				по ТУ 2248-001-73011750-2005			
				Класс жесткости G4 (SN4)		Класс жесткости G8 (SN8)	
				160, 200	250….1200	160, 200	250….1200
Песчаные (кроме гравелистых) грунты с расчетным сопротивлением не менее 0,1 МПа (1 кг/см^2) $\left[\begin{matrix} R \geq 0{,}1 МПа \\ (1 кг/см^2) \end{matrix}\right]$		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	не применять	не применять	не применять	не применять
		1	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}92$	2,0	3,0	3,0	4,0
		2	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}95$	4,0	5,0	5,0	6,0
Глинистые, гравелистые грунты, крупнообломочные скальные породы с расчетным сопротивлением не менее 0,1 МПа (1 кг/см^2) $\left[\begin{matrix} R \geq 0{,}1 МПа \\ (1 кг/см^2) \end{matrix}\right]$		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	не применять	не применять	не применять	не применять
		3	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}92$	2,0	3,0	3,0	4,0
		4	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}95$	4,0	5,0	5,0	6,0

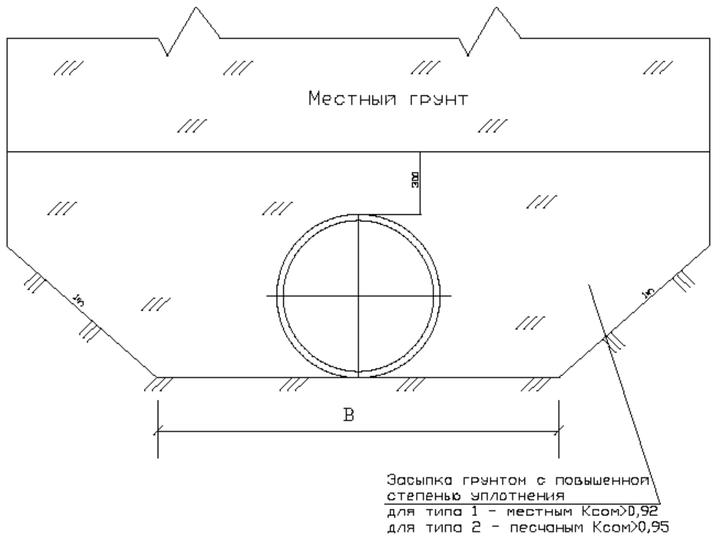
Грунты основания	Схема укладки труб	Тип способа укладки № стр.	Требования к грунтам засыпки пазух	Предельная высота засыпки над верхом труб в м для труб, Нз			
				по ТУ 2248-001-73011750-2005			
				Класс жесткости G4 (SN4)		Класс жесткости G8 (SN8)	
				160, 200	250….1200	160, 200	250….1200
Водонасыщенные грунты с расчетным сопротивлением не менее 0,1 МПа (1 кг/см^2) $\begin{bmatrix} R \geq 0{,}1 МПа \\ (1 кг/см^2) \end{bmatrix}$		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	не применять	не применять	не применять	не применять
		5	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}92$	2,0	3,0	3,0	4,0
		6	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}95$	4,0	5,0	5,0	6,0
Грунты с расчетным сопротивлением не менее 0,1 МПа (1 кг/см^2) с возможно неравномерной осадкой $\begin{bmatrix} R \geq 0{,}1 МПа \\ (1 кг/см^2) \end{bmatrix}$		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	не применять	не применять	не применять	не применять
		7	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}92$	2,0	3,0	3,0	4,0
		8	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}95$	4,0	5,0	5,0	6,0

Грунты основания	Схема укладки труб	Тип способа укладки № стр.	Требования к грунтам засыпки пазух	Предельная высота засыпки над верхом труб в м для труб, Нз			
				по ТУ 2248-001-73011750-2005			
				Класс жесткости G4 (SN4)		Класс жесткости G8 (SN8)	
				160, 200	250….1200	160, 200	250….1200
Песчаные (кроме гравелистых) грунты с расчетным сопротивлением не менее 0,1 МПа (1 кг/см^2) $\left[\begin{matrix} R \geq 0{,}1 МПа \\ (1 кг/см^2) \end{matrix}\right]$		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	не применять	не применять	не применять	не применять
		9	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}92$	5,0	5,0	6,0	6,0
		10	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}95$	7,0	7,0	8,0	8,0
Глинистые, гравелистые грунты, крупнообломочные скальные породы с расчетным сопротивлением не менее 0,1 МПа (1 кг/см^2) $\left[\begin{matrix} R \geq 0{,}1 МПа \\ (1 кг/см^2) \end{matrix}\right]$		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	не применять	не применять	не применять	не применять
		11	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}92$	5,0	5,0	6,0	6,0
		12	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}95$	7,0	7,0	8,0	8,0

Грунты основания	Схема укладки труб	Тип способа	Требования к грунтам	Предельная высота засыпки над верхом труб в м для труб, Нз

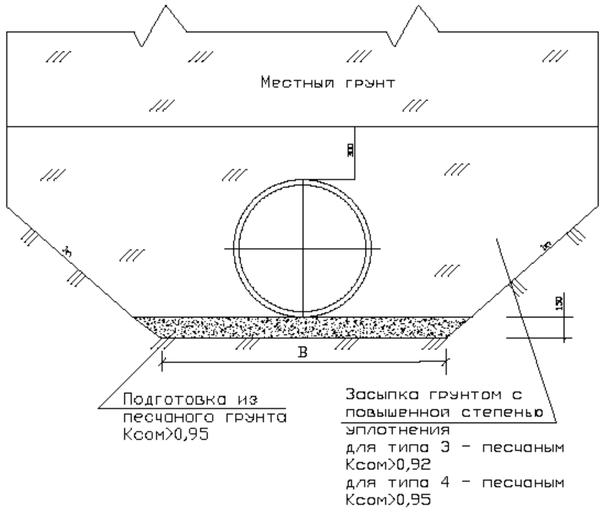
		укладки № стр.	засыпки пазух	по ТУ 2248-001-73011750-2005			
				Класс жесткости G4 (SN4)		Класс жесткости G8 (SN8)	
				160, 630	800….1200	160, 630	800….1200
Грунты с расчетным сопротивлением не менее 0,1 МПа (1 кг/см^2) $\left[\begin{matrix} R \geq 0{,}1 МПа \\ (1 кг/см^2) \end{matrix}\right]$ в районах в карстово-суффозных явлений		-	Местный грунт с послойным разравниванием и уплотнением	не применять	не применять	не применять	не применять
		13	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}92$	не требуется	не применять	не требуется	5,0
		14	Песчаный грунт (кроме пылеватого) с уплотнением до $К_{сом} \geq 0{,}95$	не требуется	не применять	не требуется	6,0

Тип 1; 2



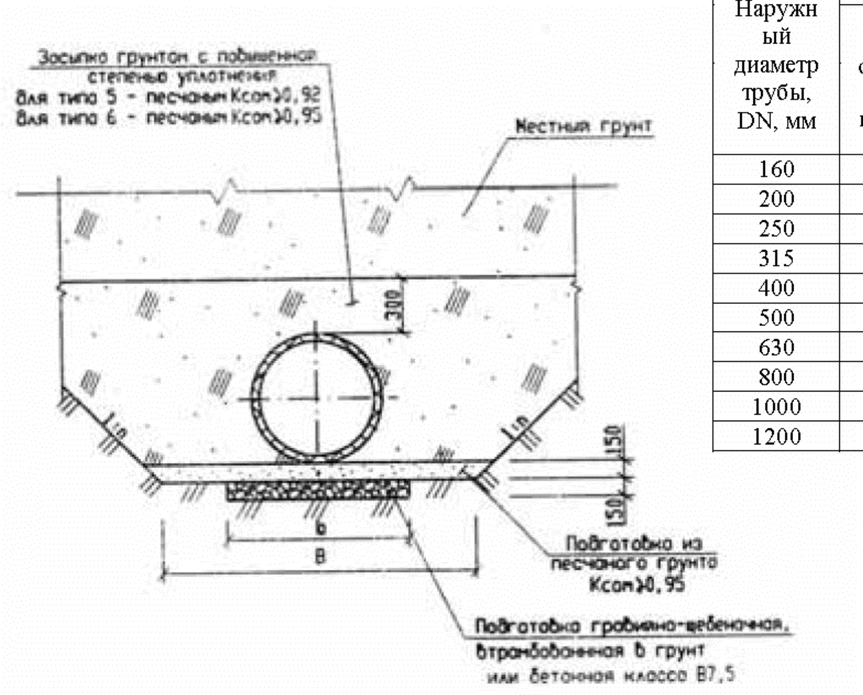
Наружный диаметр трубы, DN, мм	Размер траншеи, B, мм		Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м^3									
	С откосами 1:0,5 и круче	С откосами положе 1:0,5	Подготовка из песчаного грунта в траншее с откосами 1:n				Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения в траншее с откосами 1:n					
			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
160	960	660	1,44	1,55	1,16	1,18	1,22	4,49	5,74 6,48	4,86 5,99	5,11 6,39	5,49 6,99
200	1000	700	1,50	1,61	1,22	1,24	1,28	4,69	5,93 6,69	5,03 6,19	5,31 6,58	5,69 7,18
250	1050	750	1,58	1,69	1,29	1,32	1,35	5,28	6,80 7,62	5,90 7,14	6,21 7,61	6,67 8,31
315	1120	820	1,68	1,79	1,40	1,42	1,46	6,11	8,00 8,92	7,10 8,48	7,48 9,05	8,05 9,89
400	1200	900	1,80	1,91	1,52	1,54	1,58	7,14	9,59 10,64	8,72 10,29	9,21 11,00	9,94 12,00
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
630	1430	1130	2,15	2,26	1,87	1,89	1,92	10,19	14,51 15,90	13,87 15,97	14,74 17,52	16,04 18,83
800	1600	1300	2,40	2,51	2,12	2,14	2,18	12,6	18,63 20,27	18,35 20,82	19,56 22,36	21,37 24,67
1000	1800	1500	2,70	2,81	2,42	2,44	2,48	15,55	24,00 25,95	24,32 27,25	26,01 29,33	28,55 32,45
1200	2000	1700	3,00	3,11	2,72	2,74	2,78	18,7	29,94 32,19	31,07 34,84	33,32 37,14	36,69 41,19

Тип 3; 4



1. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами.
2. Засыпка траншей производится песчаным грунтом с уплотнением $К_{сом} \geq 0,92$, $К_{сом} \geq 0,95$ (применение песчаных пылеватых грунтов не допускается).
3. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до $К_{сом} \geq 0,95$.
4. В числителе дан объем грунта для укладки труб на грунтовое плоское основание, а в знаменателе – на плоское основание с песчаной подготовкой.

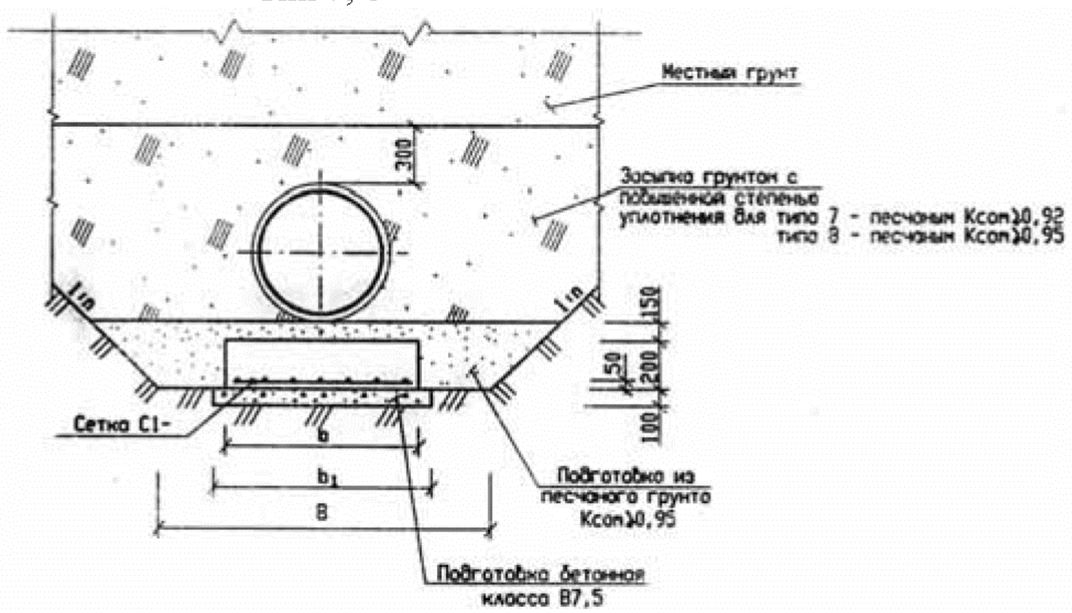
Тип 5; 6



Наружный диаметр трубы, DN, мм	Размер траншеи, В, мм			Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м^3										
	С откосами 1:0,5 и круче	С откосами положе 1:0,5	Подготовки b	Подготовка гравийно-щебеночная или бетон В7,5	Подготовка из песчаного грунта в траншее с откосами 1:n					Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения в траншее с откосами 1:n				
					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
160	960	660	260	0,39	1,44	1,55	1,16	1,18	1,22	4,49	6,48	5,99	6,39	6,99
200	1000	700	300	0,45	1,50	1,61	1,22	1,24	1,28	4,69	6,69	6,19	6,58	7,18
250	1050	750	350	0,53	1,58	1,69	1,29	1,32	1,35	5,28	7,62	7,14	7,61	8,31
315	1120	820	420	0,63	1,68	1,79	1,40	1,42	1,46	6,11	8,92	8,48	9,05	9,89
400	1200	900	500	0,75	1,80	1,91	1,52	1,54	1,58	7,14	10,64	10,29	11,00	12,00
500	1300	1000	600	0,90	1,95	2,06	1,67	1,69	1,73	8,44	12,84	12,64	13,52	14,84
630	1430	1130	730	1,10	2,15	2,26	1,87	1,89	1,92	10,19	15,90	15,97	17,12	18,83
800	1600	1300	900	1,35	2,40	2,51	2,12	2,14	2,18	12,6	20,27	20,82	22,36	24,67
1000	1800	1500	1100	1,65	2,70	2,81	2,42	2,44	2,48	15,55	25,95	27,25	29,33	32,45
1200	2000	1700	1300	1,95	3,00	3,11	2,72	2,74	2,78	18,70	32,19	34,84	37,14	41,19

1. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами.
2. Засыпка траншей производится песчаным грунтом с уплотнением Ксом ≥ 0,92, Ксом ≥ 0,95 (применение песчаных пылеватых грунтов не допускается).
3. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до Ксом ≥ 0,95.

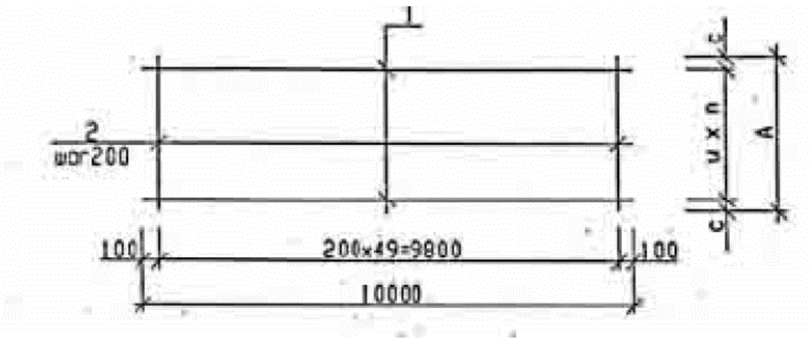
Тип 7; 8



Наружн. диаметр трубы, DN, мм	Размер, мм			
	траншеи B			
	С откосами 1:0,5 и круче	С откосами положе 1:0,5	Подготовки b_1	Основания b
160	960	660	560	460
200	1000	700	600	500
250	1050	750	650	550
315	1120	820	720	620
400	1200	900	800	700
500	1300	1000	900	800
630	1430	1130	1030	930
800	1600	1300	1200	1100
1000	1800	1500	1400	1300
1200	2000	1700	1600	1500

1. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами.
2. Засыпка траншей производится песчаным грунтом с уплотнением Ксом ≥ 0,92, Ксом ≥ 0,95 (применение песчаных пылеватых грунтов не допускается).
3. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до Ксом ≥ 0,95.
4. Удельный вес грунта в сухом состоянии при повышенной степени уплотнения должен быть не менее 1,5 т/м^3 при засыпке песчаным грунтом и супесями и 1,6 т/м^3 при засыпке суглинками и глинами.
5. Арматурные сетки С1 – см стр.
6. Стыки внахлестку (без сварки) рабочей арматуры сеток должны иметь длину нахлестки 45d арматуры, располагаются вразбежку и составлять не более 50% общей площади сечения арматуры.

Наружн. диаметр трубы, DN, мм	Марка сетки	Расход материалов на 10 п.м. трубопровода													
		Подготовка бетонная бетон В7,5, м^3	Основание железобетонное		Подготовка из песчаного грунта, м^3					Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения, м^3				
			Бетон класса В15, м^3	Арматурная сталь, кг	в траншее с откосами 1:n					в траншее с откосами 1:n				
					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
160	С1-1	0,5	0,9	40,3	2,44	3,05	2,31	2,43	2,62	4,49	6,88	6,84	7,37	8,17
200	С1-2	0,6	1,0	49,4	2,50	3,11	2,37	2,49	2,66	4,69	7,69	7,69	8,29	9,19
250	С1-3	0,65	1,1	50,0	2,58	3,19	2,44	2,57	2,75	5,28	8,72	8,79	9,49	10,51
315	С1-4	0,72	1,24	59,7	2,68	3,29	2,55	2,67	2,86	6,11	10,15	10,33	11,14	12,35
400	С1-5	0,8	1,4	51,6	2,80	3,41	2,67	2,79	2,98	7,14	12,04	12,39	13,37	14,84
500	С1-6	0,9	1,6	52,8	3,00	3,56	2,82	2,94	3,13	8,44	14,44	15,04	16,24	18,04
630	С1-7	1,03	1,86	62,4	3,15	3,76	3,01	3,14	3,32	10,19	17,76	18,76	20,28	22,55
800	С1-8	1,2	2,2	73,9	3,40	4,01	3,27	3,39	3,58	12,60	22,47	24,12	26,12	29,07
1000	С1-9	1,4	2,6	93,9	3,70	4,31	3,57	3,69	3,88	15,55	28,55	31,15	33,75	37,65
1200	С1-10	1,6	3,0	104,9	4,00	4,61	3,87	4,00	4,18	18,70	35,18	38,94	42,24	47,19

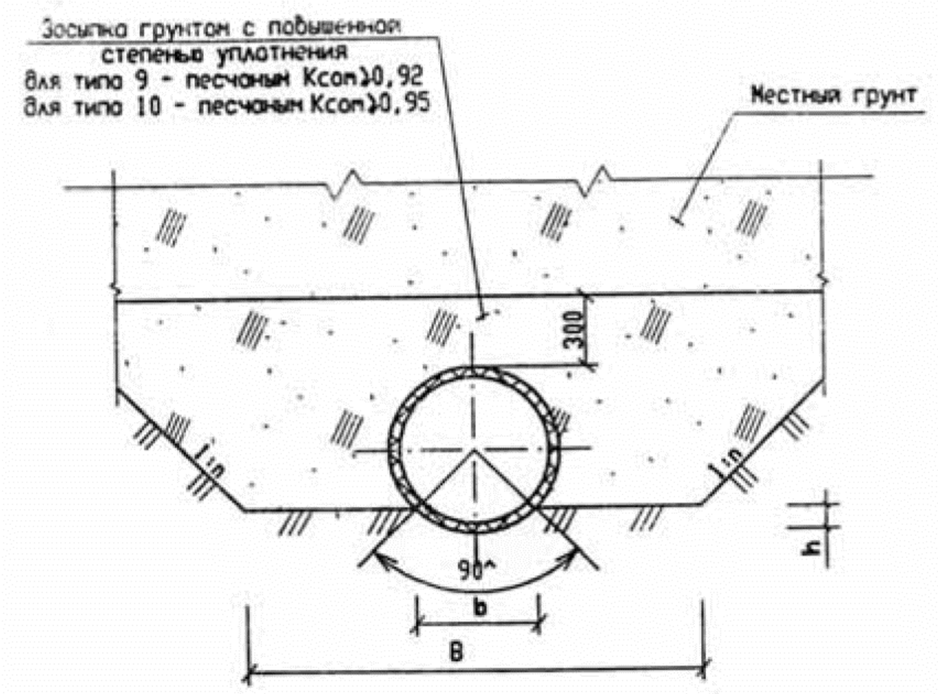


Марка изделия	Размеры, мм			n	Поз	Наименование		Кол	Масса 1 дет., кг	Масса изд., кг
	A	u	c							
С1-1	410	100	55	3	1	∅ 12 А-1	L=10000	4	8,88	40,4
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,960	
С1-2	450	100	25	4	1	∅ 12 А-1	L=10000	5	8,88	49,4
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,100	
С1-3	500	100	50	4	1	∅ 12 А-1	L=10000	5	8,88	50,0
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,111	
С1-4	570	100	35	5	1	∅ 12 А-1	L=10000	6	8,88	59,7
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,127	
С1-5	650	150	25	4	1	∅ 12 А-1	L=10000	5	8,88	51,6
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,127	
С1-6	750	150	75	4	1	∅ 12 А-1	L=10000	5	8,88	52,8
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,144	
С1-7	820	150	35	5	1	∅ 12 А-1	L=10000	6	8,88	62,4
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,167	
С1-8	1050	150	75	6	1	∅ 12 А-1	L=10000	7	8,88	73,9
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,182	
С1-9	1250	150	25	8	1	∅ 12 А-1	L=10000	9	8,88	93,9
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,233	
С1-10	1450	150	50	9	1	∅ 12 А-1	L=10000	10	8,88	104,9
					2	∅ 6 А-1	L=410	50	0,322	

Ведомость расхода стали на 10 п.м. железобетонного основания, кг

Наружн. диаметр трубы, Dн, мм	Марка элемента	Изделия арматурные			
		Арматура класса А-1 ГОСТ 5781-82			Всего
		∅ 6	∅ 12	Итого	
160	С1-1	4,8	35,5	40,3	40,4
200	С1-2	5,0	44,4	49,4	49,4
250	С1-3	5,6	44,4	50,0	50,0
315	С1-4	6,4	53,3	59,7	59,7
400	С1-5	7,2	44,4	51,6	51,6
500	С1-6	8,4	44,4	52,8	52,8
630	С1-7	9,1	53,3	62,4	62,4
800	С1-8	11,7	62,2	73,9	73,9
1000	С1-9	13,9	80,0	93,9	93,9
1200	С1-10	16,1	88,8	104,9	104,9

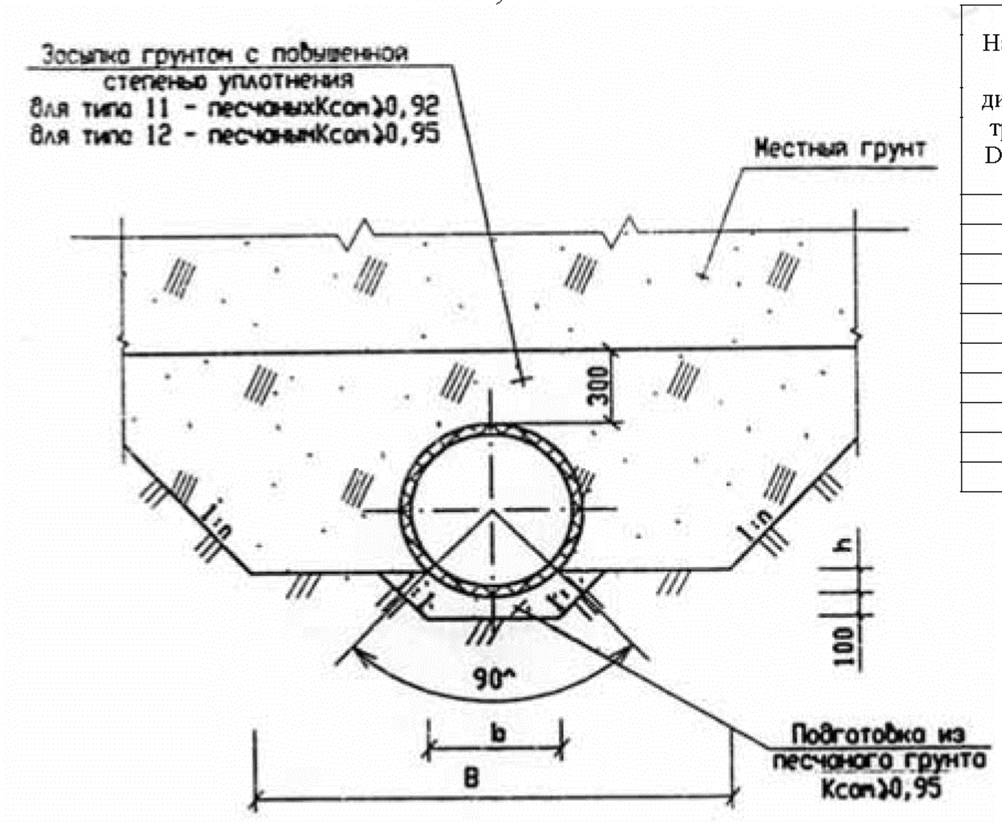
Тип 9,10



Наружный диаметр трубы, DN, мм	Размеры, мм				Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м^3				
	Траншеи, В		Основания		Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения в траншее с откосами 1:n				
	С откосами 1:0,5 и круче	С откосами положе 1:0,5	b	h	1:0	1:0,5	1:0,75	1:0,85	1:1
160	960	660	110	25	3,98	4,92	4,09	4,28	4,56
200	1000	700	140	30	4,66	5,90	5,05	5,30	5,68
250	1050	750	180	40	5,25	6,77	5,88	6,19	6,65
315	1120	820	220	50	6,07	7,97	7,03	7,45	8,02
400	1200	900	280	60	7,09	9,54	8,68	9,17	9,90
500	1300	1000	350	75	8,37	11,57	10,79	11,43	12,39
630	1430	1130	450	90	10,10	14,43	13,81	14,68	15,98
800	1600	1300	560	120	12,48	18,51	18,26	19,47	21,28
1000	1800	1500	710	150	15,39	23,84	24,20	25,89	28,43
1200	2000	1700	850	180	18,50	29,74	30,92	33,17	36,54

1. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами.
2. Засыпка траншей производится песчаным грунтом с уплотнением Ксом ≥ 0,92, Ксом ≥ 0,95 (применение песчаных пылеватых грунтов не допускается).
3. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до Ксом ≥ 0,95.

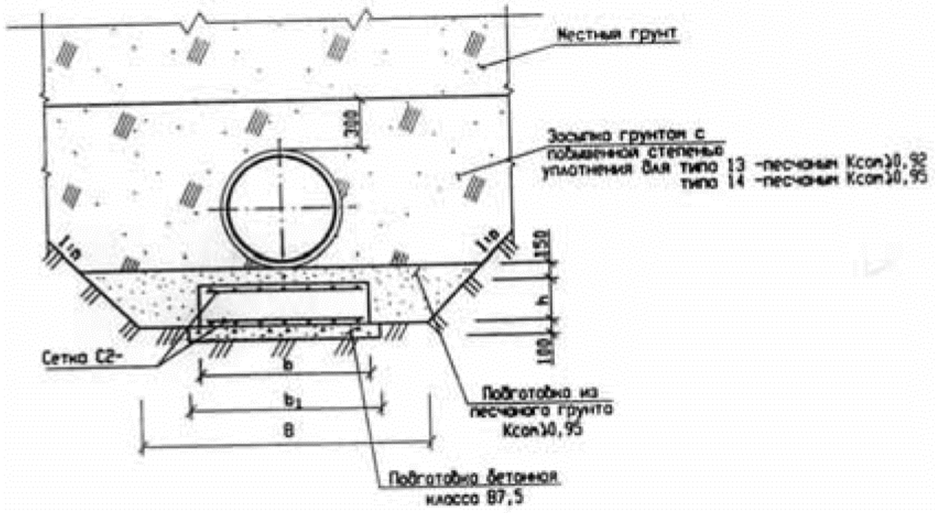
Тип 11, 12



Наружный диаметр трубы, DN, мм	Размеры, мм				Расход материалов на 10 п.м. трубопровода, м^3					
	Траншеи, В		Основания		Подготовка из песчаного грунта	Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения в траншее с откосами 1:n				
	С откосами 1:0,5 и круче	С откосами положе 1:0,5	b	h		1:0	1:0,5	1:0,75	1:0,85	1:1
160	960	660	100	25	0,25	3,98	4,92	4,09	4,28	4,56
200	1000	700	140	30	0,31	4,66	5,90	5,05	5,30	5,68
250	1050	750	180	40	0,38	5,25	6,77	5,88	6,19	6,65
315	1120	820	220	50	0,45	6,07	7,97	7,03	7,45	8,02
400	1200	900	280	60	0,54	7,09	9,54	8,68	9,17	9,90
500	1300	1000	350	75	0,66	8,37	11,57	10,79	11,43	12,39
630	1430	1130	450	90	0,81	10,10	14,43	13,81	14,68	15,98
800	1600	1300	560	120	1,05	12,48	18,51	18,26	19,47	21,28
1000	1800	1500	710	150	1,34	15,39	23,84	24,20	25,89	28,43
1200	2000	1700	850	180	1,64	18,50	29,74	30,92	33,17	36,54

1. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами.
2. Засыпка траншей производится песчаным грунтом с уплотнением Ксом ≥ 0,92, Ксом ≥ 0,95 (применение песчаных пылеватых грунтов не допускается).
3. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до Ксом ≥ 0,95.

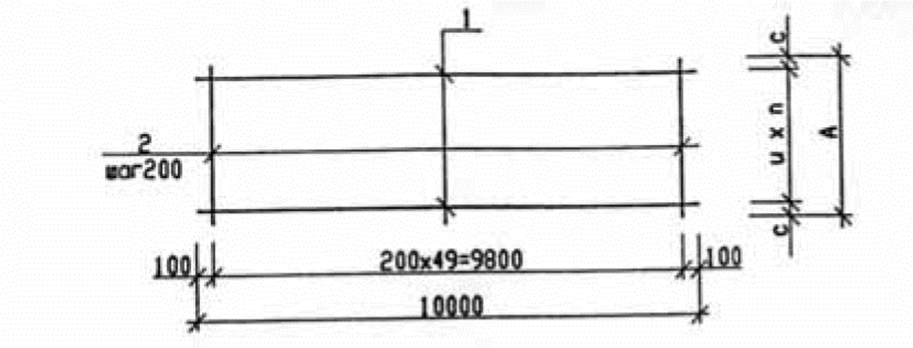
Тип 13, 14



Наружн. диаметр трубы, DN, мм	Размеры, мм							
	Траншеи B		Подготовки	Основания				
	С откосами 1:0,5 и круче	С откосами положе 1:0,5	b_1	b	h			
					$H_{зос}$=2м	$H_{зос}$=4м	$H_{зос}$=6м	$H_{зос}$=8м
800	1600	1300	1200	1100	270	320	380	-
1000	1800	1500	1400	1300				
1200	2000	1700	1600	1500				

1. Объемы работ даны при способе укладки отдельными трубами.
2. Засыпка траншей производится песчаным грунтом с уплотнением Ксом ≥ 0,92, Ксом ≥ 0,95 (применение песчаных пылеватых грунтов не допускается).
3. При укладке труб на участках пересечения с автомобильными дорогами, улицами, проездами и площадями населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытия усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину должна производиться песчаным грунтом с послойным уплотнением до Купл. ≥ 0,95.
4. Удельный вес грунта в сухом состоянии при повышенной степени уплотнения должен быть не менее 1,5 т/м^3 при засыпке песчаным грунтом и супесями и 1,6 т/м^3 при засыпке суглинками и глинами.
5. Арматурные сетки С2 – см стр.
6. Стыки внахлестку (без сварки) рабочей арматуры сеток должны иметь длину нахлестки 45d арматуры, располагаются вразбежку и составлять не более 50% общей площади сечения арматуры.

Наружн. диаметр трубы, Dн, мм	Высота засыпки Нзос,м	Марка сетки	Расход материалов на 10 п.м. трубопровода													
			Подготовка бетонная бетон В7,5, $м^3$	Основание железобетонное		Подготовка из песчаного грунта, $м^3$					Засыпка грунтом с повышенной степенью уплотнения, $м^3$				
				Бетон класса В15, $м^3$	Арматурная сталь, кг	в траншее с откосами 1:n					в траншее с откосами 1:n				
						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
800	2,0	С2-1-2	1,2	2,97	271,7	4,52	5,40	4,58	4,76	5,02	12,60	23,24	25,28	27,41	30,61
	4,0	С2-1-4		3,52	332,8	5,32	6,42	5,57	5,79	6,12	12,60	23,79	26,10	28,35	31,71
	6,0	С2-1-6		4,18	399,1	6,28	7,68	6,80	7,08	7,50	12,60	12,60	24,45	29,47	33,03
1000	2,0	С2-2-2	1,4	3,51	333,9	4,96	5,84	5,02	5,20	5,46	15,55	29,46	32,51	35,29	39,47
	4,0	С2-2-4		4,16	409,1	5,86	6,97	6,11	6,32	6,65	15,55	30,11	33,49	36,40	40,77
	6,0	С2-2-6		4,94	490,7	6,94	8,34	7,46	7,74	8,16	15,55	30,89	34,66	37,72	42,33
1200	2,0	С2-3-2	1,6	4,05	376,1	5,40	6,28	5,46	5,64	5,91	18,70	36,24	40,52	44,03	49,29
	4,0	С2-3-4		4,80	460,7	6,40	7,50	6,65	6,87	7,20	18,70	37,00	41,64	45,30	50,79
	6,0	С2-3-6		5,70	552,5	7,60	9,00	8,12	8,40	8,82	18,70	37,89	42,99	46,83	52,59



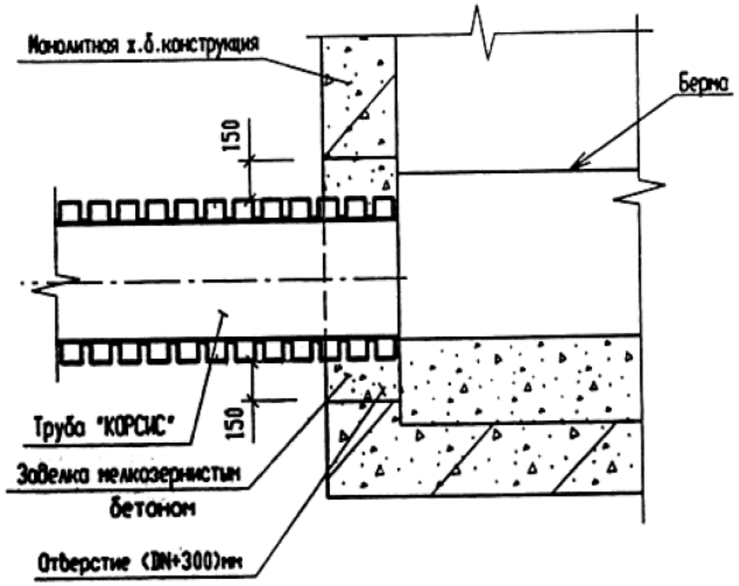
Марка изделия	Размеры, мм			n	Поз	Наименование	Кол	Масса 1 дет., кг	Масса изд., кг
	A	u	c						
С2-1-2	1050	80	45	12	1	∅ 18 А-III L=10000	13	20,0	271,7
					2	∅ 6 А-1 L=1050	50	0,233	
С2-1-4	1050	80	45	12	1	∅ 20 А-III L=10000	13	24,7	332,8
					2	∅ 6 А-1 L=1050	50	0,233	
С2-1-6	1050	80	45	12	1	∅ 22 А-III L=10000	13	29,8	399,1
					2	∅ 6 А-1 L=1050	50	0,233	
С2-2-2	1250	80	45	12	1	∅ 18 А-III L=10000	16	20,0	333,9
					2	∅ 6 А-1 L=1250	50	0,278	
С2-2-4	1250	80	45	12	1	∅ 20 А-III L=10000	16	24,7	409,1
					2	∅ 6 А-1 L=1250	50	0,278	
С2-2-6	1250	80	45	12	1	∅ 22 А-III L=10000	16	29,8	490,7
					2	∅ 6 А-1 L=1250	50	0,278	
С2-3-2	1450	80	45	17	1	∅ 18 А-III L=10000	18	20,0	376,1
					2	∅ 6 А-1 L=1450	50	0,322	
С2-3-4	1450	80	45	17	1	∅ 20 А-III L=10000	18	24,7	460,7
					2	∅ 6 А-1 L=1450	50	0,322	
С2-3-4	1450	80	45	17	1	∅ 22 А-III L=10000	18	29,8	552,5
					2	∅ 6 А-1 L=1450	50	0,322	

Ведомость расхода стали на 10 п.м железобетонного основания, кг

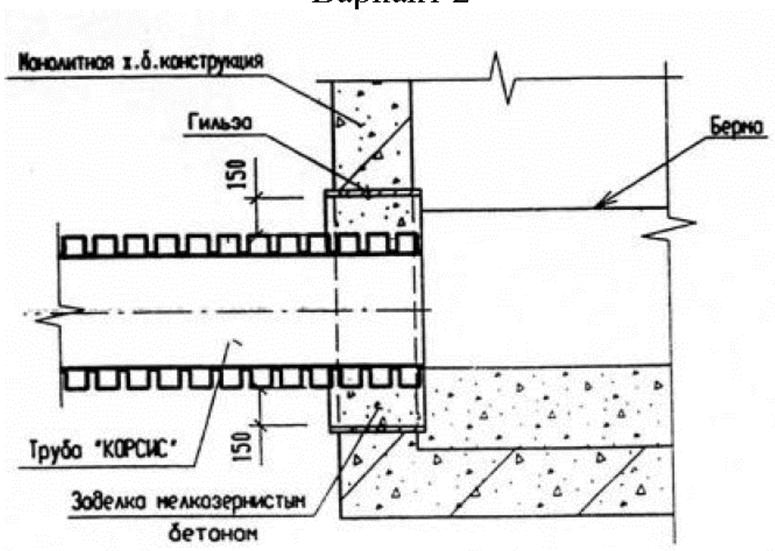
Наружн. диаметр трубы, DN, мм	Марка элемента	Изделия арматурные						
		Арматура класса						Всего
		А-1		А-III				
		ГОСТ 5781-82						
		∅ 6	Итого	∅ 18	∅ 18	∅ 18	Итого	
800	С2-1-2	11,7	11,7	260,0	-	-	260,0	271,7
	С2-1-4	11,7	11,7	-	321,1	-	321,1	332,8
	С2-1-6	11,7	11,7	-	-	387,4	387,4	399,1
1000	С2-2-2	13,9	13,9	320,0	-	-	320,0	333,9
	С2-2-4	13,9	13,9	-	395,2	-	395,2	409,1
	С2-2-6	13,9	13,9	-	-	476,8	476,8	490,7
1200	С2-3-2	16,1	16,1	360,0	-	-	360,0	376,1
	С2-3-4	16,1	16,1	-	444,6	-	444,6	460,7
	С2-3-6	16,1	16,1	-	-	536,4	536,4	552,5

Узлы присоединения трубопроводов из труб «КОРСИС» к колодцам из монолитного железобетона

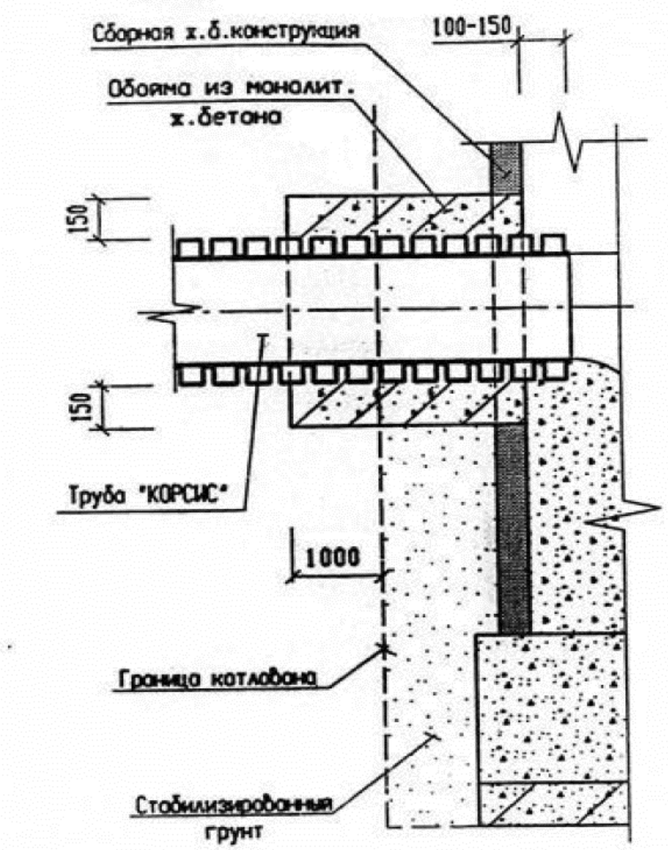
Вариант 1



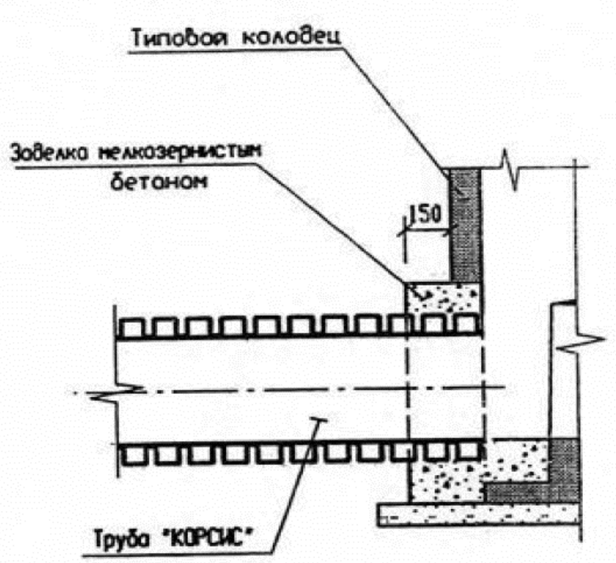
Вариант 2



Узлы присоединения трубопроводов из труб «КОРСИС» к колодцам из элементов при устройстве перепадов

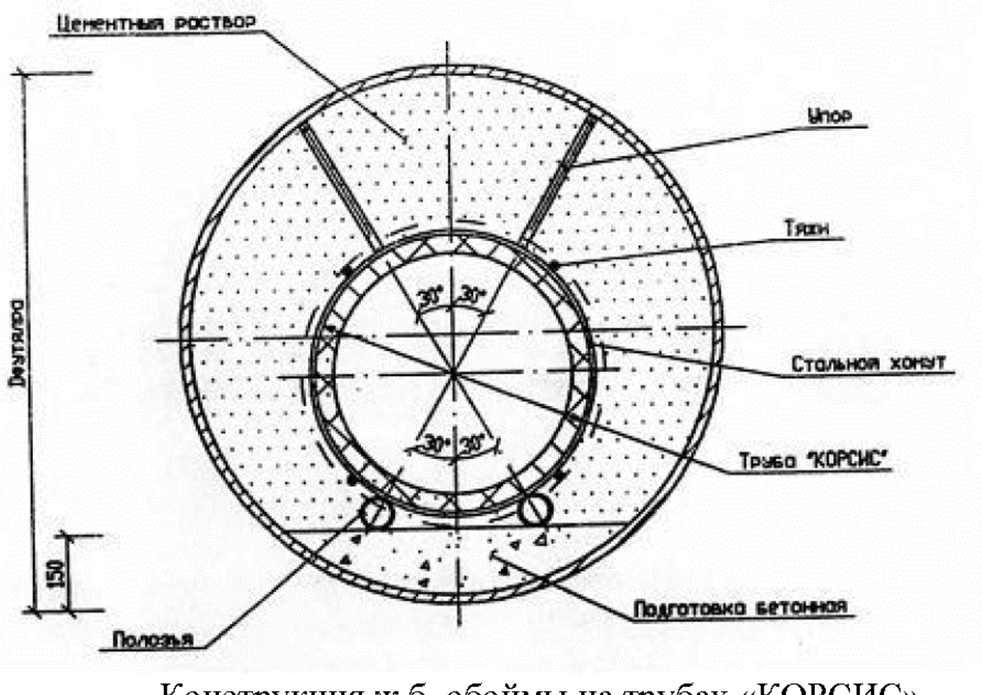


Узлы присоединения трубопроводов из труб «КОРСИС» к типовым канализационным колодцам типа КЛ, ВГ, ВС, ВД

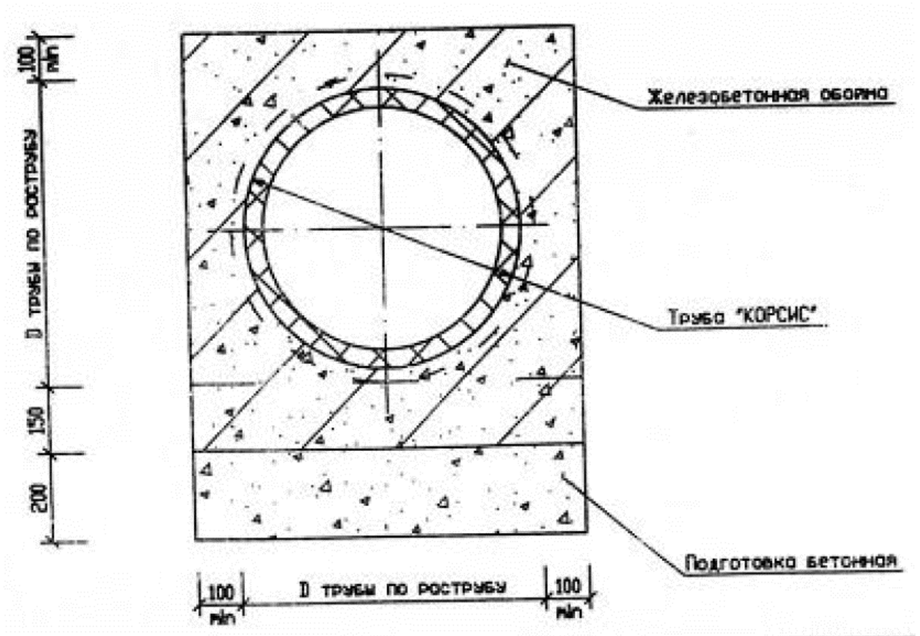


1. Не следует бетонировать трубу «КОРСИС» одновременно с обустройством стен монолитного колодца, т.к. это может вызвать деформацию трубы под тяжестью не застывшего бетона.

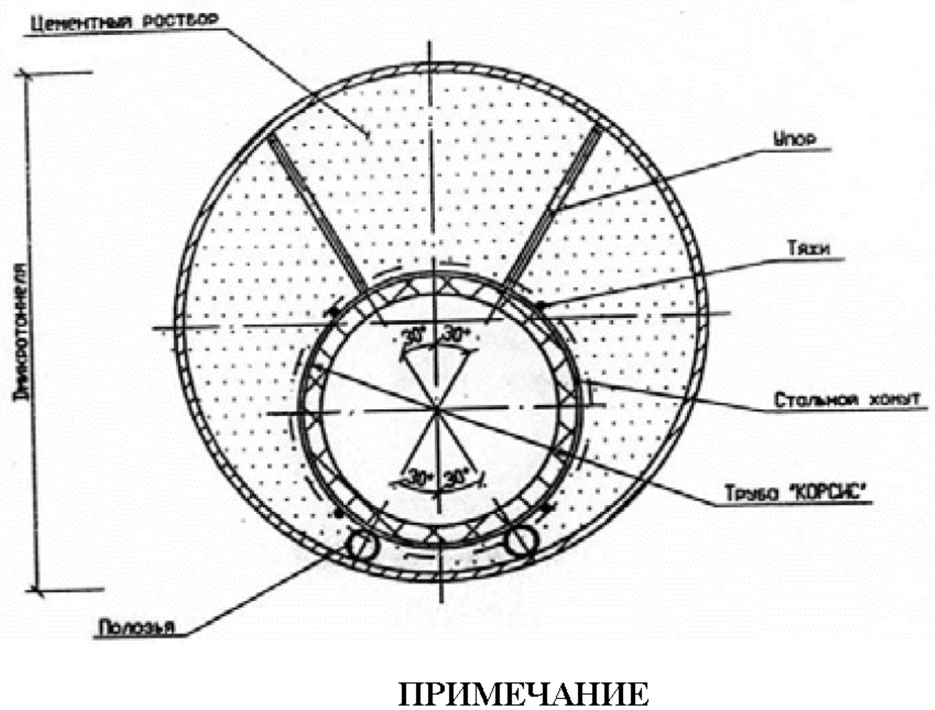
Укладка труб «КОРСИС» в стальном футляре



Конструкция ж.б. обоймы на трубах «КОРСИС»



Укладка труб «КОРСИС» в микротоннеле



ПРИМЕЧАНИЕ

1. При прокладке труб “КОРСИС” в стальных футлярах и микротоннелях необходимо разрабатывать проект крепления труб для каждого случая индивидуально.
2. Конструкция и армирование железобетонных обойм для труб “КОРСИС” необходимо разрабатывать для каждого проекта индивидуально.
3. Бетонную подготовку в стальных футлярах из монолитного бетона необходимо выполнять для обеспечения проектного уклона канализации.
4. Микротоннель сооружать с проектным уклоном канализации.
5. Заполнение межтрубного пространства необходимо заполнять цементным раствором при помощи бетононасосов.
6. Для предотвращения всплытия и деформации труб при заложении межтрубного пространства трубопровод необходимо заполнить водой.
7. Шаг хомутов и упоров должен предотвращать деформацию труб при заполнении межтрубного пространства.