

ИМПЕРИЯ  
СТРОЙ

Теплоизолированные полимерные трубы для незамерзающих водоводов канализации  
ТРУБЫ БЕЗНАПОРНЫЕ ПЭ/ППУ-ПЭ  
И  
ТРУБЫ БЕЗНАПОРНЫЕ ПЭ/ППУ-ПЭ-У  
Методические рекомендации по проектированию и монтажу  
ИЗТИ





## Оглавление

1.1	Технические характеристики трубы	5
1.2	Описание конструкции	5
1.3	Слой теплоизоляции	6
1.4	Несущая труба и труба-оболочка	6
1.5	Кабель-канал	7
1.6	Центрирующая опора	8
1.7	Маркировка труб	8
<b>2.</b>	<b>Номенклатура труб и соединительных деталей</b>	<b>9</b>
2.1	Труба безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ	9
2.2	Труба безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ-У	10
2.3	Труба подгоночная безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ-У	11
2.4	Соединительные детали безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)	12
2.4.1	Отвод 15 <sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ	12
2.4.2	Отвод 30 <sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ	13
2.4.3	Отвод 45 <sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ.	14
2.4.4	Отвод 60 <sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ	15
2.4.5	Отвод 90 <sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ	16
2.4.6	Типы отводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ(У)	17
2.4.7	Тройник 45 <sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ.	18
2.4.8	Тройник 90 <sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ.	19
2.4.9	Типы тройников безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.	21
2.4.10	Тройники 45 <sup>0</sup> и 90 <sup>0</sup> безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ-У с гермовыводами.	23
2.4.11	Ревизии 45 <sup>0</sup> безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У).	26
2.4.12	Ревизии 90 <sup>0</sup> безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)	28
2.4.13	Переходы эксцентрические безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)	29
2.4.14	Переходы безнапорные-напорные и напорные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ	31
2.4.15	Законцовки безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)	32
2.4.16	Элемент вывода обогревающих кабелей	33
2.4.17	Ревизии 45 <sup>0</sup> и 90 <sup>0</sup> с гермовыводами для ОК.	36
2.4.18	Элемент вывода кабелей термодатчиков.	37

2.4.19	Элемент вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков.	38
2.4.20	Ревизия 45 <sup>0</sup> или 90 <sup>0</sup> с гермовыводами для ОТ-ДТ	40
2.4.21	Тройниковые присоединения с ревизией и гермовыводами для ОК.	41
2.4.22	Заглушки предизолированные безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У).	43
2.4.23	Кожух защитный разъемный для муфтовых соединений	46
2.4.24	Отвод с ревизией и гермовыводами для нагревательных лент	47
<b>3.</b>	<b>Комплектующие материалы и оборудование</b>	<b>49</b>
3.1	Колодцы сварные полиэтиленовые с внутренней разводкой.	49
3.2	Муфты для безнапорных гофрированных труб	49
3.1	Уплотнительное кольцо для труб безнапорных гофрированных	50
3.2	Переход безнапорный напорный (гофрированная-гладкая)	51
3.3	Материалы для герметизации стыков и отверстий в наружных муфтах	51
3.4	Материалы для ремонта и подгонки трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ	53
3.5	Нагревательные ленты.	54
3.6	Соединительные коробки.	56
3.7	Регуляторы температуры	61
3.8	Шкафы электрические низковольтные.	62
3.9	Комплектующие изделия и материалы для устройства системы обогрева.	63
<b>4.</b>	<b>Проектирование трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ(У)</b>	<b>66</b>
4.2	Тепловое расширение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.	66
4.3	Расчет на прочность и устойчивость трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ	68
4.4	Надземная прокладка.	75
4.5	Проектирование систем электрического обогрева.	76
4.5.1	Тепловые режимы работы трубопровода	76
4.5.2	Расчет тепловых режимов.	76
4.5.3	Исходные данные	81
4.5.4	Расчет количества нагревательных секций.	82
4.5.5	Расчет номинальной и максимальной мощности системы.	83
4.5.6	Расчет необходимого количества элементов вывода обогревающего кабеля.	83

4.5.7	Выбор пусковой аппаратуры.	83
4.5.8	Линии силового питания кабеля управления.	84
4.5.9	Выводы питающих кабелей и кабелей управления на ковер.	85
4.5.10	Соединение кабель-каналов.	86
4.5.11	Система автоматического регулирования температуры.	87
<b>5</b>	<b>Монтаж трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.</b>	<b>89</b>
5.1	Транспортировка и хранение.	89
5.2	Укладка труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.	90
5.3	Соединение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ	94
5.4	Соединение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ с трубами других систем.	96
5.5	Угол поворота, радиус изгиба и отклонение от прямолинейности.	97
5.6	Соединение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ с колодцами.	97
5.7	Подгонка длины труб на участках между колодцами.	99
5.8	Тепло и гидроизоляция стыков на ремонтных участках.	101
5.9	Прокладка в особых условиях.	101
5.9.1	Подрабатываемые территории.	102
5.9.2	Районы с просадочными и пучинистыми грунтами.	102
5.9.3	Прокладка в многолетнемерзлых грунтах.	105
5.9.4	Пересечение заболоченных участков и водных преград, баллапировка.	105
5.10	Прокладка на сейсмоактивных территориях.	106
5.11	Установка коверов(шкафов), муфтовые и разъемные соединения.	107
5.12	Монтаж датчиков температуры.	108
5.13	Испытания на герметичность, приемка работ.	108

## 1. Техническое описание трубы и область применения

### 1.1 Технические характеристики трубы

В зонах распространения вечномёрзлых грунтов, а также в северных районах эксплуатация сетей канализации осуществляется в особых условиях.

В средней полосе РФ, также возникает необходимость прокладки инженерных сетей выше глубины промерзания грунта или применяется надземная прокладка. В связи с этим появляется необходимость в применении новых материалов и технологий строительства. Таким потребностям соответствует применение труб и соединительных деталей предизолированных безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ(У), которые выпускаются согласно СТО 71807835-001-2018 Изм.1

Трубы гофрированные предизолированные предназначены для строительства сетей хозяйственно-бытовой канализации, безнапорной и ливневой канализации, водостоков, сброса промышленных стоков в любых зонах климатического районирования (в том числе в районах Крайнего Севера).

Возможно строительство наружной прокладки, в том числе устройство ливневой канализации на мостовых переходах с помощью труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ(У), при условии защиты полиэтиленовой оболочки от прямых солнечных лучей.

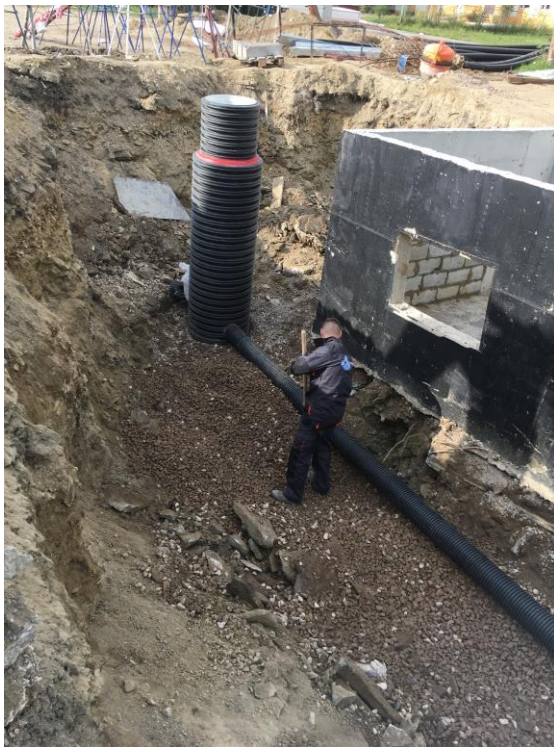


Фото 1. Строительство безнапорной хозяйственно-бытовой канализации в п. Серебряный Бор (Нерюнгринский район).

### 1.2 Описание конструкции

Конструкция трубы безнапорной предизолированной представляет собой многослойную конструкцию из трубы гофрированной, несущей, трубы гофрированной оболочки и межтрубное пространство заполнено пенополиуретаном.

Трубы безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ-У дополнительно имеют кабель-канал, для устройства ленты нагревательной.

Возможно изготовление труб безнапорных предизолированных ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У различных классов кольцевой жесткости (SN).

SN- это величина кратковременной кольцевой жесткости округленная до большего значения кратковременной кольцевой жесткости из ряда 30,32,34 70,72,74 (кН/м<sup>2</sup>). Это значение показывает нагрузку на единицу площади поверхности оболочки трубы безнапорной гофрированной ПЭ/ППУ-ПЭ, которая соответствует 3% поперечной деформации оболочки трубы при испытаниях – без учета бокового отпора грунта. Трубы безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У имеют класс кратковременной кольцевой жесткости (G<sub>0</sub>) не менее значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Типоразмер	SN рабочей трубы/SN трубы-оболочки	
	SN8/SN6	SN8/SN8
110/200	60	70
160/250	40	50
250/400	40	50
315/500	70	80
400/630	70	80
500/800	70	80

### 1.3 Слой теплоизоляции

В многослойной конструкции труб и соединительных деталей предизолированных, в качестве теплоизоляционного слоя используется пенополиуретан (ППУ). Толщина теплоизоляции труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ равна толщине теплоизоляции соединительных деталей, вместе с тем соединительные детали безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ-У могут иметь на отдельных участках увеличенную толщину теплоизоляции. Торцы тепловой изоляции труб и фасонных изделий имеют гидроизоляционное мастичное покрытие. По заявке потребителей гидроизоляционное покрытие может не наноситься или могут применяться полиэтиленовые торцевые заглушки теплоизоляции (ТЗИ). Характеристики тепловой изоляции из пенополиуретана предизолированных труб и соединительных деталей должны соответствовать таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Значение
1. Кажущаяся плотность , кг/м <sup>3</sup> , не менее	50
2. Прочность при сжатии при 10%-ной деформации в радиальном направлении, Мпа, не менее	0,3
3. Теплопроводность пенополиуретана, при температуре среднего слоя теплоизоляции менее 0 <sup>0</sup> С, Вт/м <sup>0</sup> С, не более	0,03
4. Водопоглощение пенополиуретана за 24 часа, % по объему, не более	3

### 1.4 Несущая труба и труба-оболочка

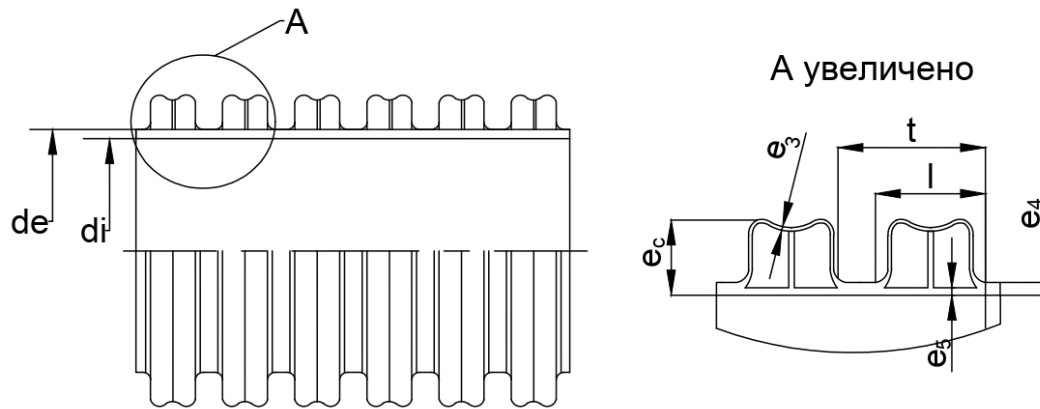


Рисунок 1. Конструкция трубы безнапорной гофрированной

В качестве несущей трубы и трубы-оболочки используют двухслойные трубы с гофрированной стенкой. Трубы гофрированные применяют различных классов кольцевой жесткости (SN). SN- это величина нагрузки на трубу при испытаниях, округления до ближайшего наименьшего значения кратковременной кольцевой жесткости из ряда 2,4,6,... 40,42 кН/м<sup>2</sup> и т.д.

Конструкция трубы приведена на рисунке 1. Материал трубы – полиэтилен, соответствует характеристикам, которые указаны в таблице 3.

Класс кратковременной кольцевой жесткости труб безнапорных гофрированных (SN) показывает величину нагрузки на единицу площади поверхности трубы (кН/м<sup>2</sup>), при 3% деформации ее вдоль вертикального диаметра без учета бокового отпора грунта.

Таблица 3

Наименование показателя	Размерность	Значение
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	950-962
Индекс расплава	г/10 мин	0,4-07
Предел текучести при растяжении	МПа	20-25
Относительное удлинение при разрыве	%	>600
Температура хрупкости	0С	<-70
Модуль изгиба	МПа	1000-1200
Ударная прочность	кДж/м <sup>2</sup>	Нет разрыва
Коэффициент теплового расширения	мм/м0С	0,17

### 1.5 Кабель-канал

Обогрев трубопроводов предизолированных безнапорных гофрированных производится системами распределенного электрического обогрева. В качестве тепловыделяющих элементов в системах резистивного обогрева используются саморегулирующиеся нагревательные ленты (кабели). Протяжка обогревающих кабелей производится в кабель - каналах в процессе монтажа труб. Наличие кабель - каналов обеспечивает ремонтпригодность трубных систем в эксплуатационных условиях, поскольку замена обогревающих секций может производиться без остановки работы трубопровода.

Для протяжки саморегулирующихся нагревательных лент применяются полиэтиленовые кабель - каналы плоского или круглого сечения. Полиэтиленовые кабель - каналы круглого



сечения из труб по ГОСТ 18599 с наружным диаметром **20 мм** применяются преимущественно в фасонных изделиях, а также на концевых участках труб и изделий. В фасонных изделиях с выводами кабель - каналов предназначенными для установки в процессе монтажа герметичных камер (для законцовки или для выполнения муфтовых соединений с питающим кабелем) выводы кабель- каналов имеют диаметр **25 мм**. Кабель - канал *в самотечных трубопроводах всегда должен быть расположен на 6 часов* по направлению движения транспортируемой среды.

### 1.6 Центрирующая опора

В процессе производства многослойной конструкции предизолированной напорной трубы используются центрирующие опоры, предназначенные для соблюдения соосности между несущей трубой и защитной оболочкой.

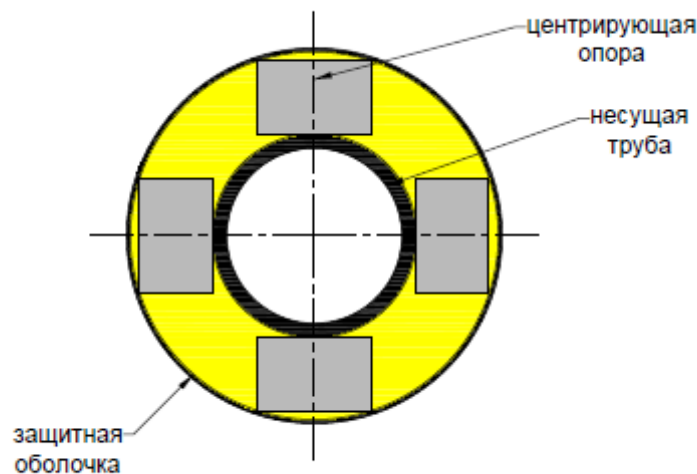


Рисунок 2. Местоположение центрирующих опор.

### 1.7 Маркировка труб

Трубы предизолированные безнапорные гофрированные и соединительные детали, имеют маркировку, содержащую следующую информацию:

- наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак;
- условное обозначение изделия;
- номер партии;
- дату изготовления.

Маркировка наносится на поверхность защитной оболочки на расстоянии не менее 200мм от торца изоляции, яркой и контрастной несмываемой краской с помощью трафарета вручную или штампом, или другим способом, обеспечивающим её сохранность в процессе хранения и транспортировки. На неизолированную поверхность рабочей трубы и на защитную оболочку на расстоянии не менее **250 мм** от края оболочки приклеиваются этикетки со штрих кодом. По согласованию с заказчиком, при необходимости указания дополнительной информации, возможно отображать ее на определенных изделиях.

## 2. Номенклатура труб и соединительных деталей

### 2.1 Труба безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ

Труба безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из следующих элементов:

- внутренняя (рабочая) полиэтиленовая труба с двухслойной гофрированной стенкой, выполненная по ГОСТ Р 54475-2011, имеющая гладкий внутренний слой белого цвета из полиэтилена с наружным гофрированным слоем полиэтилена в виде гофр, с установленной на одном конце рабочей трубы в заводских условиях муфтой;
- теплоизоляционный слой из пенополиуретана (ППУ);
- защитная труба-оболочка с двухслойной гофрированной стенкой по ГОСТ Р 54475-2011, имеющая гладкий внутренний слой белого цвета из полиэтилена с наружным гофрированным слоем полиэтилена в виде гофр;
- эластичное резиновое уплотнительное кольцо, обеспечивающее герметичность соединения рабочих труб при монтаже;
- торцевые полиэтиленовые заглушки теплоизоляции (ТЗИ), предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции.

Конструкция трубы гофрированной предизолированной с муфтой представлена на рисунке 2.

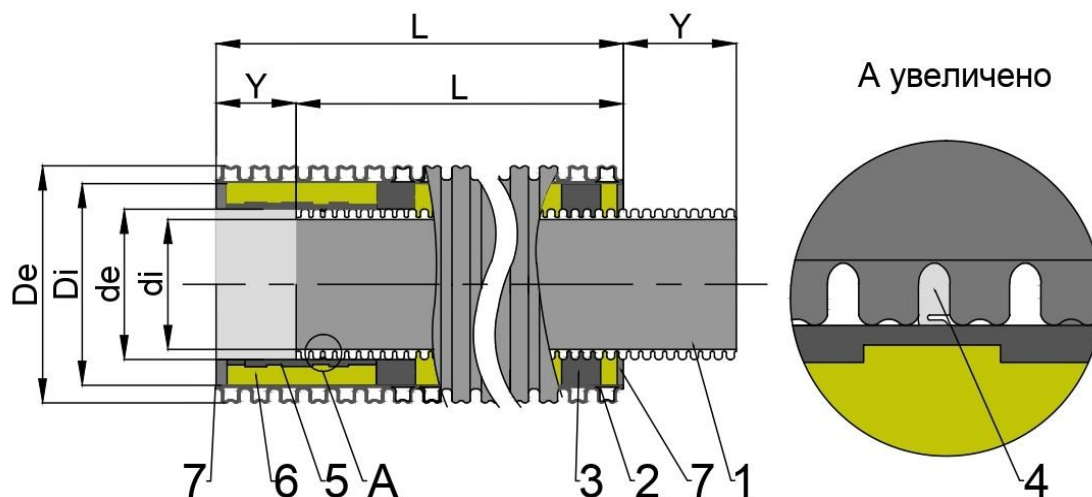


Рисунок 3

Конструкция трубы предизолированной с муфтой и уплотнительными кольцами: 1- внутренняя труба гофрированная по ГОСТ Р 54475-2011; 2- труба-оболочка гофрированная по ГОСТ Р 54475-2011; 3- центратор; 4- уплотнительное кольцо; 5- муфта; 6- ППУ-изоляция; 7-торцевая заглушка изоляции.

Трубы предизолированные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ поставляют в отрезках до **6 м** или другой длины по согласованию с заказчиком. Предельное отклонение длины **L** от номинальной  $\pm 1\%$ . Трубы предизолированные гофрированные допускается подрезать (подгонка по длине) со стороны патрубка на любую длину.

Трубы предизолированные гофрированные всегда ориентируют по направлению потока: муфта → патрубок.

**Обозначение при заказе производства:**

Труба предизолированная гофрированная, выполненная из трубы гофрированной по ГОСТ Р 54475-2011 с номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке по ГОСТ Р54475-2011 номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:

**Труба безнапорная ГОСТ Р54475-2011 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807835-001-2018**

Характеристики труб приведены в таблице 4.

Таблица 4

Типоразмер трубы (de/De)	Номинальные размеры внутренней трубы		Номинальные размеры трубы-оболочки		Расчетная толщина слоя ППУ, мм	Номинальная длина торцов труб Y, мм	Расчетная масса 1 метра трубы, кг
	Наружный диаметр de, мм	Внутренний диаметр di, мм	Наружный диаметр De, мм	Внутренний диаметр Di, мм			
110/200	110	91	200	176	33,0	90	4,3
160/250	150	139	250	216	28,0	100	6,4
200/315	200	176	315	271	35,5	110	9,5
250/400	250	216	400	343	46,5	115	14,8
315/500	315	271	500	427	56,0	135	22,3
400/630	400	343	630	535	67,5	160	32,9
500/800	500	427	800	678	89,0	188	56,6
630/1000	630	535	1000	851	110,5	225	82,2
800/1200	800	678	1200	1030	115,0	250	120,0

**Примечание:**

1. Трубы и соединительные детали предизолированные гофрированные безнапорные могут быть использованы для наружной прокладки напорной канализации, они имеют защитную оболочку из оцинкованной стали, производятся согласно СТО 71807835-001-2018
2. При расчете масс труб и фасонных изделий значение плотности ПЭ принимается равным 950 кг/м<sup>3</sup>, плотность ППУ- 60 кг/м<sup>3</sup>.

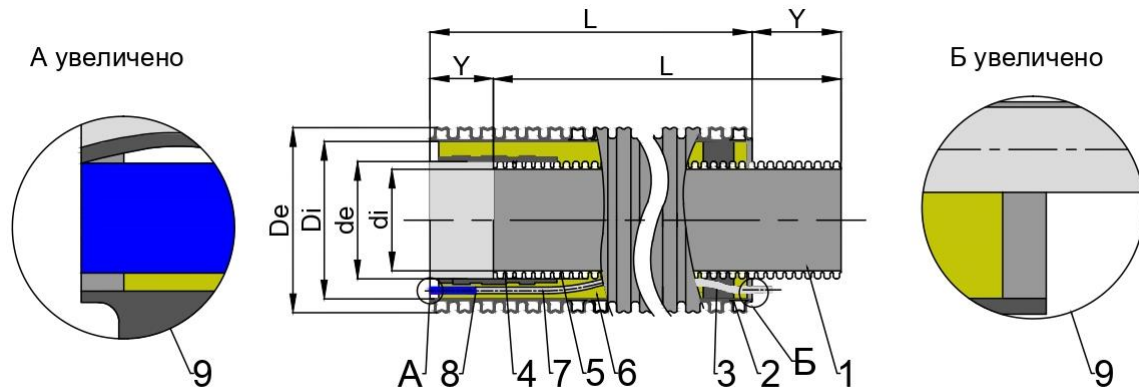
**2.2 Труба безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ-У**

Труба предизолированная гофрированная безнапорная ПЭ/ППУ-ПЭ-У (с кабель-каналом) представляет собой многослойную конструкцию, аналогичную трубе предизолированной гофрированной безнапорной ПЭ/ППУ-ПЭ (без кабель-канала), отличие только в наличии кабель-канала, который в наименовании трубы обозначается буквой «У». Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на концах трубы, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой (ППУ) теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру. За исключением коротких концевых участков для улучшения теплообмена кабель - каналы интегрированы в гофры рабочей трубы. Трубы предизолированные

гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У допускают возможность обрезки только со стороны патрубка (обрезка патрубка и оболочки) на длину не более **50 мм**.

Подгонка длины производится только со стороны патрубка.

Конструкция трубы предизолированной гофрированной безнапорной ПЭ/ППУ-ПЭ-У представлена на рисунке 3.



*Рисунок 3.* Конструкция трубы предизолированной с встроенным кабель-каналом, муфтой и уплотнительными кольцами: 1 - внутренняя труба гофрированная по ГОСТ Р 54475-2011; 2 - труба-оболочка гофрированная по ГОСТ Р 54475-2011; 3- центратор; 4- уплотнительное кольцо; 5- муфта; 6- ППУ-изоляция; 7- кабель-канал; 8- полиэтиленовая соединительная муфта на кабель-канале; 9- Торцевая заглушка изоляции.

**Обозначение при заказе производства:**

*Труба предизолированная гофрированная, выполненная из трубы гофрированной по ГОСТ Р 54475-2011 с номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке по ГОСТ Р 54475-2011 номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8, с кабель-каналом:*

**Труба безнапорная ГОСТ Р 54475-2011 0110 SN8/ППУ-0200 SN8–У СТО71807835-001-2018**

**Примечание:**

*Обрезка труб предизолированных гофрированных безнапорных на длину более 50 мм со стороны патрубка не допускается т.к. при этом нарушается герметичность соединения и происходит осевое смещение кабель-каналов.*

**2.3 Труба подгоночная безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ-У**

Труба подгоночная безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ-У предназначена для установки на конечном участке трубопровода между колодцами. Ее можно обрезать (кроме начального участка равного длине муфты) со стороны патрубка на значения длин с шагом равным шагу гофр оболочки трубы. Возможность обрезки достигается за счет того, что кабель - канал прокладывается в данной подгоночной трубе поверх гофр рабочей трубы. Длина подгоночной трубы составляет **1000 мм**. Конструкция подгоночной трубы

представлена на рисунке 4.

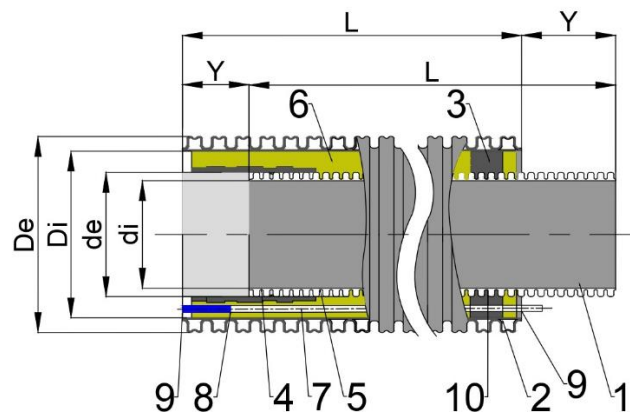


Рисунок 4. Конструкция подгоночной трубы предизолированной с встроенным кабель-каналом, муфтой и уплотнительными кольцами: 1- внутренняя труба гофрированная по ГОСТ Р 54475-2011; 2- труба-оболочка гофрированная по ГОСТ Р 54475-2011; 3- центратор; 4- уплотнительное кольцо; 5- муфта; 6- ППУ-изоляция; 7- кабель-канал; 8- полиэтиленовая соединительная муфта на кабель-канале; 9- Торцевая заглушка изоляции; 10- теплопередающий слой.

Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на концах трубы, предназначены для гидроизоляции пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру. После образки подгоночной трубы на торец ППУ теплоизоляции рекомендуется нанести не менее 3-х слоев мастичной гидроизоляции.

**Обозначение при заказе:**

*Труба подгоночная предизолированная гофрированная, выполненная из трубы гофрированной по ГОСТ Р 54475-2011 с номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке по ГОСТ Р 54475-2011 номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8, с кабель-каналом:*

**Труба подгоночная безнапорная ГОСТ Р54475-2011 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 –У СТО71807835-001-2018**

Характеристики подгоночной трубы приведены в таблице 3.

**2.4 Соединительные детали безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)**

**2.4.1 Отвод 15<sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ**

Отводы предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У применяют в местах изменения направления трубопроводов, при этом отводы, как правило, размещают в колодцах, камерах совместно с

ревизией (прочисткой). Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на отводах, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

**Обозначение при заказе:**

Отвод 15° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:

**Отвод 15 гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

Конструкция отвода 15° предизолированного гофрированного безнапорного представлена на рисунке 5.

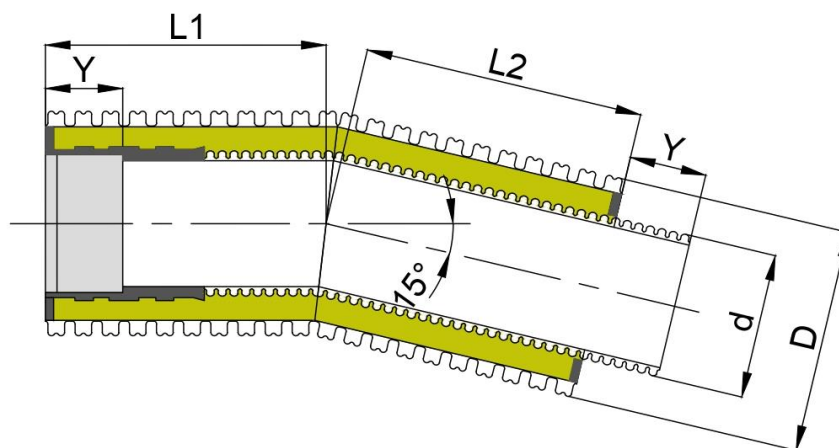


Рисунок 5.

Конструкция отвода 15° предизолированного гофрированного безнапорного.

В таблице 5 приведены характеристики отводов 15° предизолированных гофрированных безнапорных.

Таблица 5

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	15°			
		L1, мм	L2, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	213	213	90	2,1
160	250	249	249	100	3,6
200	315	308	267	110	6,1
250	400	411	411	115	13,3
315	500	411	351	135	19,2
400	630	483	408	160	32,8

\*Расчетная масса труб гофрированных, выполненных по ГОСТ Р 54475-2011 приведенная в таблице и далее в последующих таблицах соответствует классу кратковременной кольцевой жесткости SN8.

**2.4.2 Отвод 30° безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ**

Отводы предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У применяют в местах изменения направления трубопроводов, при этом отводы, как правило, размещают в колодцах, камерах совместно с ревизией (прочисткой). Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на отводах, предназначены для гидроизоляции торцов

пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкция отвода 30° предизолированного гофрированного безнапорного представлена на рисунке 6.

**Обозначение при заказе:**

*Отвод 30° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:*

**Отвод 30 гр. безнапорный 0110 SN8ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

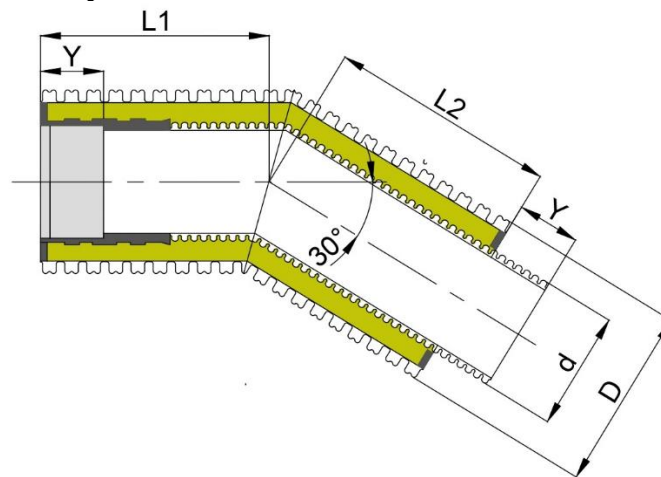


Рисунок 6.

Конструкция отвода 30° предизолированного гофрированного безнапорного.

В таблице 6 приведены характеристики отводов 30° предизолированных гофрированных безнапорных.

Таблица 6

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	30°			
		L1, мм	L2, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	228	211	90	2,1
160	250	261	234	100	3,6
200	315	330	288	110	6,5
250	400	487	445	115	15,0
315	500	517	407	135	22,9
400	630	740	671	160	50,4

2.4.3 Отвод 45° безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ.

Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на отводах, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру. Конструкция отвода 45° предизолированного гофрированного безнапорного

представлена на рисунке 7.

**Обозначение при заказе:**

Отвод 45° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:

**Отвод 45гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

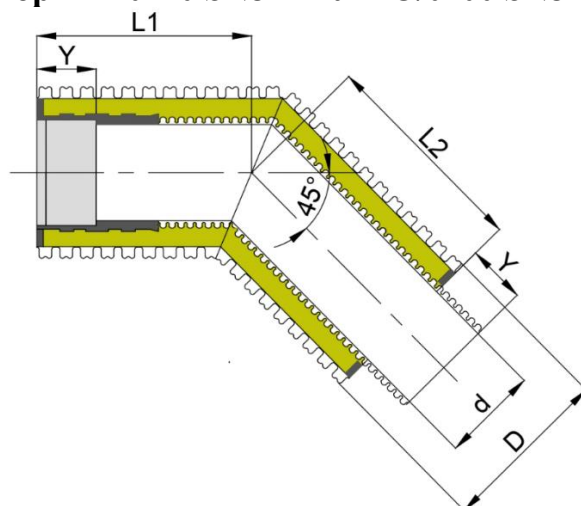


Рисунок 7. Конструкция отвода 45<sup>0</sup> предизолированного гофрированного безнапорного.

В таблице 7 приведены характеристики отводов 45<sup>0</sup> предизолированных гофрированных безнапорных.

Таблица 7

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	45 <sup>0</sup>			
		L1, мм	L2, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	221	186	90	2,0
160	250	377	377	100	5,3
200	315	403	400	110	8,3
250	400	473	466	115	15,4
315	500	611	431	135	27,4

**2.4.4 Отвод 60<sup>0</sup> безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ**

Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на отводах, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкция отвода 60<sup>0</sup> предизолированного гофрированного безнапорного представлена на рисунке 8.



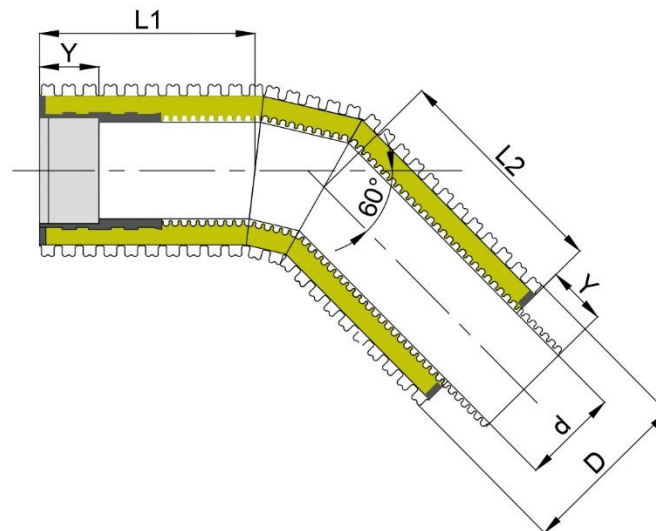


Рисунок 8. Конструкция отвода 60° предизолированного гофрированного безнапорного.

**Обозначение при заказе:**

Отвод 60° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:

**Отвод 60 гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

В таблице 8 приведены характеристики отводов 60° предизолированных гофрированных безнапорных.

Таблица 8

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	60°			
		L1, мм	L2, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	362	313	90	3,0
160	250	397	370	100	5,1
200	315	491	449	110	9,3
250	400	562	513	115	16,4
315	500	665	607	135	29,7
400	630	779	788	160	53,4

2.4.5 Отвод 90° безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ

Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на отводе, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкция отвода 90° предизолированного гофрированного безнапорного представлена на рисунке 9.

В таблице 9 приведены характеристики отводов 90° предизолированных гофрированных

безнапорных.

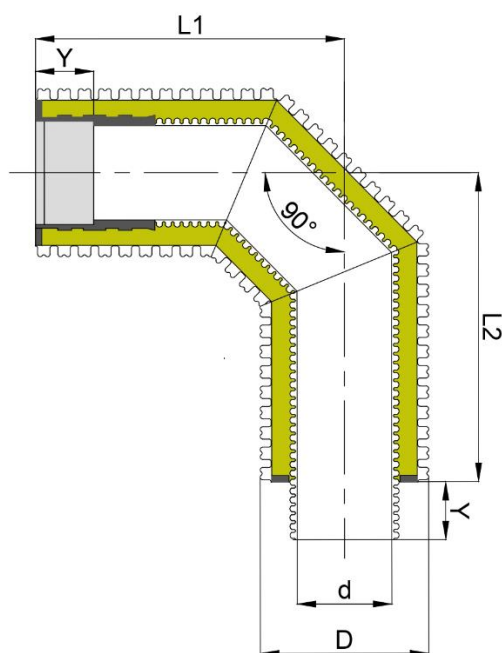


Рисунок 9. Конструкция отвода 90° предизолированного гофрированного безнапорного.

**Обозначение при заказе:**

Отвод 90° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:

**Отвод 90 гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

Таблица 9

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	90°			
		L1, мм	L2, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	419	399	90	3,4
160	250	558	558	100	7,0
200	315	632	632	110	11,7
250	400	713	710	115	20,3
315	500	703	703	135	30,5
400	630	932	1006	160	60,9

2.4.6 Типы отводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ(У)

Как уже отмечалось выше, отводы 15, 30, 60, 90 градусов ПЭ/ППУ-ПЭ-У отличаются от отводов ПЭ/ППУ-ПЭ наличием полиэтиленового кабель – канала, предназначенного для протяжки саморегулирующейся нагревательной ленты. Кабель - каналы соединяются при

сборке по принципу «муфта-патрубок». Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на отводах, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

В зависимости от расположения кабель - каналов, отводы предизолированные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ могут быть следующих типов:

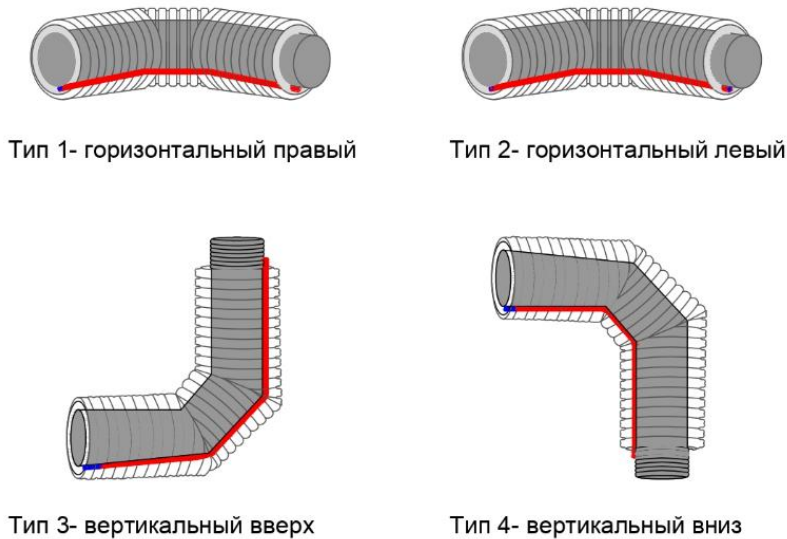


Рисунок 10. Типы отводов по расположению кабель-канала и греющего кабеля.

**Примечание:**

Направление потока рабочей среды принимается всегда от муфты к патрубку.

**Обозначение при заказе:**

Отвод 90° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8, с кабель-каналом:

**Отвод 90 гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8-У СТО71807-001-2018**

Характеристики отводов предизолированных гофрированных безнапорных с кабель-каналом ПЭ/ППУ-ПЭ-У соответствуют характеристикам отводов без кабель-канала ПЭ/ППУ-ПЭ, и приведены в таблицах 5-9.

**2.4.7 Тройник 45° безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ.**

Тройник горизонтальный предназначен для устройства присоединений, его устанавливают в местах присоединений в смотровых колодцах безлоткового типа, в камерах и проветриваемых подпольях. Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на патрубках тройников, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкция тройника 45° предизолированного гофрированного безнапорного представлена на рисунке 11.

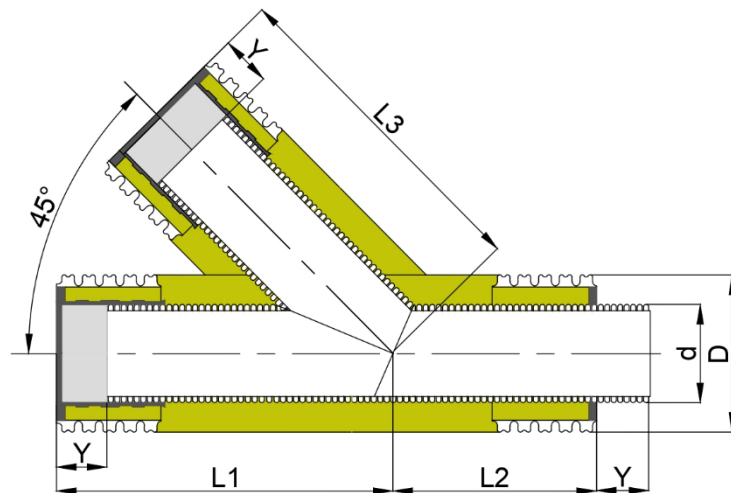


Рисунок 11. Конструкция тройника 45° предизолированного гофрированного безнапорного.

**Обозначение при заказе:**

Тройник 45° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:

**Тройник 45гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

В таблице 10 приведены характеристики тройников 45° предизолированных гофрированных безнапорных.

Таблица 10

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	L1, мм	L2, мм	L3, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	474	271	474	90	5,2
160	250	584	421	584	100	8,8
200	315	692	439	692	110	14,4
250	400	827	523	827	115	32,9
315	500	992	636	992	135	50,1
400	630	1216	841	1216	160	94,9

\* По заявке потребителей тройники 45° предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У могут быть изготовлены с увеличенными значениями L1, L2, L3 и H.

2.4.8 Тройник 90° безнапорный гофрированный ПЭ/ППУ-ПЭ.

Тройник вертикальный предназначен для устройства присоединений в колодцах, камерах, а также в проветриваемых подпольях. Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ), установленные на патрубках тройников, предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкция тройника 90° предизолированного гофрированного безнапорного. представлена на рисунке 12.

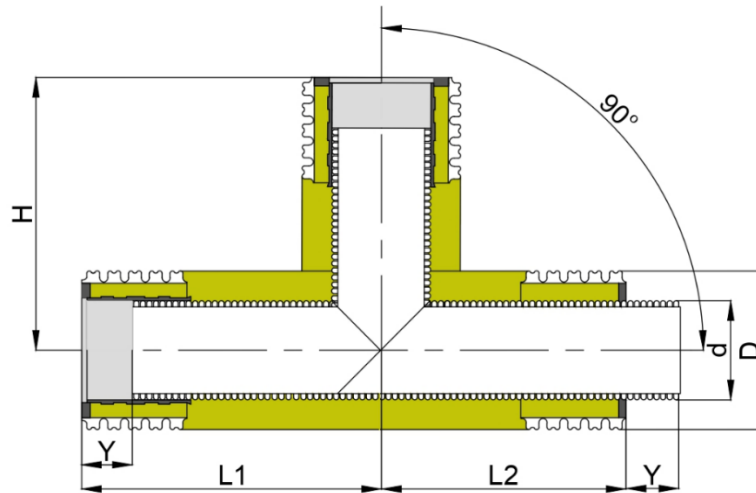


Рисунок 12. Конструкция тройника 45° предизолированного гофрированного безнапорного.

**Обозначение при заказе:**

Тройник 90° предизолированный гофрированный безнапорный номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:

**Тройник 90гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

В таблице 11 приведены характеристики тройников 90° предизолированных гофрированных безнапорных.

Таблица 11

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	L1, мм	L2, мм	H, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	351	390	351	90	4,9
160	250	412	492	412	100	8,9
200	315	466	532	466	110	14,6
250	400	554	665	554	115	27,8
315	500	648	763	648	135	47,7
400	630	783	993	783	160	90,8

*Примечание:* В условных обозначения предизолированных гофрированных безнапорных тройников (без кабель-канала) тип тройника не указывается. По заявке заказчика тройники 900 могут быть изготовлены с измененными значениями L1, L2 и H.

#### 2.4.9 Типы тройников безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.

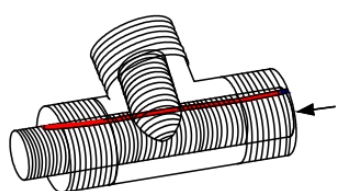
Тройники предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У отличаются наличием полиэтиленовых кабель - каналов, расположенных на 6 часов (Рисунок13), предназначенных для протяжки в процессе монтажа саморегулирующихся нагревательных лент, а также наличием у тройников типов 13...15 «ступенчатой» наружной оболочки (с наружными диаметрами оболочки D и D1).

#### Обозначение при заказе:

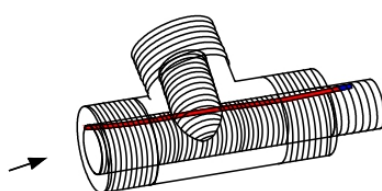
*Тройник 90° предизолированный гофрированный безнапорный тип 1 номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:*

#### Тройник 90гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 1 СТО71807-001-2018

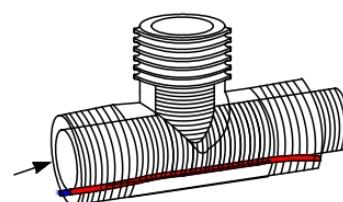
Кабель - каналы в трубах предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У для улучшения теплообмена интегрированы в гофры рабочей трубы, за исключением коротких концевых участков. Кабель – каналы соединяются при сборке по принципу «муфта - патрубков». В зависимости от ориентации кабель каналов, тройники предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У могут быть различных типов (рисунок 13).



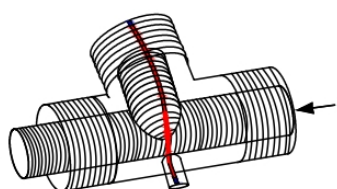
Тройник горизонтальный левый  
Тип 1



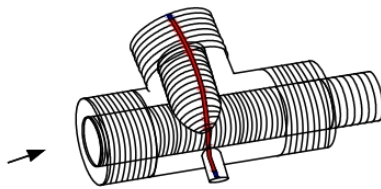
Тройник горизонтальный правый  
Тип 2



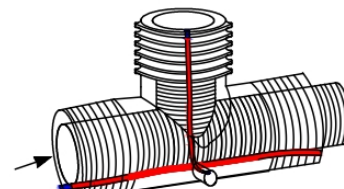
Тройник вертикальный  
Тип 3



Тройник горизонтальный левый  
Тип 4



Тройник горизонтальный правый  
Тип 5



Тройник вертикальный  
Тип 6

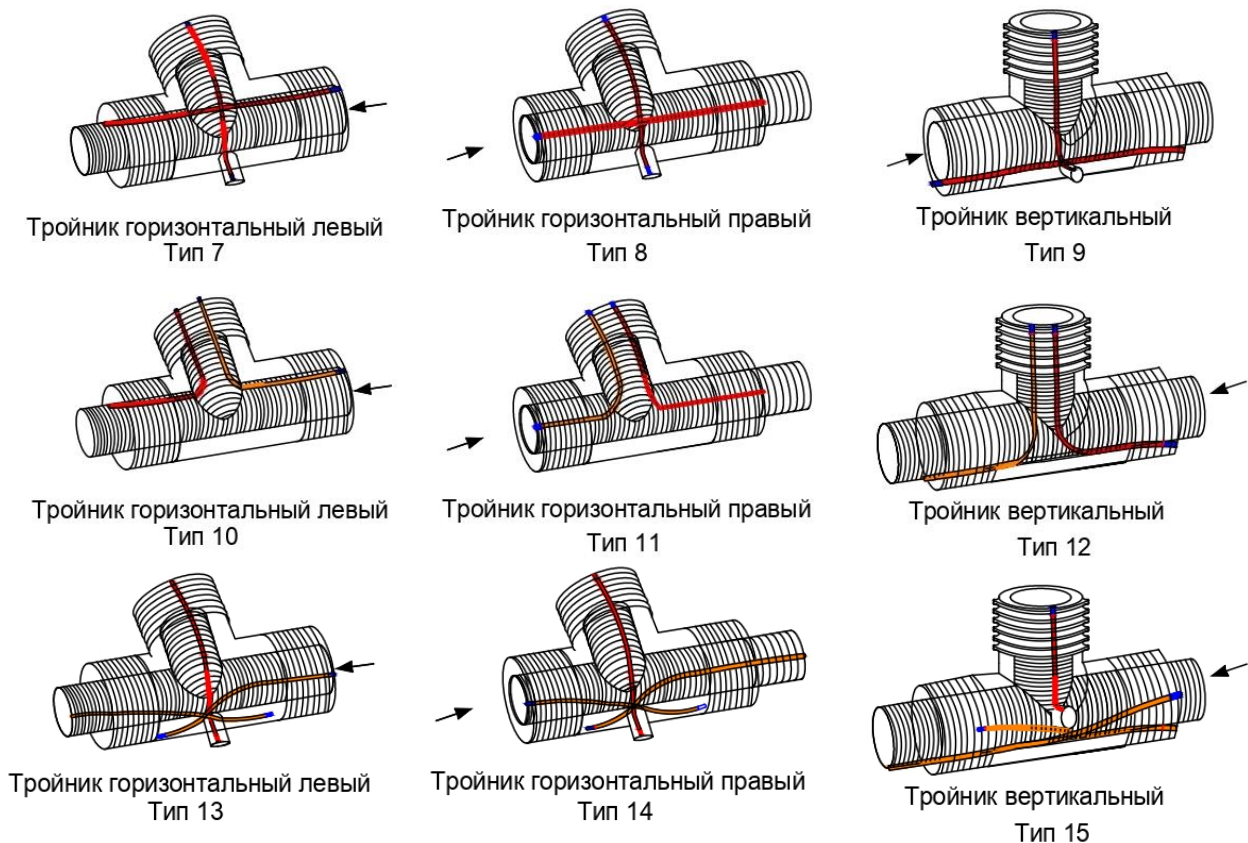


Рисунок 13. Типы тройников в зависимости от расположения кабель-канала.

Кабель - каналы в трубах предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У для улучшения теплообмена интегрированы в гофры рабочей трубы, за исключением коротких концевых участков. Кабель – каналы соединяются при сборке по принципу «муфта - патрубков». В зависимости от ориентации кабель каналов, тройники предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У могут быть различных типов (рисунок 13).

**Примечание:**

1. Направление потока рабочей среды принимается всегда по основной трубе от муфты к патрубку.
2. Ориентация кабель - каналов принимается на 6 часов по направлению потока.
3. Приведенные на рисунке 13 тройники предназначены для устройства канализации с применением ж/б колодцев, колодцев из стальной трубы, а также для разводки в проветриваемых подпольях и камерах.
4. В ПЭ колодцах с полной внутренней разводкой данные тройники не применяют, т.к. тройниковые узлы и другие элементы производят по индивидуальным чертежам с оболочкой из гладкой ПЭ трубы.
5. Для ориентации (по часовому циферблату) в присоединениях используют «правило кольца», оно заключается в том, что воображаемое кольцо со шкалой на 12 часов мысленно (без вращения вокруг продольной оси) переносится на ответвление.
6. Приведенные на рисунке 13 типы тройников распространяются на тройники с углами

45 и 90 градусов, кроме тройников типов 10, 11, 12 с углами 45 градусов. Тройники предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У типов 10...12 предназначены для выпуска петли нагревательной ленты для обогрева элементов трубопровода со съемной теплоизоляцией, например, обратного клапана, трубы «дыхания» в колодце и т.д. Выводы нагревательных лент на соединительных патрубках (патрубках отклонения) у тройников 10, 11 и 12 типов расположены на 5 и 7 часов.

7. У тройников предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У концы кабель - каналов выходящие из торцевых заглушек изоляции (ТЗИ) всегда имеют диаметр **20 мм**, а выходящие через торцевые защитные кольца (ТЗК) всегда имеют диаметр **25 мм**.

2.4.10 Тройники 45° и 90° безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ-У с гермовыводами.

Данные тройники предназначены для применения в проветриваемых подпольях зданий или грунте (например, рядом с колодцем при обязательном размещении в колодце ревизии). Конструкция тройников с гермовыводами типов 13...15 отличается от тройников других типов наличием участков с увеличенным диаметром оболочки – **D1**, двух патрубков (концов полиэтиленовых кабель - каналов с наружным диаметром **25 мм**), выходящих из под полиэтиленовых торцевых защитных колец (ТЗК), а также одного патрубка (конца полиэтиленового круглого кабель - канала наружным диаметром **25 мм**), выходящего перпендикулярно из-под наружной оболочки трубы. Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ) предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкции тройников предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У (вид снизу) с гермовыводами представлены на рисунке 14 и 15

Тройник 45° предизолированный гофрированный безнапорный ПЭ/ППУ-ПЭ-У

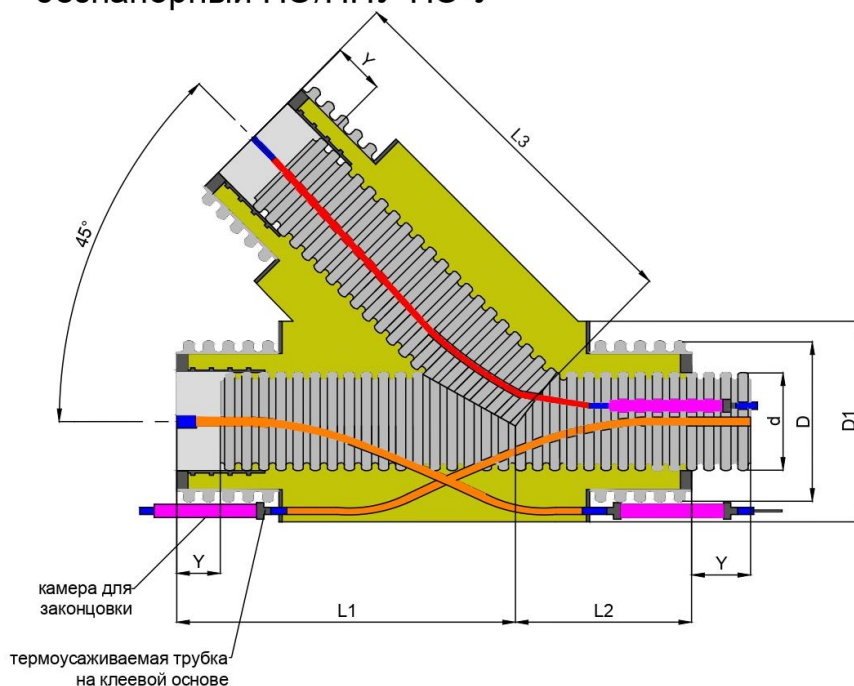


Рисунок 14



Через полиэтиленовые торцевые заглушки изоляции у тройников предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У проходят транзитные кабель - каналы диаметром **20 мм** (ТЗИ устанавливаются на рабочей трубе). Через полиэтиленовые торцевые защитные кольца (ТЗК устанавливаются между оболочками) проходят патрубки (гермовыводы кабель – каналов) диаметром **25 мм**.

Для защиты гермовывода поперечного кабель - канала от воздействия подвижных грунтов применяется боковое ПЭ защитное кольцо высотой **100 мм**.

На гермовыводы кабель - каналов в процессе монтажа устанавливаются полиэтиленовые камеры для герметизации законцовок на концах нагревательных лент или муфтовых соединений питающего кабеля с нагревательной лентой.

Тройник 90° предизолированный гофрированный безнапорный ПЭ/ППУ-ПЭ-У

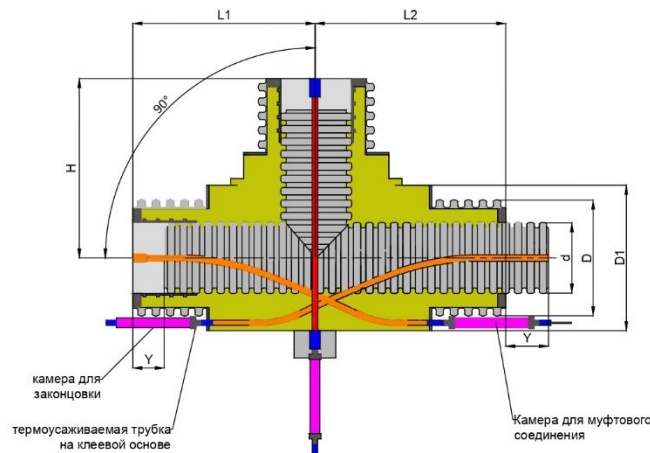


Рисунок 15.

Комплект для законцовки и муфтовых соединений (КЗМС-П) применяют в двух вариантах:

- **камера для законцовки** представляет собой заглушенный с одной стороны отрезок ПЭ трубы с наружным диаметром **32 мм**, длиной **350 мм**. Данная камера в процессе монтажа плотно устанавливается на гермовывод диаметром **25 мм**. Выходной ПЭ патрубком камеры имеет диаметр **25 мм**, *на конце он имеет полиэтиленовую заглушку*.

- **камера для муфтового соединения** медных жил, экранирующих оплеток нагревательной ленты и установочного провода, представляет собой отрезок ПЭ трубы с наружным диаметром **32 мм**, длиной **350 мм**. Данная камера в процессе монтажа плотно устанавливается на гермовывод диаметром **25 мм**. Выходной ПЭ патрубком камеры имеет диаметр **25 мм**, *полиэтиленовая заглушка на его конце удаляется*. К выходному патрубку в процессе монтажа присоединяется (с использованием термоусаживаемой трубки с клеевым подслоем), электросварной или компрессионной муфты полиэтиленовая труба соответствующего диаметра, предназначенная для защиты электрических кабелей прокладываемых в грунте до электрической соединительной коробки.

Герметизацию телескопического соединения камеры с гермовыводом, а также выходным патрубком камеры с полиэтиленовой защитной трубой производят в процессе монтажа клеевыми термоусаживаемыми трубками типоразмера **39/13**.

Электрическое соединение медных жил и экранирующих оплеток нагревательной ленты с медными жилами и экранирующей оплеткой установочного провода осуществляют при

помощи обжимных втулок входящих в состав комплекта ТКТ/М.

Для недопущения повреждения гермовыводов, при случайном механическом воздействии (например, при трамбовке грунта в пазухах элемента), камеру для законцовки (или для муфтовых соединений) крепят к полиэтиленовой оболочке трубы, после установки наружной гидроизолирующей термоусаживаемой муфты и заливки ПУ- компонентов, при помощи пластмассового хомута и стяжной упаковочной пластиковой ленты.

По заявке потребителей тройники 45° и 90° предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У могут быть изготовлены с увеличенными значениями **L1, L2, L3** и **H**.

Характеристики тройников 45 и 90 предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У градусов для типов 13-15 приведены в таблице 12. и 13.

Таблица 12

Характеристики тройников 45° предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D1, мм	L1, мм	L2, мм	L3, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	315	535	215	560	90	11,1
160	250	355	640	370	660	100	17,8
200	315	400	735	400	750	110	26,9
250	400	500	880	475	900	115	46,3
315	500	630	1060	575	1090	135	81,8
400	630	710	1260	805	1280	160	139,8

Таблица 13

Характеристики тройников 90° предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D1, мм	L1, мм	L2, мм	L3, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	315	355	355	410	90	8,6
160	250	355	415	415	465	100	12,7
200	315	400	470	470	510	110	18,5
250	400	500	555	555	605	115	30,3
315	500	630	650	650	715	135	48,4
400	630	710	785	785	825	160	76,8

Примечание:

1. Концы кабель - каналов из ПЭ трубы у тройников типов от 1 до 12 имеют наружный диаметр 20 мм.

2. Выходные патрубки (концы кабель - каналов из-под ПЭ оболочки) у тройников типов от 13 до 15 (с гермовыводами и увеличенным диаметром оболочки) имеют наружный диаметр 25 мм.

3. При установке тройников предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У в колодцах вместо камер для законцовки и муфтовых соединений рекомендуется применять кожух защитный разъемный.

**Обозначение при заказе:**

Тройник 90° предизолированный гофрированный безнапорный с расположением кабель-каналов по **типу 13**, номинальным наружным диаметром **110 мм**, кратковременной кольцевой жесткостью **SN8** с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром **200 мм** и кратковременной кольцевой жесткостью **SN8**:

**Тройник 90гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 13 СТО71807-001-2018**

Камеры для законцовки и муфтовых соединений поставляются в виде универсальных комплектов. Если требуется выполнить законцовку - используется универсальный комплект с полиэтиленовой заглушкой. Если необходимо выполнить муфтовое соединение нагревательной ленты с электрическим кабелем - заглушка на патрубке диаметром **25 мм** при монтаже удаляется (срезается).

**Обозначение при заказе:**

*Комплект для законцовки и муфтовых соединений:*

**КЗМС-П**

Соединение выходных патрубков диаметром **25 мм** камеры для муфтовых соединений с гладкой или гофрированной защитной полиэтиленовой трубой (для прокладки питающего кабеля в грунте) может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми трубками.

Комплекты **КЗМС-П**, **ТКТ/М**, термоусаживаемые клеевые трубки типоразмера **39/13**, элементы для фиксации камер на оболочке не входят в комплектность тройников и в спецификацию проекта включаются дополнительно.

2.4.11 Ревизии 45° безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У).

Ревизии со съемной теплоизолированной заглушкой предназначены для выполнения работ по прочистке трубопровода. Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ) предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру. Ревизии поставляются в комплекте с фланцевой заглушкой. В отдельных случаях ревизии могут использоваться также для обеспечения проветривания канализационных систем с целью недопущения возникновения вакуума при залповых сбросах стоков с полным наполнением трубы. Проветривание канализационных систем в колодцах безлоткового типа применяется, например, в вахтовых поселках, где в зданиях (вагончиках) нет вентилируемых стояков (дыхания канализации).

Ревизии поставляются 2-х типов:

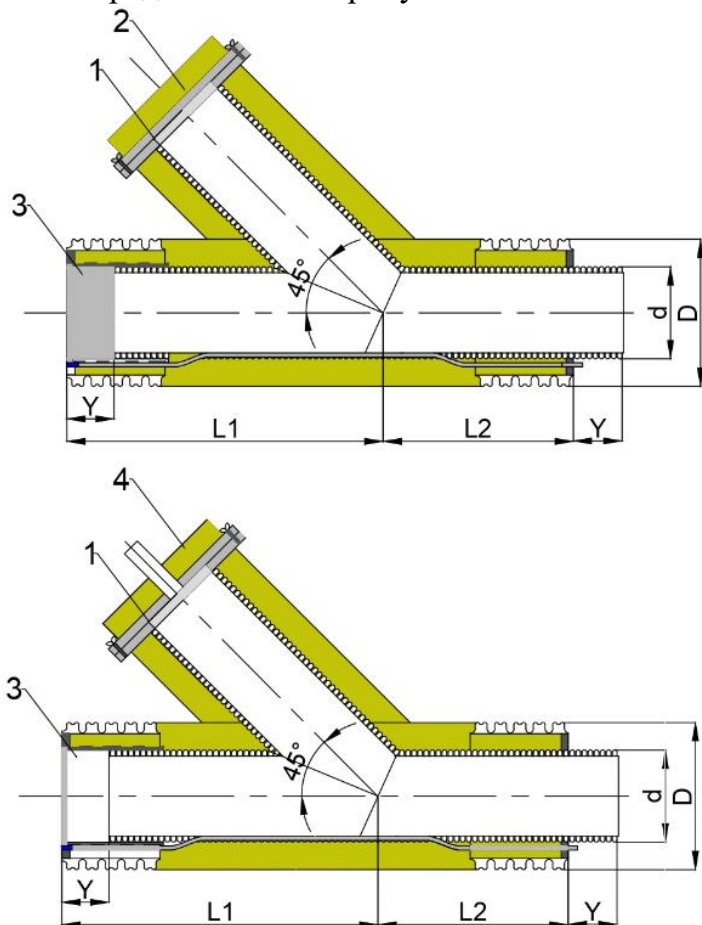
Тип 1 – с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой;

Тип 2 – с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой и вентиляционной трубой.

Применение гибкой вентиляционной трубы позволяет снимать фланцевую заглушку и

перемещать ее в сторону от патрубка ревизии, при выполнении работ по прочистке.

Конструкции ревизий 45° предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У представлены на рисунке 16.



1- резиновая прокладка; 2- теплоизолированная фланцевая заглушка; 3- тройник 45° предизолированный гофрированный безнапорный ПЭ/ППУ-ПЭ-У; 4- теплоизолированная фланцевая заглушка с гибкой вентиляционной трубой

Рисунок 16

**Обозначение при заказе:**

Ревизия 45° предизолированный гофрированный безнапорный, номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8, тип 1- с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой:

**Ревизия 45гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 1 СТО71807-001-2018**

Для ревизии 45° предизолированной гофрированной безнапорной, с аналогичными характеристиками, но тип 2 с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой и вентиляционной гибкой профилированной трубой диаметром 63 мм:

**Ревизия 45гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 2 (D=63 мм) СТО71807-001-2018**

Характеристики ревизий 45° предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У тип 1 и тип 2 приведены в таблице 14.

Таблица 14

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	L1, мм	L2, мм	L3, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	474	270	425	90	5,7(5,9)
160	250	584	421	485	100	9,7(9,9)
200	315	692	439	575	110	17(17,2)
250	400	827	523	680	115	28,1(28,3)
315	500	992	635	815	135	46,7(46,9)
400	630	1210	841	970	160	87,4(87,6)

По заявке заказчика ревизии 45° ПЭ/ППУ-ПЭ-У могут быть изготовлены с увеличенными значениями L1, L2, L3

2.4.12 Ревизии 90° безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)

Ревизии со съемной теплоизолированной заглушкой предназначены для выполнения работ по прочистке трубопровода. Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ) предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Ревизии поставляются 2-х типов:

- **тип 1** – с теплоизолированной ПЭ заглушкой фланцевой;
- **тип 2** – с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой и гибкой вентиляционной трубой.

Применение гибкой вентиляционной трубы позволяет снимать фланцевую заглушку и перемещать ее в сторону от патрубка ревизии, при выполнении работ по прочистке.

Конструкции ревизии 90° предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У представлены на рисунке 17.

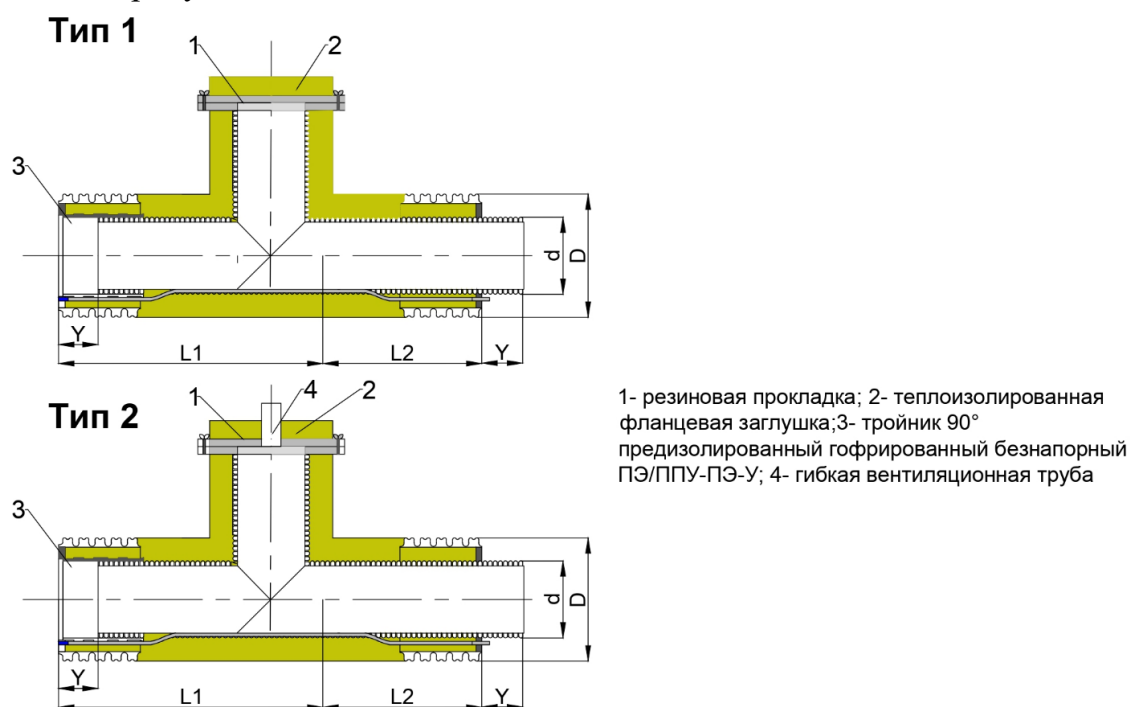


Рисунок 17

**Обозначение при заказе:**

Ревизия 90° предизолированный гофрированный безнапорный, номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8, тип 1- с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой:

**Ревизия 90гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 1 СТО71807-001-2018**

Для ревизии 45° предизолированной гофрированной безнапорной, с аналогичными характеристиками, но тип 2 с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой и вентиляционной гибкой профилированной трубой диаметром 63 мм:

**Ревизия 90гр. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 2 (D=63 мм) СТО71807-001-2018**

Характеристики ревизий 90° предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У тип 1 и тип 2 приведены в таблице 15.

Таблица 15

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	L1, мм	L2, мм	H, мм	Y, мм	Расчетная масса, кг*
110	200	351	389	285	90	5,8(6,0)
160	250	412	490	320	100	9,4(9,6)
200	315	466	532	340	110	14,5(14,7)
250	400	554	664,5	395	115	24,9(25,1)
315	500	648	762,5	455	135	39,6(39,8)
400	630	783	993	530	160	72,3(72,5)

**2.4.13 Переходы эксцентрические безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)**

Переходы эксцентрические применяются для соединения ответвлений с равнопроходными тройниками большего диаметра или устанавливаются на штуцера полиэтиленовых колодцев с присоединением (с тройником большего диаметра). Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ) предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкция эксцентрического перехода предизолированного гофрированного безнапорного ПЭ/ППУ-ПЭ-У представлена на рисунке 18.

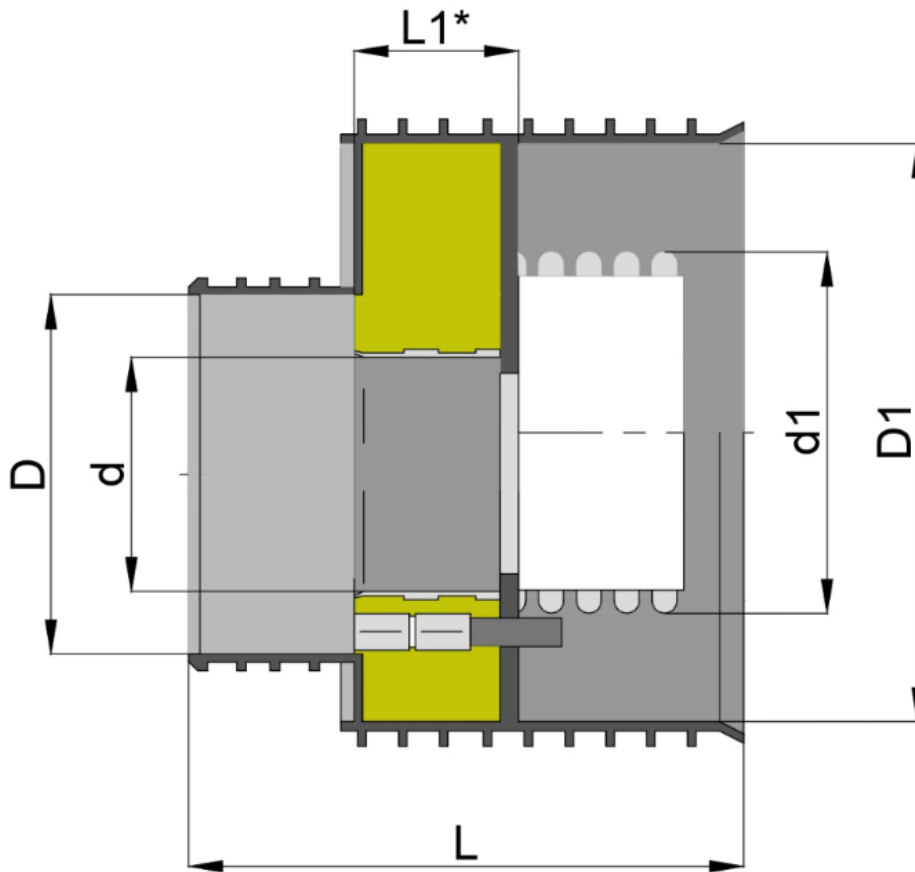


Рисунок 18. Конструкция предизолированного гофрированного безнапорного ПЭ/ППУ-ПЭ.

**Обозначение при заказе:**

*Переход эксцентрический предизолированный гофрированный безнапорный, номинального наружного диаметра 110 мм, с трубой-оболочкой номинальным наружным диаметром 200 мм на номинальный наружный диаметр 160 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 и с трубой-оболочкой номинальным наружным диаметром 250 мм:*

**Переход экс. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 - 0160 SN8 ППУ-ПЭ/250 SN8 СТО  
71807-001-2018**

*Переход эксцентрический предизолированный гофрированный безнапорный, номинального наружного диаметра 110 мм, с трубой-оболочкой номинальным наружным диаметром 200 мм на номинальный наружный диаметр 160 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 и с трубой-оболочкой номинальным наружным диаметром 250 м, с кабель-каналом:*

**Переход экс. безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 - 0160 SN8 ППУ-ПЭ/250 SN8 СТО  
71807-001-2018**

Характеристики эксцентрических переходов предизолированных гофрированных безнапорных приведены в таблице 16.

Таблица 16

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d1, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D1, мм	L, мм	L1*, мм	Расчетная масса, кг
110	160	200	250	268	100	2,8
110	200	200	315	276	100	4,6
110	250	200	400	288	100	7,6
110	315	200	500	301	100	12,1
110	400	200	630	321	100	19,2
160	200	250	315	287	110	4,7
160	250	250	400	299	110	7,8
160	315	250	500	312	110	12,5
160	400	250	630	332	110	20,1
200	250	315	400	333	125	8,1
200	315	315	500	346	125	13,2
200	400	315	630	366	125	21,3
250	315	400	500	373	130	13,4
250	400	400	630	393	130	21,5
315	400	500	630	439	145	23,5

2.4.14 Переходы безнапорные-напорные и напорные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ

Переходы безнапорный –напорный (гофрированная-гладкая) и напорный – безнапорный (гладкая-гофрированная) применяют при устройстве безнапорных трубопроводов. Они предназначены для соединения канализационных труб и фасонных изделий предизолированных напорных (с кабель-каналом) с канализационными трубами и фасонными изделиями предизолированными гофрированными безнапорными (с кабель-каналом)

**Обозначение при заказе:**

*Переход безнапорный-напорный предизолированный, номинального наружного диаметра 110 мм, с трубой-оболочкой номинальным наружным диаметром 200 мм, с кратковременной кольцевой жесткостью SN8 и кабель-каналом:*

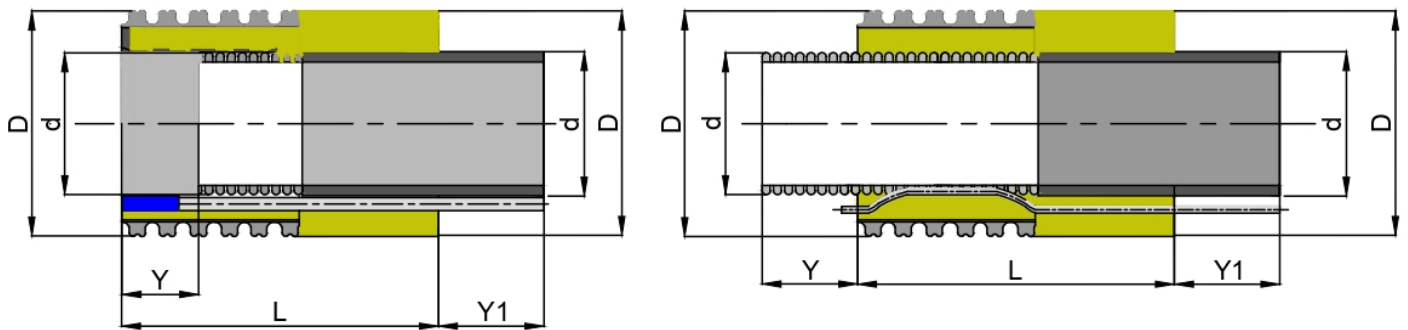
**Переход безнапорный-напорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8-У СТО71807-001-2018**

*Переход напорный – безнапорный предизолированный, номинального наружного диаметра 110 мм, с трубой-оболочкой номинальным наружным диаметром 200 мм, с кратковременной кольцевой жесткостью SN8 и кабель-каналом:*

**Переход напорный-безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8-У СТО71807-001-2018**

Конструкции переходов представлены на рисунке 19.





Переход безнапорный-напорный

Переход напорный-безнапорный

Рисунок 19

Характеристики переходов безнапорный-напорный (У) и напорный-безнапорный-(У) приведены в таблице 17.

Таблица 17

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	У, мм	У1, мм	Безнапорный-напорный (У)		Напорный-безнапорный (У)	
				L, мм	Расчетная масса, кг	L, мм	Расчетная масса, кг
110	200	90	210	570	2,4	595	2,2
160	250	100	210	615	4,4	677	4,3
200	315	110	210	633	7,1	727	6,7
250*	400	115	250	780	13,9	813	12,7
315	500	135	250	895	25,3	924	22,8
400	630	160	250	1005	44,9	1089	42,4

Примечание:

1. При устройстве безнапорных канализационных сетей допускается совместное использование труб и соединительных деталей напорных и безнапорных.

2. Для стыковки со стояками, выполненными из чугунных труб, могут применяться переходы безнапорные-напорные предизолированные с расточкой внутреннего диаметра гладкой ПЭ трубы на диаметр чугунной трубы.

#### 2.4.15 Законцовки безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У)

Законцовки предназначены для установки в лотковых колодцах и камерах, а также для подгонки длины труб на участках. Законцовка имеет две торцевых заглушки теплоизоляции (сокращенно на схемах ТЗИ).

Конструкция законцовки предизолированной безнапорной представлена на рисунке 20.

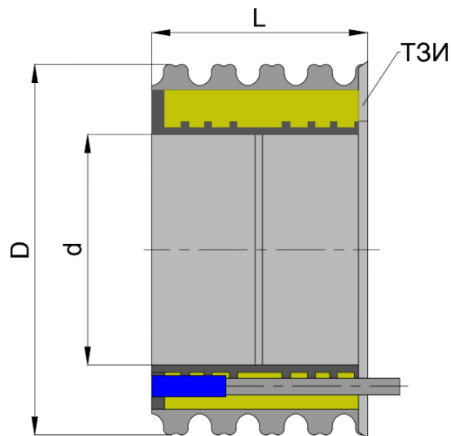


Рисунок 20

**Обозначение при заказе:**

Законцовка предизолированная гофрированная безнапорная, номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8, с кабель-каналом:

**Законцовка безнапорная 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 –У СТО71807-001-2018**

Характеристики законцовок предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У приведены в таблице 18.

Таблица 18

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	L, мм	Расчетная масса, кг
110	200	178	0,8
160	250	202	1,4
200	315	224	2,2
250	400	230	3,5
315	500	272	6,4
400	630	326	11,0

2.4.16 Элемент вывода обогревающих кабелей

Элемент вывода обогревающих кабелей предназначен для обеспечения герметичного вывода концов нагревательных лент в ПЭ камеры для законцовки или муфтового соединения. Имеет две торцевых заглушки теплоизоляции (сокращенно на схемах ТЗИ). Конструкция элемента вывода обогревающих кабелей трубы предизолированной гофрированной безнапорной (допускается обозначение на схемах Эл ВОК) представлена на рисунке 21. Элемент вывода обогревающих кабелей состоит из рабочей трубы гофрированной, выполненной по ГОСТ Р 54475-2011, теплоизоляционного слоя из пенополиуретана (ППУ), защитной оболочки выполненной из трубы по ГОСТ Р 54475-2011, полиэтиленовых торцевых заглушек изоляции (ТЗИ) и торцевых полиэтиленовых защитных колец между оболочками, а также патрубков (выводов кабель - каналов через ТЗК).

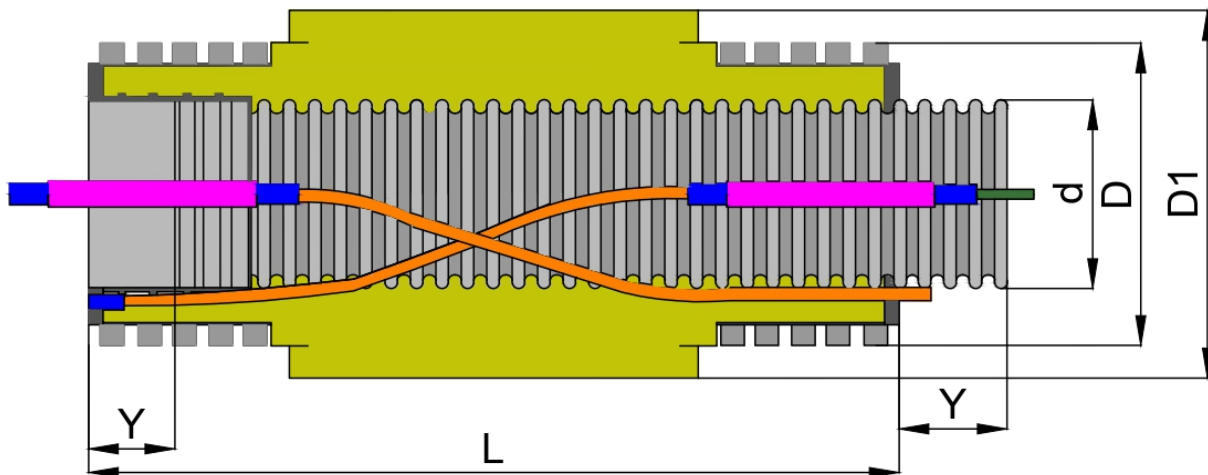


Рисунок 21

На патрубки в процессе монтажа устанавливают камеры для размещения законцовок или муфтовых соединений.

Комплект для законцовки и муфтовых соединений (КЗМС-П) применяют в двух вариантах:

- **камера для законцовки** представляет собой заглушенный с одной стороны отрезок ПЭ трубы с наружным диаметром **32 мм**, длиной **350 мм**. Данная камера в процессе монтажа плотно устанавливается на гермовывод диаметром **25 мм**. Выходной ПЭ патрубок камеры имеет диаметр **25 мм**, *на конце он имеет полиэтиленовую заглушку*.

- **камера для муфтового соединения** медных жил, экранирующих оплеток нагревательной ленты и установочного провода, представляет собой отрезок ПЭ трубы с наружным диаметром **32 мм**, длиной **350 мм**. Данная камера в процессе монтажа плотно устанавливается на гермовывод диаметром **25 мм**. Выходной ПЭ-патрубок камеры имеет диаметр **25 мм**, *полиэтиленовая заглушка на его конце удаляется*. К выходному патрубку в процессе монтажа присоединяется (с использованием термоусаживаемой трубки с клеевым подслоем), электросварной или компрессионной муфты полиэтиленовая труба соответствующего диаметра, предназначенная для защиты электрических кабелей прокладываемых в грунте до электрической соединительной коробки.

Герметизацию телескопического соединения камеры с гермовыводом, а также выходным патрубком камеры с полиэтиленовой защитной трубой производят в процессе монтажа клеевыми термоусаживаемыми трубками типоразмера **39/13**.

Соединение патрубков с защитной трубой может выполняться также при помощи электросварных или компрессионных ПЭ муфт.

Электрическое соединение медных жил и экранирующих оплеток нагревательной ленты с медными жилами и экранирующей оплеткой установочного провода осуществляют при помощи обжимных втулок входящих в состав комплекта **ТКТ/М**.

Для недопущения повреждения гермовыводов, при случайном механическом воздействии (например, при трамбовке грунта в пазухах элемента), камеру для законцовки (или для муфтовых соединений) крепят к полиэтиленовой оболочке трубы, после установки наружной гидроизолирующей термоусаживаемой муфты и заливки ПУ- компонентов, при помощи пластмассового хомута и стяжной упаковочной пластиковой ленты.

**Обозначение при заказе:**

Элемент вывода обогревающих кабелей трубы предизолированной гофрированной безнапорной с номинальным наружным диаметром рабочей трубы **110 мм** с начальной кольцевой жесткостью **SN8** с диаметром **200 мм** и начальной кольцевой жесткостью **SN8**:

**Элемент вывода ОК трубы безнапорной 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 СТО71807-001-2018**

Камеры для законцовки и муфтовых соединений поставляются в виде универсальных комплектов. Если требуется выполнить законцовку - используется универсальный комплект полиэтиленовой заглушкой. Если необходимо выполнить муфтовое соединение нагревательной ленты с электрическим кабелем - заглушка на патрубке диаметром **25 мм** при монтаже удаляется (срезается).

**Обозначение при заказе:**

*Комплект для законцовки и муфтовых соединений:*

**КЗМС-П** изоляцией из пенополиуретана с защитной трубой-оболочкой номинальным наружным

Соединение ПЭ камеры для муфтовых соединений с гофрированной защитной трубой (для прокладки питающего кабеля в грунте) может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми трубками, с использованием электросварных муфт (для гладких ПЭ труб) или компрессионных муфт (для гладких и гофрированных труб) - при условии дополнительной герметизации соединения со стороны гофрированной трубы силиконовым герметиком.

Комплекты **КЗМС-П**, **ТКТ/М**, термоусаживаемые клеевые трубки типоразмера **39/13**, элементы для фиксации камер на оболочке, соединительные ПЭ муфты не входят в комплектность тройников и в спецификацию проекта включаются дополнительно.

Характеристики элемента вывода обогревающих кабелей труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У приведены в таблице 19.

Таблица 19

Номинальный наружный диаметр рабочей трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D1, мм	L, мм	Расчетная масса, кг
110	200	315	1000	6,2
160	250	355	1100	9
200	315	400	1200	12,5
250	400	500	1250	20,1
315	500	630	1350	32,2
400	630	710	1500	49,9

*Примечание:*

1. Длина кабеля термодатчика: **2, 5, 10, 20 м** или любая по заказу.
2. Максимальное удаление Эл ВОК от контроллера (в ШУ) зависит от типа используемого датчика температуры.
3. При установке элемента вывода обогревающих кабелей в трубах предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У в колодце вместо камер для законцовки и муфтовых соединений рекомендуется применять кожух защитный разъемный (КЗР).

2.4.17 Ревизии 45° и 90° с гермовыводами для ОК.

Ревизии 45° и 90° градусов с гермовыводами для обогревающих кабелей устанавливаются в ж/б или стальных колодцах. Ревизия имеет две торцевых заглушки теплоизоляции, предназначена для выполнения прочисток участков труб между колодцами, обеспечения герметичного вывода концов нагревательных лент в ПЭ камеры для законцовки, муфтового соединения или в КЗР. Ревизия комплектуется регулирующим датчиком и датчиком перегрева.

Ревизии поставляются 2-х типов:

- **тип 1** – с теплоизолированной ПЭ заглушкой фланцевой;
- **тип 2** – с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой и гибкой вентиляционной трубой. Применение гибкой вентиляционной трубы позволяет снимать фланцевую заглушку и перемещать ее в сторону от патрубка ревизии, при выполнении работ по прочистке.

Конструкция ревизии 45 градусов с гермовыводами для обогревающих кабелей труб предизолированных гофрированных безнапорных представлена на рисунке 22.

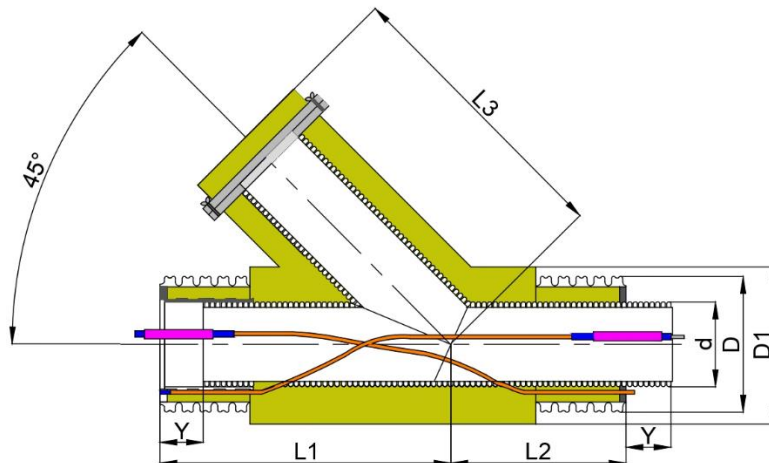


Рисунок 22

**Обозначение при заказе:**

Ревизия 45 градусов предизолированная гофрированная безнапорная ПЭ/ППУ-ПЭ-У с гермовыводами для обогревающих кабелей, номинальным наружным диаметром рабочей трубы **110 мм** с начальной кольцевой жесткостью **SN8** с изоляцией из пенополиуретана с защитной трубой-оболочкой номинальным наружным диаметром **200 мм** и начальной кольцевой жесткостью **SN8**, тип 1:

**Ревизия 45гр. с выводами ОК безнапорный 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 –У тип 1  
СТО71807-001-2018**

Характеристики ревизией с гермовыводами для обогревающих кабелей о приведены в таблице 20.

Таблица 20

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы $d$ , мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки $D$ , мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки $D1$ , мм	$L1$ , мм	$L2$ , мм	$L3$ , мм	$Y$ , мм	Расчетная масса, кг*
110	200	315	535	215	510	90	11,1
160	250	355	640	370	565	100	17,8
200	315	400	735	400	640	110	26,9
250	400	500	880	475	755	115	46,3
315	500	630	1060	575	910	135	81,8
400	630	710	1260	805	1030	160	139,8

2.4.18 Элемент вывода кабелей термодатчиков.

Элемент вывода обогревающих кабелей предназначен для обеспечения герметичного вывода концов нагревательных лент в ПЭ камеры для законцовки или муфтового соединения. Имеет две торцевых заглушки теплоизоляции (сокращенно на схемах ТЗИ). Конструкция элемента вывода обогревающих кабелей для труб предизолированных гофрированных безнапорных (допускается обозначение на схемах Эл ВСК) представлена на рисунках 23.

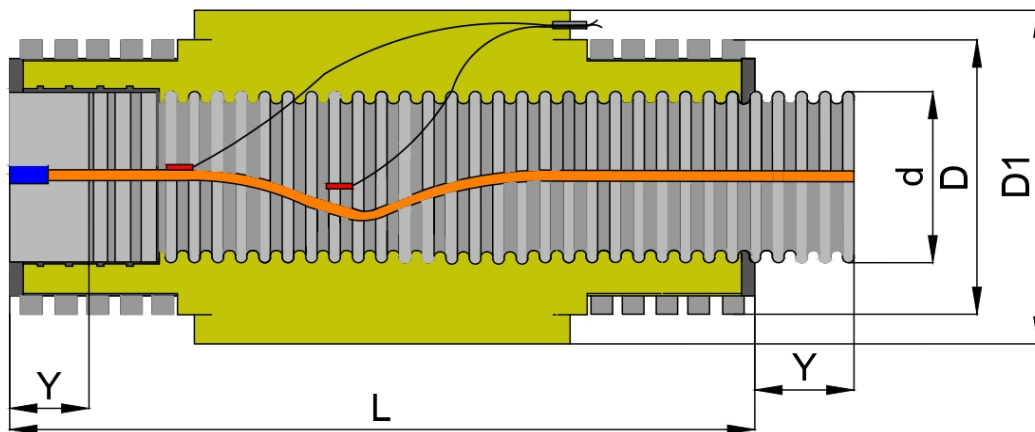


Рисунок 23

**Обозначение при заказе:**

Элемент вывода кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У с номинальным наружным диаметром рабочей трубы **110 мм** классом кольцевой жесткости рабочей трубы **SN8** с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром **200 мм** и кратковременной кольцевой жесткостью оболочки **SN8** с выводами концов кабель - канала на 6 часов (по направлению стоков):

**Элемент вывода ТД ПЭ 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 -У СТО71807-001-2018**

Аналогичный элемент с одним регулирующим датчиком температуры и выводом одного кабеля термодатчика:

### Элемент вывода ТД-1 ПЭ 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 -У СТО71807-001-2018

Характеристики элемента вывода обогревающих кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных аналогичны характеристикам элементов вывода обогревающих кабелей, их значения приведены в таблице 19.

Соединение гермовывода (ПЭ патрубка диаметром **20 мм**) с гофрированной защитной трубой может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми трубками. Термоусаживаемые клеевые трубки типоразмера **39/13** не входят в комплектность элементов вывода и в спецификацию проекта включаются дополнительно.

#### 2.4.19 Элемент вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков.

При устройстве трубопровода из труб предизолированных в колодцах, из-за ограниченности пространства, имеется необходимость в применении комбинированных соединительных деталей. Комбинированный элемент вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков предназначен для вывода концов нагревательных лент в камеру для законцовки или в камеру для муфтового соединения с питающим кабелем, измерения температуры стоков (вне зоны обогрева) регулирующим датчиком, измерения температуры в зоне контакта нагревательной ленты с рабочей трубой датчиком перегрева. Его устанавливают в проветриваемых подпольях или в ж/б или стальных колодцах (в комплекте с ревизией), в грунте - как правило, непосредственно перед законцовкой или подгоночной трубой на коллекторе и на присоединении.

Конструкция (вид снизу) элемента вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У (допускается сокращенное обозначение на схемах Эл **ВОК-ТД**) представлена на рисунке 24.

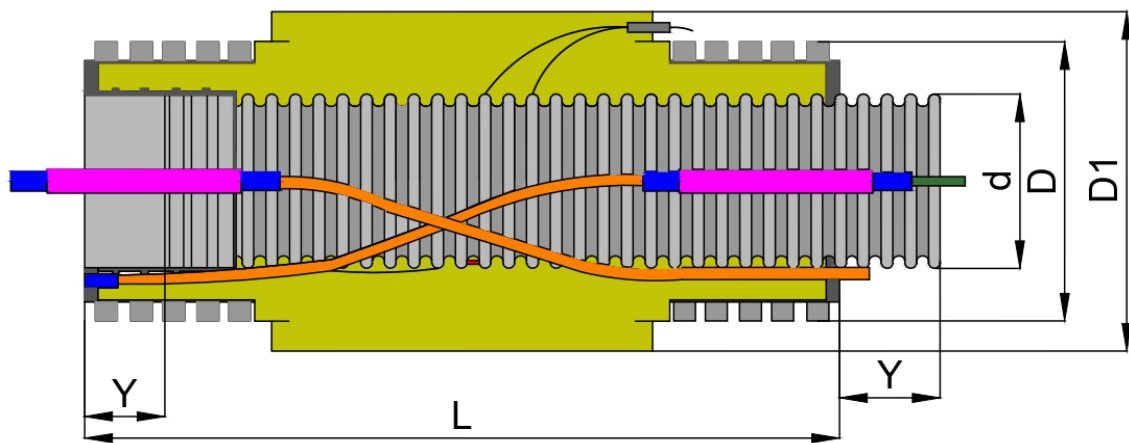


Рисунок 24. Элемент вывода кабелей-Эл.ВОК-ТД

Конструкция элемента включает в себя две торцевые заглушки изоляции (ТЗИ) предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру. Конструкция комбинированного элемента вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У (допускается сокращенное обозначение на схемах Эл **ВОК-ТД**) представлена на рисунке 26).

**Обозначение при заказе:**

Элемент вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У с номинальным наружным диаметром рабочей трубы **110 мм** с классом кольцевой жесткости рабочей трубы **SN8** с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром **200 мм** и кратковременной кольцевой жесткостью оболочки **SN8** с выводом кабель - каналов на 3 часа (по направлению движения стоков):

**Элемент вывода ОК-ТД ПЭ 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 У СТО71807-001-2018**

Аналогичный элемент с одним регулирующим датчиком температуры:

**Элемент вывода ОК-ТД-1 ПЭ 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 У СТО71807-001-2018**

Характеристики элементов вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков труб гофрированных предизолированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У аналогичны характеристикам элементов вывода обогревающих кабелей, их значения приведены в таблице 19.

Камеры для законцовки и муфтовых соединений поставляются в виде универсальных комплектов. Если требуется выполнить законцовку - используется универсальный комплект с полиэтиленовой заглушкой. Если необходимо выполнить муфтовое соединение нагревательной ленты с электрическим кабелем - заглушка на патрубке диаметром **25 мм** при монтаже удаляется (срезается).

**Обозначение при заказе:**

Комплект для законцовки и муфтовых соединений:

**КЗМС-П.**

Соединение выходных патрубков диаметром **25 мм** камеры для муфтовых соединений с гладкой или гофрированной защитной полиэтиленовой трубой (для прокладки питающего кабеля в грунте) может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми трубками. Соединение гермовывода (ПЭ патрубка диаметром **20 мм**, через который в заводских условиях выведены кабели термодатчиков с длиной кабеля указанной в спецификации) с гладкой или гофрированной защитной полиэтиленовой трубой выполняется термоусаживаемыми клеевыми трубками.

При установке элемента вывода обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных в колодце вместо камер для законцовки и муфтовых соединений рекомендуется применять кожух защитный разъемный (КЗР). Комплекты **КЗМС-П**, **ТКТ/М**, термоусаживаемые клеевые трубки типоразмера **39/13**, элементы для фиксации камер на оболочке (рисунок 25), соединительные муфты не входят в комплектность тройников и в спецификацию проекта включаются дополнительно.



Элементы для фиксации камер на защитной оболочке



Рисунок 25. Пластиковая стяжка и пластиковые хомуты

2.4.20 Ревизия 45° или 90° с гермовыводами для ОТ-ДТ

Ревизии 45 и 90 градусов с гермовыводами для обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков устанавливаются в ж/б или стальных колодцах. Ревизия имеет две торцевые заглушки теплоизоляции, предназначена для выполнения прочисток участков труб между колодцами, обеспечения герметичного вывода концов нагревательных лент в ПЭ камеры для законцовки, муфтового соединения или в КЗР. Ревизия комплектуется регулирующим датчиком и датчиком перегрева.

Ревизии поставляются 2-х типов:

- **тип 1** – с теплоизолированной ПЭ заглушкой фланцевой;
- **тип 2** – с теплоизолированной ПЭ фланцевой заглушкой и гибкой вентиляционной трубой. Применение гибкой вентиляционной трубы ДКС позволяет снимать фланцевую заглушку и перемещать ее в сторону от патрубка ревизии, при выполнении работ по прочистке.

Конструкция ревизии 45° с гермовыводами для обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У представлена на рисунке 26.

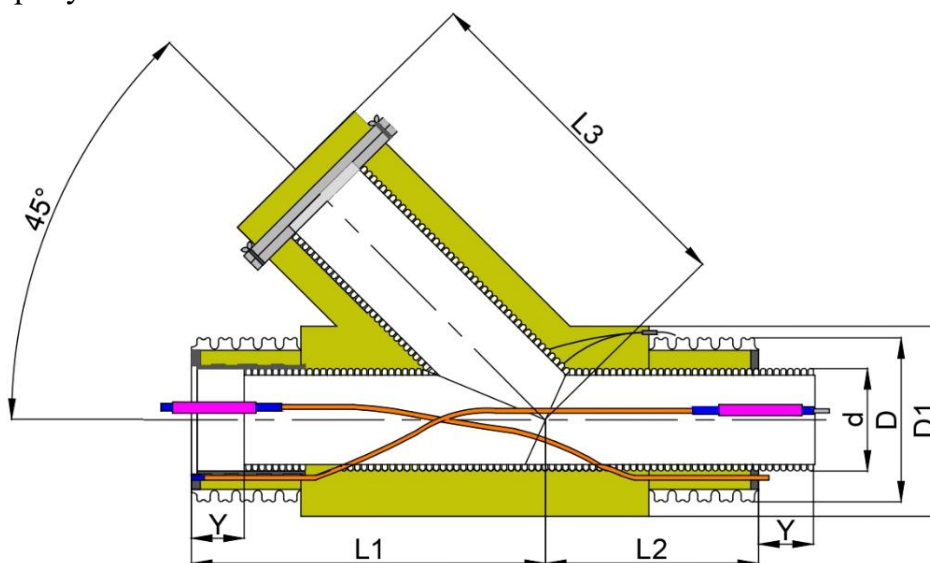


Рисунок 26. Ревизия 45° с гермовыводами.

**Обозначение при заказе:**

*Ревизия 90 градусов с гермовыводами для обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков ИЗОКОРСИС У с номинальным наружным диаметром рабочей трубы 110 мм, классом кольцевой жесткости рабочей трубы SN8, изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью оболочки SN8, тип 1 (рисунок 17):*

**Ревизия 90 град. с выводами ОК-ТД ПЭ 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 –У тип 1  
СТО71807-001-2018**

*Аналогичная ревизия с одним регулирующим датчиком температуры:*

**Ревизия 90 град. с выводами ОК-ТД-1 ПЭЭ 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 1  
СТО71807-001-2018**

Состав элементов и материалов для дополнительной комплектации ревизии 90 градусов с гермовыводами для обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков для труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У аналогичен перечню, приведенному в разделе 2.4.19.

Характеристики ревизии 90 градусов с гермовыводами для обогревающих кабелей и кабелей термодатчиков предизолированных гофрированных безнапорных приведены в таблице 20.

#### 2.4.21 Тройниковые присоединения с ревизией и гермовыводами для ОК.

Тройниковые ответвления с углами от 45 до 90° предизолированных гофрированных безнапорных с ревизией 90° (ПЭ/ППУ-ПЭ-У дополнительно с гермовыводами для обогревающих кабелей) устанавливают в ж/б или стальных колодцах. Тройниковые присоединения с ревизией и гермовыводами для ОК поставляют 2-х типов:

- **тип 1** – с правым присоединением;
- **тип 2** – с левым присоединением.

Тройниковые присоединения предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У с углами от 45 до 90° с ревизией 90° предназначены для соединения потоков транспортируемой среды и для выполнения прочистки. Торцевые заглушки изоляции (ТЗИ) предназначены для гидроизоляции торцов пенополиуретановой теплоизоляции, выполняются в виде полиэтиленовых колец, герметично приваренных к внутренней трубе и трубе-оболочке по периметру.

Конструкция тройникового присоединения 45° предизолированного гофрированного безнапорного с ревизией 90° представлена на рисунке 27а.

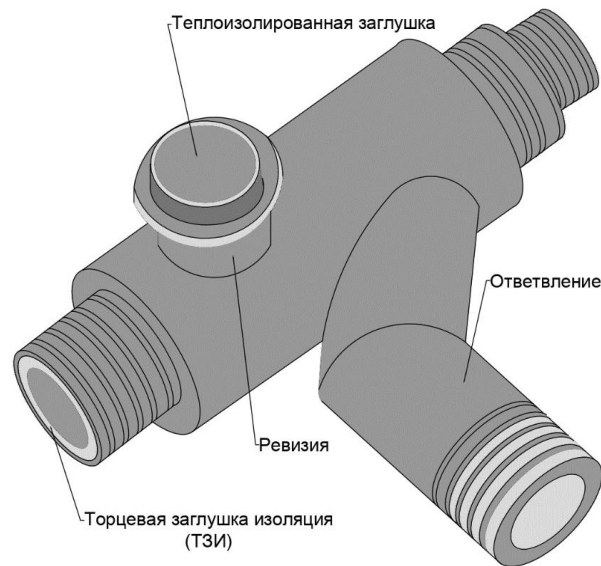


Рисунок 27 а. Конструкция тройникового присоединения 45° с ревизией 90°.

Тройниковые присоединения с углами от 45° до 90° предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У, с ревизией 90° предназначены для соединения потоков транспортируемой среды и выводов концов нагревательных лент в КЗР.

Конструкция тройникового ответвления 45° предизолированного гофрированного безнапорного ПЭ/ППУ-ПЭ-У с правым присоединением приведена на рисунке 27 б.

Тройниковые присоединения предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У производят с шагом угла отвода 5°.

Характеристики (в т.ч. габариты и масса) тройниковых ответвлений с углами от 45° до 90° с гермовыводами и ревизией индивидуальны и зависят от типоразмеров труб, диаметров и типов применяемых колодцев.

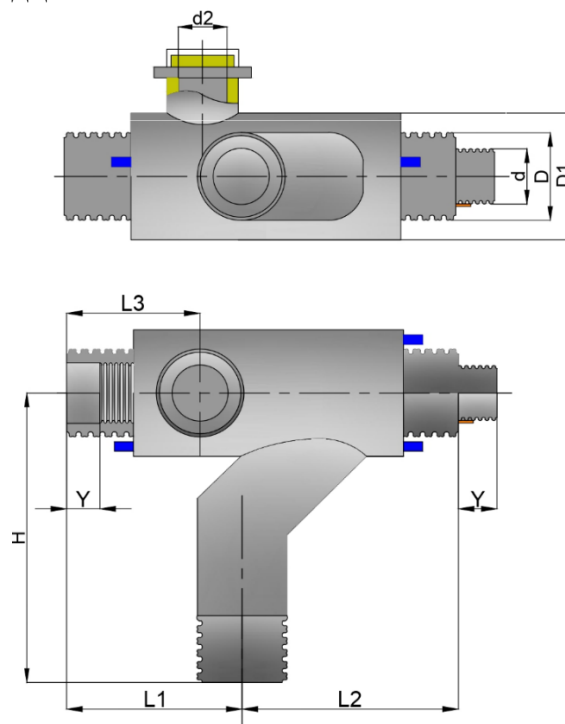


Рисунок 27 б. Тройниковое ответвление 45° предизолированное гофрированное безнапорное

ПЭ/ППУ-ПЭ-У с ревизией и гермовыводами для ОК.

Эти характеристики предоставляются специалистами завода - изготовителя трубных систем предизолированных гофрированных безнапорных по заявкам проектных организаций.

**Обозначение при заказе:**

*Тройниковое правое присоединение 45° предизолированное гофрированное безнапорное ПЭ/ППУ-ПЭ-У с ревизией 90°, номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8, изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке с номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:*

**Тройниковое присоединение 45 град. с ревизией безнапорной 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 –У тип 1 СТО71807-001-2018**

*Тройниковое правое присоединение 45° предизолированное гофрированное безнапорное ПЭ/ППУ-ПЭ-У с ревизией 90°, гермовыводами для нагревательных лент, номинальным наружным диаметром 110 мм, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке с номинальным наружным диаметром 200 мм и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:*

**Тройниковое ответвление 45 гр. с ревизией и выводами ОК безнапорное 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 тип 1 СТО71807-001-2018.**

Соединение полиэтиленовых гермовыводов диаметром 25 мм с гладкой или гофрированной защитной полиэтиленовой трубой (для прокладки питающего кабеля в колодце и грунте) может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми трубками. Состав элементов и материалов для дополнительной комплектации тройникового ответвления с ревизией 90° с гермовыводами для обогревающих кабелей предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У аналогичен перечню, приведенному в разделе 2.4.16.

**2.4.22 Заглушки предизолированные безнапорные гофрированные ПЭ/ППУ-ПЭ(У).**

Предизолированные гофрированные безнапорные заглушки ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У предназначены для устройства горизонтальных прочисток (ревизий) на вертикальных или горизонтальных тройниках предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У. Конструкции предизолированных заглушек ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У предназначенных для установки со стороны муфт на рабочую трубу тройников, представлены на рисунках 28.а, б.

Приведенные на рисунке 27 а, б заглушки применяют, например, для устройства боковой прочистки (ревизии) на тройнике, установленном в начале коллектора (для сбора в коллектор стоков из стояков), в подпольях или в местах установки тройников на стояках с

ответвлениями к коллектору.

На заглушке ПЭ/ППУ-ПЭ-У имеется выходной патрубок из ПЭ трубы наружным диаметром **25 мм**. На данный патрубок может быть плотно установлена ПЭ камера для законцовки (или ПЭ камера для муфтовых соединений), аналогичные применяемым для комплектования тройников и элементов вывода обогревающих кабелей для ПЭ/ППУ-ПЭ-У.

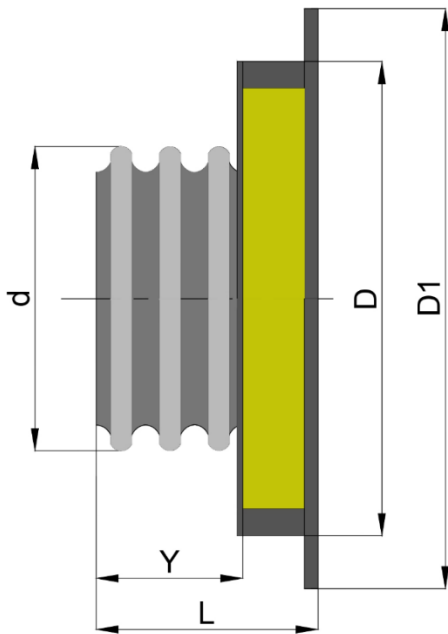


Рисунок 28 а.

Заглушка безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ

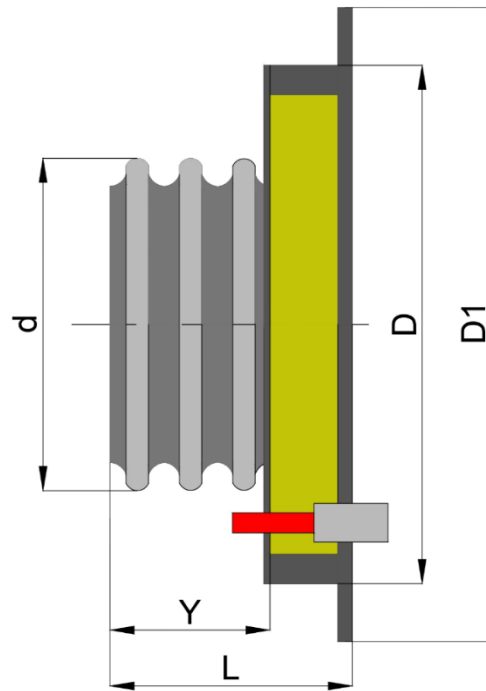


Рисунок 28 б.

Заглушка безнапорная гофрированная ПЭ/ППУ-ПЭ.

Электрическое соединение медных жил и экранирующих оплеток нагревательной ленты с медными жилами и экранирующей оплеткой установочного провода осуществляют при помощи обжимных втулок входящих в состав комплекта **ТКТ/М**, обозначение комплекта включается отдельной строкой в спецификацию. Таким образом, камера для муфтовых соединений, позволяет осуществить подключение к «горячим» выводам нагревательной ленты питающего кабеля и обеспечить прокладку далее к соединительной коробке «холодного» конца нагревательной секции.

**Обозначение при заказе:**

*Заглушка предизолированная гофрированная безнапорная ПЭ/ППУ-ПЭ-У номинальным наружным диаметром **110 мм** с изоляцией из пенополиуретана с теплоизолированной пенополиуретаном заглушкой наружным диаметром **200 мм**, предназначенная для установки со стороны муфты на тройнике предизолированном гофрированном безнапорном ПЭ/ППУ-П:*

**Заглушка безнапорная 0110 ППУ-ПЭ/0200 –У СТО71807-001-2018.**

Камеры для законцовки и муфтовых соединений поставляются в виде универсальных

комплектов. Если требуется выполнить законцовку -используется универсальный комплект с полиэтиленовой заглушкой. Если необходимо выполнить муфтовое соединение нагревательной ленты с электрическим кабелем - заглушка на патрубке диаметром **25 мм** при монтаже удаляется (срезается).

**Обозначение при заказе:**

*Комплект для законцовки и муфтовых соединений:*

**КЗМС-П.**

Соединение выходных патрубков диаметром **25 мм** камеры для муфтовых соединений с гладкой или гофрированной защитной полиэтиленовой трубой (для прокладки питающего кабеля в грунте) может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми трубками. Комплекты **КЗМС-П, ТКТ/М**, термоусаживаемые клеевые трубки типоразмера **39/13**, элементы для фиксации камер на оболочке (см. рисунок 29), соединительные муфты не входят в комплектность тройников и в спецификацию проекта включаются дополнительно.



*Рисунок 29. Характеристики заглушек предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ и ПЭ/ППУ-ПЭ-У приведены в таблице 21.*

Таблица 21

Номинальный наружный диаметр внутренней трубы d, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D, мм	Номинальный наружный диаметр трубы-оболочки D1, мм	L, мм	Расчетная масса, кг
110	200	270	151	1,2
160	250	320	156	1,9
200	315	385	175,5	2,8
250	400	470	188,5	5,6
315	500	570	220	7,4
400	630	700	256,5	12,5

*Примечание:*

- 1. Обеспечение устойчивости заглушки достигается избыточным давлением не более 0,5 ат;.*
- 2. Дополнительное усиление соединения заглушки обеспечивается устройством термоусаживаемой клеевой ленты, шириной не менее 100 мм, с нахлестом на всю толщину предизолированной заглушки;*

3. При устройстве заглушки ПЭ/ППУ-ПЭ-У в колодце вместо камер законцовки и муфтовых соединений рекомендуется применять кожух защитный разъемный (КЗР).

#### 2.4.23 Кожух защитный разъемный для муфтовых соединений

При устройстве обогрева оборудования на трубопроводе и соединительных деталях со съемной теплоизоляцией (тройники, прочистки, ПЭ-арматура), установленные в камерах на трубопроводе, проложенном в условиях вечной мерзлоты, возникает необходимость вывода через стену колодца в грунт в надземный ковер «холодных» концов нагревательных лент. Это позволяет минимизировать тепловое воздействие на мерзлый грунт.

Применение защитного кожуха позволяет обеспечить переход с нескольких «горячих» выводов нагревательных секций в ПЭ кабель - каналах на один ПЭ кабель - канал диаметром 50 мм сразу для нескольких «холодных» выводов в грунт, затем в ковер или защитный электрический шкаф. Это позволяет применить одно уплотнение стенового ввода в узле прохода защитной трубы через стенку колодца или камеры в грунт, вместо нескольких.

Вывод профилированной трубы через стенку колодца ж/б осуществляется через короткую гильзу из оцинкованной стали с заделкой зазоров цементным раствором. В сварных полиэтиленовых колодцах кронштейны и выводная гильза выполняются из полиэтилена.

Для механической защиты муфтовых и разъемных электрических соединений в колодцах и камерах рекомендуется применять кожух защитный разъемный (допускается его обозначение на схемах КЗР). Конструкция КЗР для муфтовых и разъемных соединений приведена на рисунке 30

Кожух представляет собой отрезок полиэтиленовой трубы диаметром 200мм с глухой нижней заглушкой. В нижней заглушке установлены патрубки – герметичные вводы ПЭ кабель-каналов (на рис.30 позиция 1 и 2) для протяжки «горячих» концов нагревательных секций. Соединение нагревательных секций. Соединение нагревательных лент с электрическими кабелями выполняется с применением комплекта муфтовой заделки ТКТ/М

Герметизация «горячих» вводов (позиция 4) производится термоусаживаемыми переходными муфтами, а электрических соединений – муфтовыми соединениями (позиция 5). На верхней крышке КЗР имеется профилированный штуцер (позиция 6) диаметром 50 мм для вывода «холодных» концов нагревательных секций. Штуцер при помощи муфты соединяется с гибкой профилированной трубой диаметром 50 мм, для прокладки в грунте. Наличие фланцев на верхней крышке позволяет выполнять операции по установке и снятию крышки при помощи затяжки гаек с барашками. Для герметизации зазора между крышкой и нижним фланцем применяется резиновая прокладка.

Применение защитного кожуха позволяет обеспечить переход с нескольких «горячих» выводов нагревательных секций в ПЭ кабель - каналах на один ПЭ кабель - канал диаметром **50 мм** сразу для нескольких «холодных» выводов в грунт, затем в ковер или защитный электрический шкаф.

Применение КЗР позволяет применить одно уплотнение стенового ввода в узле прохода защитной трубы через стенку колодца или камеры в грунт, вместо нескольких. Защитная труба должна быть рекомендована производителем для прокладки в грунте. Вывод профилированной трубы через стенку колодца ж/б осуществляется через короткую гильзу

из оцинкованной стали с заделкой зазоров цементным раствором. В сварных полиэтиленовых колодцах кронштейны и выводная гильза выполняются из полиэтилена (в виде патрубка нужного диаметра). Соединение ПЭ гофрированных труб с гильзой в стенке колодца (с двух сторон для прокладки питающих кабелей в грунте) может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми или компрессионными муфтами, при дополнительной герметизации соединения со стороны гофрированной трубы силиконовым герметиком. Соединительные элементы и материалы не входят в комплектность КЗР и в спецификацию добавляются дополнительно.

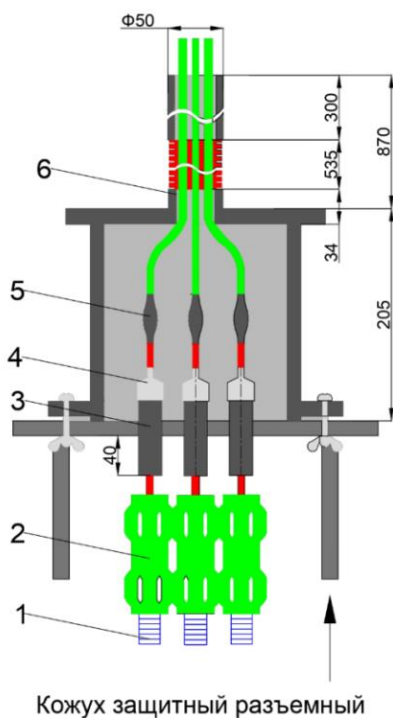


Рисунок 30

**Обозначение при заказе в производство:**

*Кожух защитный разъемный наружным диаметром 200 мм, тремя вводами полиэтиленовых кабель-каналов диаметром 20 мм, одним выводом полиэтиленового кабель-канала в виде перехода» гладкая полиэтиленовая труба-профилированная труба диаметром 50 мм:*

**КЗР 3(20)-1(50)**

*Кожух защитный разъемный с двумя вводами кабель-каналов гладкой полиэтиленовой трубой диаметром 200 мм:*

**КЗР 2(20)-2(20)**

**2.4.24 Отвод с ревизией и гермовыводами для нагревательных лент**

Комбинированные отводы предизолированные гофрированные безнапорные с ревизией 90° применяют в местах изменения направления трубопроводов, их размещают в ж/б, стальных колодцах или камерах.



Конструкция отвода 90° с ревизией 90° и гермовыводами для нагревательных лент приведена на рисунке 31.

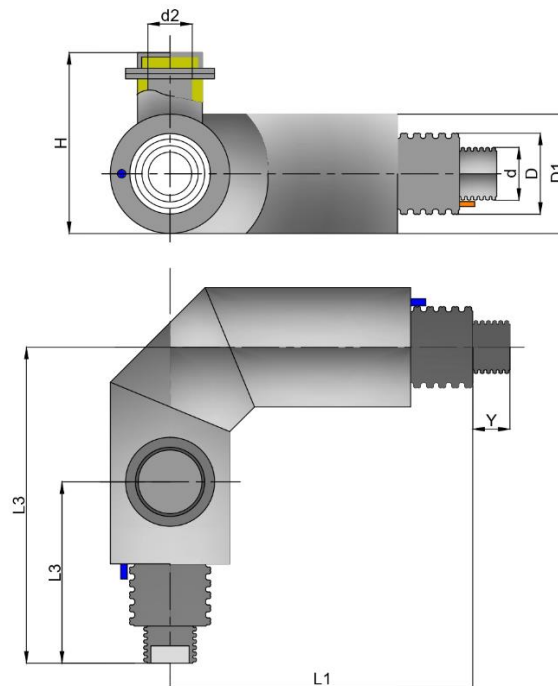


Рисунок 31

Отводы предизолированные гофрированные безнапорные с ревизией 90° поставляют со значениями углов отвода от 10° до 90° с шагом углов 5°, при обязательном согласовании их характеристик с заводом - изготовителем. Отводы предизолированные гофрированные безнапорные ПЭ/ППУ-ПЭ-У изготавливают с полиэтиленовыми гермовыводами для нагревательных лент наружным диаметром **25 мм**.

Характеристики (в т.ч. габариты и масса) отводов с углами от 10° до 90° с гермовыводами и ревизией индивидуальны и зависят от типоразмеров труб, диаметров и типов применяемых колодцев. Эти характеристики предоставляются специалистами технического отдела ООО «Империя Строй» по заявкам проектных организаций.

**Обозначение при заказе:**

*Отвод 90° предизолированный гофрированный безнапорный ПЭ/ППУ/ПЭ-У с ориентацией кабель-канала по типу 1, ревизией 90° и двумя гермовыводами для нагревательных лент, номинальным наружным диаметром **110 мм**, кратковременной кольцевой жесткостью SN8 с изоляцией из пенополиуретана в защитной трубе-оболочке с номинальным наружным диаметром **200 мм** и кратковременной кольцевой жесткостью SN8:*

**Отвод 90° безнапорной с ревизией и выводами ОК 0110 SN8 ППУ-ПЭ/0200 SN8 –У тип 1 СТО71807-001-2018.**

Соединение полиэтиленовых гермовыводов диаметром **25 мм** с гладкой или гофрированной защитной полиэтиленовой трубой (для прокладки питающего кабеля в колодце и грунте) может быть выполнено термоусаживаемыми клеевыми трубками. Комплекты **КЗМС-П, ТКТ/М**, термоусаживаемые клеевые трубки типоразмера **39/13** или

соединительные компрессионные муфты, КЗР не входят в комплектность отводов и в спецификацию проекта включаются дополнительно.

### 3. Комплектующие материалы и оборудование

#### 3.1 Колодцы сварные полиэтиленовые с внутренней разводкой.

Колодцы сварные полиэтиленовые предназначены для устройства запорно-регулирующей арматуры, ответвлений, пожарных гидрантов и др. узлы при прокладке напорных трубопроводов выше глубины промерзания грунта или в вечно-мерзлых грунтах. Колодцы сварные выполняются в соответствии с требованиями проекта. Для заложения в проект формируется таблица колодцев, и схемы узлов (в данном мероприятии, полное содействие при проектировании оказывает технический отдел ООО «Империя Строй») внутренняя обвязка колодцев возможна из труб предизолированных, различного назначения, с устройством или без системы обогрева.

Конструкция колодца с обвязкой из преизолированной гофрированной безнапорной трубы и шахтой из спирально витой трубы представлена на рисунке 32.

Шахта колодца выполняется из трубы с различным классом кольцевой жесткости, в зависимости от условий заложения (при подборе нужного значения SN, технический отдел ООО «Империя Строй» выполняет статический расчет на прочность).

При установке колодца на обводненных территориях принято выполнять расчет на всплытие полиэтиленовых колодцев. (аналогично расчет выполняется специалистами ООО «Империя Строй»).

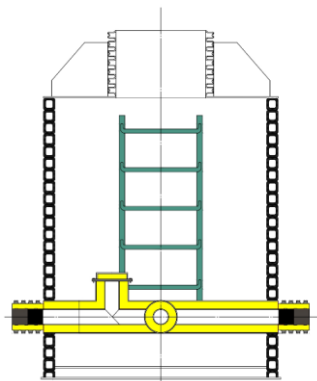


Рисунок 32

*Примечание: на каждый колодец в заявке, выполняется эскиз, который согласовывается с заказчиком, после чего поступает в производство.*

В обводненных грунтах нижняя полость колодца заполняется при монтаже цементным раствором (бетонный якорь). Колодцы для систем напорной и безнапорной канализации с применением труб предизолированных изготавливают с теплоизолированными прочистками (ревизиями) со съёмными крышками.

#### 3.2 Муфты для безнапорных гофрированных труб

Муфта для безнапорных гофрированных труб предназначена для герметичного соединения труб гофрированных на стыках.

Конструкция муфты для труб гофрированных безнапорных представлена на рисунке 33.

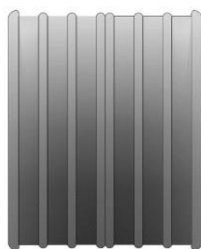


Рисунок 33

Типоразмеры муфт для труб безнапорных гофрированных приведены в таблице 22.

Таблица 22

Номинальный диаметр DN, мм	L, мм	Расчетная масса, кг
110	178	0,22
160	200	0,34
200	220	0,48
250	230	0,82
315	270	1,52
400	320	2,62
500	375	4,94
630	450	8,34
800	500	13,86

### 3.1 Уплотнительное кольцо для труб безнапорных гофрированных

Конструкция уплотнительного резинового кольца для труб гофрированных безнапорных представлена на рисунке 34.



Рисунок 34

Размеры уплотнительных резиновых колец для соединения гофрированных труб безнапорных приведены в таблице 23.

Таблица 23

Номинальный диаметр DN, мм	Расчетная масса, кг
110	0,04
160	0,07
200	0,10
250	0,12
315	0,22
400	0,52
500	1,02
630	2,14
800	2,66

### 3.2 Переход безнапорный напорный (гофрированная-гладкая)

Переход выполнен стыковой сваркой отрезков труб гофрированных безнапорных и полиэтиленовой трубы напорной с SDR 13,6 по ГОСТ 18599. Конструкция перехода профилированная - гладкая представлена на рисунке 35.

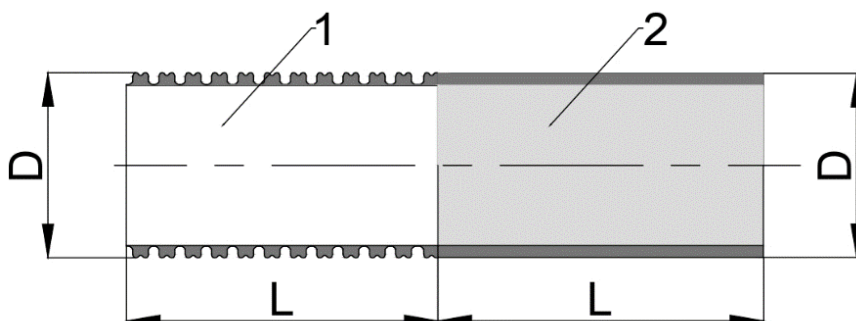


Рисунок 35. Переход гофрированная безнапорная по ГОСТ Р 54475-2011 - напорная по ГОСТ 18599-2001 изм 2, 1- гофрированная безнапорная труба - гладкая напорная труба.

#### Обозначение при заказе:

Переход гофрированная – гладкая с номинальным наружным диаметром **110мм**, с гофрированной трубы с кратковременной кольцевой жесткостью SN 8 на трубу из полиэтилена ПЭ80 с размерным отношением SDR 13,6, выполненный сваркой труб в стык:

#### Переход 0110 SN8 гофр./ППУ-ПЭ80 SDR13,6 СТО71807-001-2018.

В таблице 24 указаны типоразмеры переходов гофрированная-гладкая.

Таблица 24

Номинальный диаметр DN, мм	SDR	L, мм	Расчетная масса, кг
110	13,6	350	1,25
160		400	2,88
200		400	4,34
250		450	7,61
315		450	12,00
400		500	21,3
500		500	33,1
630		600	61,5
800		600	101,7

Примечание: По заявке заказчика переходы гофрированная- гладкая могут быть изготовлены с различными размерными отношениями SDR полиэтиленовой трубы.

### 3.3 Материалы для герметизации стыков и отверстий в наружных муфтах

Материалы для герметизации стыков и отверстий предназначены для заварки пробок в отверстиях наружных муфт для труб гофрированных безнапорных после проведения пневматических испытаний трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного ПЭ/ППУ-ПЭ-У.

### Пробка для стравливания воздуха



Рисунок 36

Предназначена для обеспечения выхода воздуха из стыка при сборке труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ-У, а также для контроля герметичности стыков в период пневматических испытаний на плотность и герметичность.

### Пробка коническая



Рисунок 37

Предназначена для герметизации отверстий в муфтах для труб гофрированных безнапорных после проведения пневматических испытаний на плотность и герметичность трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного. Изготавливается из полиэтилена высокой плотности.

### Сигнальная лента



Рисунок 38

ЛСВ, ЛСК, «Внимание канализация», предназначена для обозначения трубопровода при бесканальной прокладке. Укладывается под землю на расстоянии **200-400** мм от поверхности грунта.

### Инструмент для заварки пробок



Рисунок 39

Предназначен для одновременного нагрева до температуры плавления краев заливочного отверстия в термоусаживаемой полиэтиленовой муфте и полиэтиленовой конической пробки для герметизации заливочных и иных отверстий в муфтах.

### 3.4 Материалы для ремонта и подгонки трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ

#### Пенополиуретановая система



Рисунок 40

В пенопакетах предназначена для теплоизоляции сварных стыков изолированных труб и фасонных изделий. Пенополиуретановая система в пенопакетах состоит из 2-х компонентов: Компонент «А» - смесь полиэфиров и целевых добавок. Компонент «Б» - полимерный дифенилметандиизоцианат (ПИЦ).



Рисунок 41. Термоклей

Лента агдезивная предназначена для гидроизоляции краев термоусаживаемой муфты при ее установке в период выполнения ремонтных работ на смежные оболочки труб предизолированных гофрированных безнапорных на стыках.

#### Лента термоусаживаемая с клеевым подслоем



Рисунок 42

Предназначена для фиксации и дополнительной герметизации муфтовых соединений на оболочках труб и соединительных деталей.

#### **Муфта термоусаживаемая (в упаковочной пленке)**



*Рисунок 43*

Предназначена для гидроизоляции оболочки предизолированных труб и соединительных деталей гофрированных безнапорных в период выполнения ремонтных работ.

#### **3.5 Нагревательные ленты.**

##### **Нагревательные ленты (особенности и преимущества)**

- Автоматическое регулирование тепловыделения при изменении температуры обогреваемой поверхности
- Может быть отрезана нужной длины благодаря использованию параллельного типа проводника
- Не перегреется и не перегорит даже при самопересечении
- Применима для использования в безопасных и взрывоопасных зонах согласно стандарту ГОСТ Р МЭК 60079
- Простая и быстрая установка, не требующая специальных навыков и инструментов
- Стоек к коррозии и химическому воздействию благодаря использованию оплетки из медных луженых проволок и внешней защитной оболочки
- Стойкость к продолжительному воздействию ультрафиолетовых лучей
- Применим для обогрева водосточных систем и кровли

##### **Варианты исполнения:**

VR-T - Конструкция с оболочкой из термопластичного эластомера для обеспечения дополнительной защиты

VR-F- Конструкция с оболочкой из фторполимера, обеспечивает защиту в местах, где могут присутствовать коррозионные химические растворы или пары

SVR- Секция нагревательная кабельная – изготавливается по заказу

## Конструкция нагревательного кабеля



Рисунок 45

### Технические характеристики:

Мощность тепловыделения, при 10 <sup>0</sup> С	11, 17, 27, 31 Вт/м
Максимальная температура	65 <sup>0</sup> С
Максимальная допустимая температура без нагрузки (1000 часов суммарно)	85 <sup>0</sup> С
Минимальная температура монтажа	40 <sup>0</sup> С
Электропитание	-220-240 В (-110-120 В по заказу)
Температурная группа	T6
Максимальное сопротивление защитной оплетки	не более 10 Ом/км
Степень защиты	IP66

### Варианты исполнения:

VR-T - Конструкция с оболочкой из термопластичного эластомера для обеспечения дополнительной защиты;

VR-F- Конструкция с оболочкой из фторполимера, обеспечивает защиту в местах, где могут присутствовать коррозионные химические растворы или пары;

SVR- Секция нагревательная кабельная – изготавливается по заказу.



**Максимальная длина секций**

При использовании автомата типа С в соответствии с ГОСТ Р 50345-2010 (МЭК60898-1:2003), м

Тип	Температура включения, °С	230 В, 16 А	230 В, 20 А	230 В, 32 А	230 В, 40 А
11VR	10	186	-	-	-
	-15	127	169	177	-
	-20	112	150	177	-
17VR	10	132	147	-	-
	-15	85	114	145	-
	-20	75	101	145	-
27VR	10	80	106	115	-
	-15	55	68	106	114
	-20	45	64	95	114
31VR	10	64	82	98	-
	-15	45	59	86	95
	-20	41	41	77	95
Тип	Номинальный размер, мм	Масса, кг/100м	Минимальный радиус изгиба, мм		
VR	10,75x3,8	5,8	25		
VR-T	13,35x6,4	12,1	25		
VR-F	12,95x6,0	13,5	25		

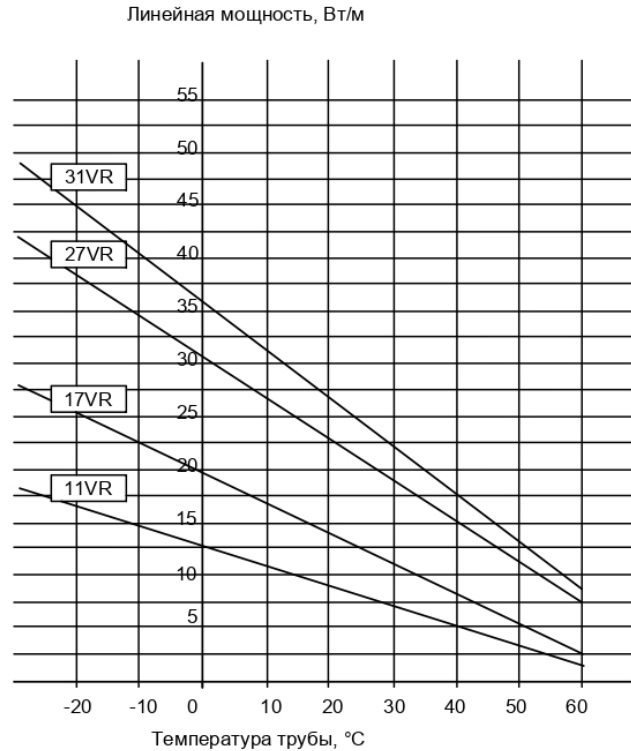


Рисунок 46

3.6 Соединительные коробки.

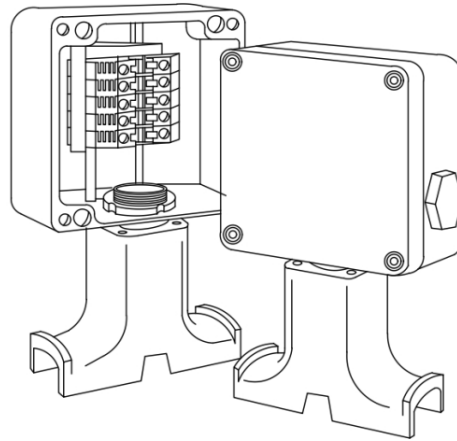
**УСК 12.М**

Коробка соединительная для подвода питания к саморегулирующимся электрическим нагревательным лентам.

**Особенности и преимущества:**

- Удобство монтажа
- Высокая термостойкость
- Не подвергается коррозии
- Применяется для всех типов саморегулирующихся электрических нагревательных лент
- Исключает риск повреждения нагревательных лент в местах заделки
- Имеет сертификат соответствия ГОСТ Р для применения во взрывоопасных зонах

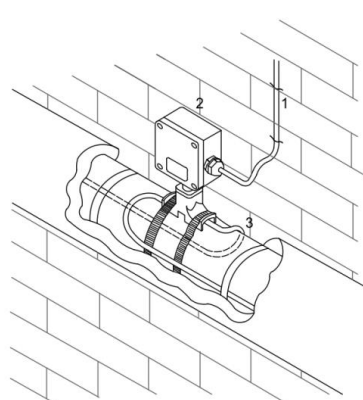
Коробка УСК 12.Н предназначена для подключения к силовой сети саморегулирующихся электрических нагревательных лент. Коробка крепится непосредственно на трубопроводе. Коробка позволяет выполнить подключение до 2 ниток\* саморегулирующихся электрических нагревательных лент к силовому кабелю и подключение до 3 ниток\* для разветвления. Конструкция корпуса обеспечивает защиту от проникновения влаги и пыли IP66 и высокую коррозионную стойкость. Применяемые клеммные наборы позволяют обеспечить подключение многожильных или одножильных проводов сечением от 1,5 до 10 мм.



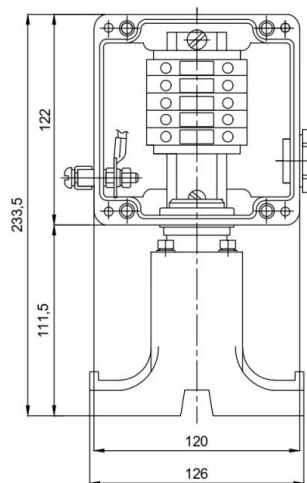
**Технические характеристики**

Рабочий диапазон температур окружающей среды	-50...+50°C
Температурная группа взрывоопасной зоны	T6
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	УХЛ1
Степень пылевлагозащиты	IP66
Маркировка взрывозащиты	1Exe IIC T3 T6 GbX
Максимальное напряжение	до 550 В
Максимальный ток	до 50 А
Габаритные размеры корпуса	122x120x91,5 мм
Общий вес	1,2 кг

Рисунок 47



1-силовой кабель  
2-соединительная коробка УСК 12.Н  
3-нагревательная секция (лента)



**Комплект поставки**

Корпус коробки УСК 12.Н	1
Заглушка VP V25-EXE SW	1
Кольцо уплотнительное M25 (Прокладка GWDR M25 NP	1
Перемычка с крепежом П06.06x150-00-1	1
Устройство ввода под теплоизоляцию УВК.0100	1
Коробка упаковочная со стикером	1
Руководство по эксплуатации. Паспорт	1

Рисунок 48

### **Компоненты и комплектующие**

Дополнительные изделия (заказываются отдельно): Кабельные вводы, кольца заземления, контргайки и уплотнения – для непосредственного ввода саморегулирующейся электрической нагревательной ленты в соединительную коробку.

Хомут металлический PFS/3 – для крепления коробки на трубопроводе.

Комплект для саморегулирующихся электрических нагревательных лент –выбирается в зависимости от типа применяемой ленты.

**Внимание!** С данным типом коробки соединительной применяется один ввод для подключения небронированных силовых кабелей диаметром от 7 до 18 мм или бронированных силовых кабелей диаметром от 12,5 до 20,5 мм.

#### **Комплект поставки**

Корпус коробки УСК 12.Н 1

Заглушка VP M25-EXE SW 1

Кольцо уплотнительное M25 (Прокладка GWDR M25 NP) 1

Перемычка с крепежом П06.06.150-00-1 1

Устройство ввода под теплоизоляцию УВК.0100 1

Коробка упаковочная со стикером 1

Руководство по эксплуатации. Паспорт 1

Гарантийный срок 1 год с момента продажи

Подробности сертификации Сертификат соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».

#### **УСК 12.М**

Коробка соединительная для подвода питания  
к саморегулирующимся электрическим нагревательным лентам

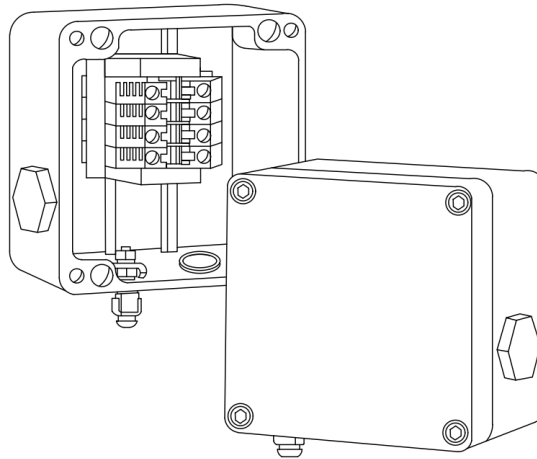
### **Особенности и преимущества:**

- Удобство монтажа
- Высокая термостойкость
- Не подвергается коррозии
- Применяется для всех типов саморегулирующихся электрических нагревательных лент
- Исключает риск повреждения нагревательных лент в местах заделки
- Имеет сертификат соответствия ГОСТ Р для применения во взрывоопасных зонах

Коробка УСК 12.БН предназначена для подключения к силовой сети саморегулирующихся электрических нагревательных лент.

Коробка крепится при помощи кронштейна непосредственно на трубопроводе или близлежащей металлоконструкции, стене здания.

Коробка позволяет выполнить подключение до одной или двух саморегулирующихся электрических нагревательных лент к силовому кабелю. Конструкция корпуса обеспечивает защиту от проникновения влаги и пыли IP66 и высокую коррозионную стойкость. Применяемые клеммные наборы позволяют обеспечить подключение многожильных или одножильных проводов сечением от 1,5 до 10 мм.



Технические характеристики	
Рабочий диапазон температур окружающей среды	-50...+50°С
Температурная группа взрывоопасной зоны	T6
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	УХЛ1
Степень пылевлагозащиты	IP66
Маркировка взрывозащиты	1Exe IIC T3 ...T6 GbX
Максимальное напряжение	до 550 В
Максимальный ток	до 50 А
Габаритные размеры корпуса	122x120x91,5 мм
Общий вес	1,2 кг

Рисунок 49

## УСК 12.С

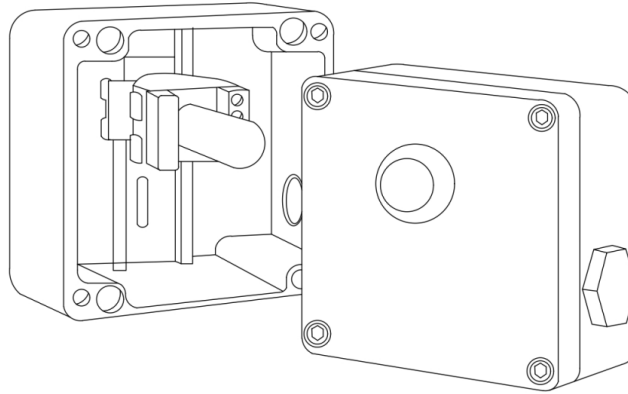
Коробка соединительная со световой индикацией

### Особенности и преимущества:

- Обеспечивает световую сигнализацию о наличии питания в конце нагревательной секции
- Удобство монтажа
- Высокая термостойкость
- Высокая механическая прочность
- Не подвергается коррозии
- Применяется для всех типов саморегулирующихся электрических нагревательных лент
- Исключает риск повреждения нагревательных лент в местах заделки
- Имеет сертификат соответствия ГОСТ Р для применения во взрывоопасных зонах

Коробка УСК 12.С предназначена для индикации напряжения на нагревательной секции на базе саморегулирующихся электрических нагревательных лент. Коробка крепится при помощи кронштейна непосредственно на трубопроводе или близлежащей металлоконструкции, стене здания. Световая лампа со сверхярким диодом сигнализирует о наличии напряжения в конце нагревательной секции. Светодиод зеленого цвета имеет длительный срок службы и виден с любого угла, в том числе при прямом попадании солнечных лучей. Коробка позволяет выполнить подключение одной саморегулирующейся электрической нагревательной ленты. Конструкция корпуса обеспечивает защиту от проникновения влаги и пыли IP66 и высокую коррозионную стойкость. Применяемые

клеммные наборы позволяют обеспечить подключение многожильных или одножильных проводов сечением до 2,5 мм.



Технические характеристики	
Рабочий диапазон температур окружающей среды	-50...+50°С
Температурная группа взрывоопасной зоны	T6
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	УХЛ1
Степень пылевлагозащиты	IP66
Маркировка взрывозащиты	2Exe IIC T3 ...T6X
Максимальное напряжение	до 250 В
Максимальный ток	до 50 А
Габаритные размеры корпуса	122x120x91,5 мм
Общий вес	1,2 кг
Мощность, потребляемая лампой	< 1 Вт
Электрическая износостойкость лампы	> 10 <sup>6</sup> ч
Клеммы	до 2,5 мм <sup>2</sup>
Источник света	светодиод зеленого света
Световой угол	180°

Рисунок 50

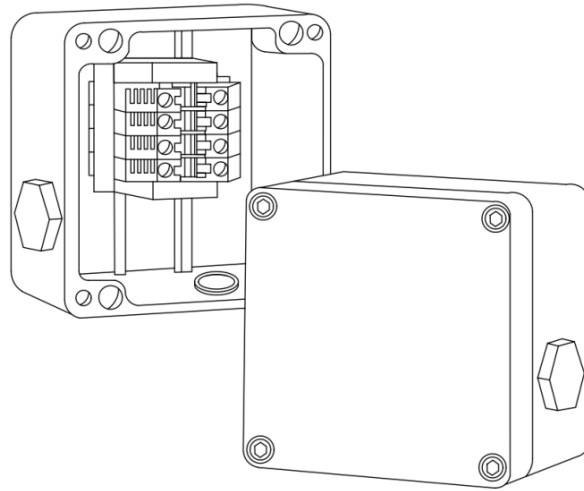
## УСК 12.К

Коробка соединительная для подключения кабелей передачи данных и сигналов, а также датчиков температуры

### Особенности и преимущества:

- Удобство монтажа
- Высокая термостойкость
- Высокая механическая прочность
- Не подвергается коррозии
- Имеет сертификат соответствия ГОСТ Р для применения во взрывоопасных зонах

Коробка УСК 12.К предназначена для подключения кабелей систем управления электрообогревом и датчиков температуры. Коробка крепится при помощи кронштейна непосредственно на трубопроводе или близлежащей металлоконструкции, стене здания. Коробка позволяет выполнить подключение одного или двух кабелей передачи данных и сигналов, от 1 до 3 датчиков температуры. Конструкция корпуса обеспечивает защиту от проникновения влаги и пыли IP66 и высокую коррозионную стойкость. Применяемые клеммные наборы позволяют обеспечить подключение многожильных или одножильных проводов сечением от 0,5 до 2,5 мм.



Технические характеристики	
Рабочий диапазон температур окружающей среды	-50...+50°С
Температурная группа взрывоопасной зоны	T6
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	УХЛ1
Степень пылевлагозащиты	IP66
Маркировка взрывозащиты	1Exe IIC T3 ...T6 GbX
Максимальное напряжение	до 550 В
Максимальный ток	до 21 А
Габаритные размеры корпуса	122x120x91,5 мм
Общий вес	1,2 кг

Рисунок 51

### 3.7 Регуляторы температуры

Регулятор температуры электронный для поддержания фиксированной температуры, в том числе поддержания положительной температуры в шкафах управления

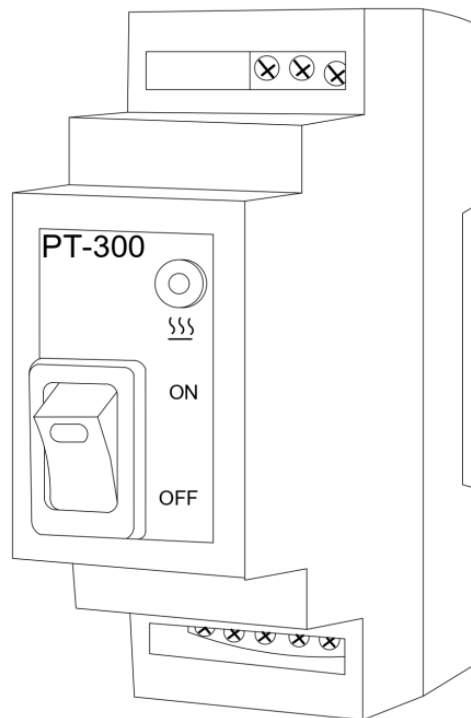


Рисунок 52

Таблица 25

Марка регулятора температуры	Электропитание	Максимально допустимый ток нагрузки через контактные реле	Масса, гр	Степень защиты	Габариты, мм	Тип датчика температур
РТ-300	220В +10%/-15%, 50 ГЦ	8А	100	IP20	35x90x68	TST04
РТ-330	220В +10%/-15%, 50 ГЦ	16А	110	IP20	35x90x58	TST05
РТ-200	220В +10%/-15%, 50 ГЦ	8А	450	IP20	105x90x66	TST01, TSP01, TSP02, TSW01
РТ-220	220В +10%/-15%, 50 ГЦ	8А	450	IP20	105x90x66	TST01, TSP01, TSP02, TSW01
РТ-400	220В +10%/-15%, 50 ГЦ	6А	450	IP20	105x90x58	Отдельно для каждого канала

### 3.8 Шкафы электрические низковольтные.

Шкафы электрические низковольтные предназначены для электропитания и реализации функций управления антиобледенительной системой.

В состав шкафа входят:

- электронный регулятор температуры;
- пусковая и защитная аппаратура (автоматические выключатели силовых цепей, устройства защитного отключения, пускатели, блок питания датчика осадков);
- устройства управления и сигнализации (реле, лампы индикации);
- оборудование для собственного обогрева шкафа (опционально, а также для некоторых стандартных шкафов).

Особенности:

Шкафы, в состав которых входит регулятор температуры электронный РТ-330, предназначены для сравнительно небольших систем, работающих в стабильных климатических условиях. Шкафы с регуляторами РТ-200 и РТ-220 обеспечивают максимальную адаптацию к погодным условиям и наиболее экономный расход электроэнергии. По заказу могут быть поставлены шкафы управления для любых нестандартных систем электрообогрева. Все шкафы комплектуются устройством защитного отключения на 30 мА. Для шкафов с регуляторами РТ-200 и РТ-220 в комплект включен блок питания для датчика осадков БПДО. Датчики температуры, осадков и воды приобретаются отдельно. Шкафы управления имеют пластиковый корпус в навесном исполнении.

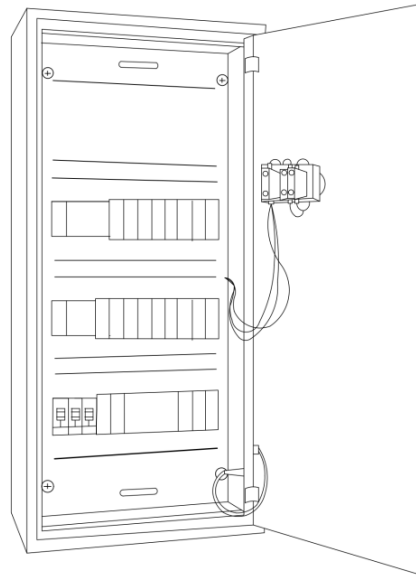


Рисунок 53

Шкафы, в состав которых входит регулятор температуры электронный РТ-330, предназначены для сравнительно небольших систем, работающих в стабильных климатических условиях. Шкафы с регуляторами РТ-200 и РТ-220 обеспечивают максимальную адаптацию к погодным условиям и наиболее экономный расход электроэнергии. По заказу могут быть поставлены шкафы управления для любых нестандартных систем электрообогрева. Все шкафы комплектуются устройством защитного отключения на 30 мА. Для шкафов с регуляторами РТ-200 и РТ-220 в комплект включен блок питания для датчика осадков БПДО.

Датчики температуры, осадков и воды приобретаются отдельно. Шкафы управления имеют пластиковый корпус в навесном исполнении.

<b>Технические характеристики</b>	Номинальное рабочее напряжение	380 В, 50 Гц
	Номинальный ток	до 250 А
	Система заземления	TN-S; TN-C; TN-C-S
	Степень защиты	IP41-IP66
	Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ4
	Варианты конструктивного исполнения	навесное/встраиваемое/ напольное

### 3.9 Комплектующие изделия и материалы для устройства системы обогрева.

Устройство для ввода кабеля в теплоизоляцию:

Комплект поставки:

1. Стопорная гайка
2. Металлическая пластина
3. Саморезы (4 шт.)
4. Корпус сальника
5. Уплотнение сальника
6. Уплотнение кабеля (2-х видов)
7. Шайба
8. Головка сальника



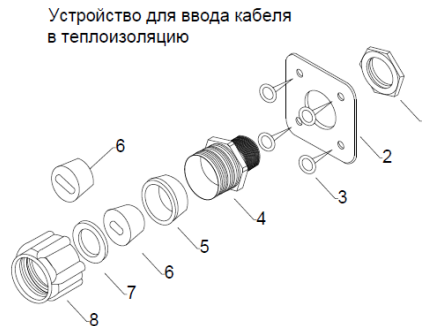


Рисунок 54

Информация для заказа

Устройство ввода кабеля под теплоизоляцию LEK/U.

Продукция не подлежит обязательной сертификации

**Хомуты для крепления кронштейнов соединительных коробок к трубе**

PFS/3 (L = 3 м)

PFS/30 (L = 30 м)

Хомуты для крепления кронштейнов  
соединительных коробок к трубе

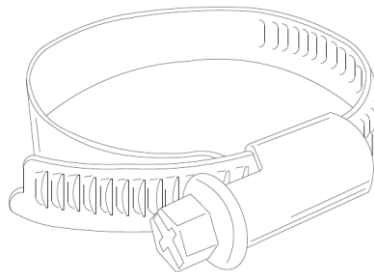


Рисунок 55

Информация для заказа

1. Хомут PFS/n (где n – длина хомута в метрах).

2. Для хомута PFS/30 используются крепежные элементы.

Продукция не подлежит обязательной сертификации.

**Кронштейн для крепления соединительных коробок к трубе**

Крепится с помощью двух хомутов типа PFS (заказываются отдельно).

Кронштейн для крепления  
соединительных коробок к трубе

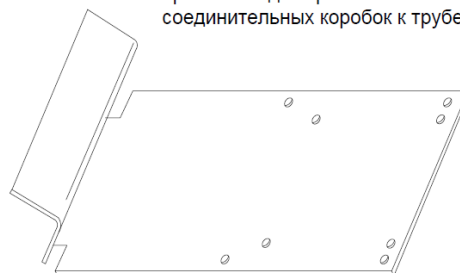


Рисунок 56

Информация для заказа:

Кронштейн РВ.

**Самоклеящаяся адгезивная крепежная лента**

Применение:

Крепление нагревательной ленты на трубах с поддержанием высоких температур.

Используется со всеми типами нагревательных лент.

Технические характеристики:

Длина 33 м

Ширина 11 мм

Стойкость к постоянному воздействию температуры 200 °С

Рекомендуемая температура монтажа не ниже –15 °С

Адгезивный материал модифицированный силикон

Самоклеящаяся адгезивная  
крепежная лента

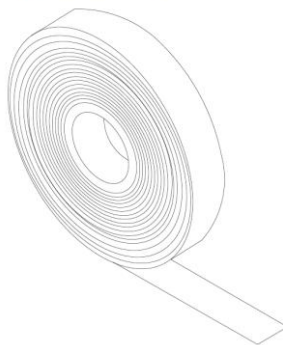


Рисунок 57

Информация для заказа

Лента крепежная FT/НТМ

Продукция не подлежит обязательной сертификации

### Самоклеящаяся алюминиевая крепежная лента

#### Применение

Крепление нагревательной ленты к плоским поверхностям, например, резервуаров.

Крепление нагревательной ленты к корпусам вентиляторов /насосов.

Подклейка под нагревательные ленты, укладываемые на пластмассовые трубы.

Технические характеристики

Длина: 50 м

Ширина: 50 мм

Стойкость к постоянному воздействию температуры 110 °С

Рекомендуемая температура монтажа: не ниже –5 °С

Адгезивный материал: Акрил

Самоклеящаяся алюминиевая  
крепежная лента

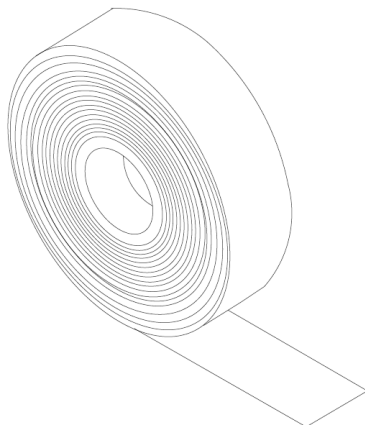


Рисунок 58

Продукция не подлежит обязательной сертификации

Информация для заказа:

Лента армированная монтажная самоклеящаяся «ЛАС»-А 50 мм . 50 п.м.

### Монтажная лента

Применение:

Крепление кабеля на резервуаре.

Информация для заказа:

Лента монтажная 25 Хм, где 25 – шаг элемента крепления в мм, Хм – длина ленты в метрах.

Номенклатура длин ленты монтажной: 2, 3, 5, 6, 8, 10, 20 м.

Монтажная лента

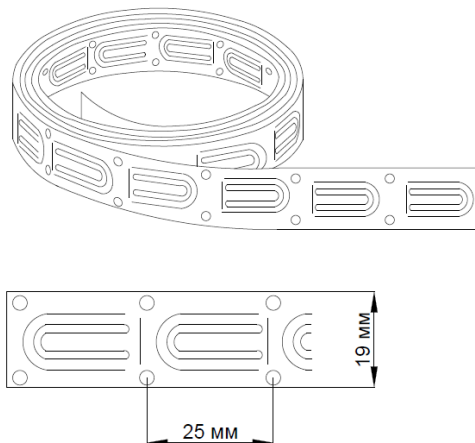


Рисунок 59

Продукция не подлежит обязательной сертификации.

## 4. Проектирование трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ(У)

### 4.1 Гидравлический расчет рабочей трубы.

Гидравлические характеристики коллекторов, выполненных из труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ определяются их наибольшей пропускной способностью при заданном уклоне и площади живого сечения потока. Важнейшим условием проектирования водоотводящих сетей является обеспечение в трубопроводах необходимых скоростей движения жидкости, исключающих образование плотных несмываемых отложений. Для проведения гидравлических расчетов труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ могут использоваться формулы, номограммы и таблицы в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» и СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов».

### 4.2 Тепловое расширение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.

В СП 40-102-2000 п. 6.7.1 приведена эмпирическая формула, которая показывает степень уменьшения удлинения трубы за счет сил трения в грунте. Оболочка трубы предизолированной гофрированной при расширении преодолевает не только силу трения, но и сопротивление грунта в пазухах профиля (грунт работает на смятие и на срез). Нагрузки от теплового расширения передаются через гофры на грунт по всей длине трубы. Толщина и площадь сечения гофрированных труб между гофрами имеют небольшие

значения, поэтому гофрированные трубопроводы в меньшей степени, чем гладкие, нагружают концевые элементы при линейном тепловом расширении.

Гофрированная труба, как правило, имеет более низкий показатель линейного расширения, по сравнению с обычной напорной полиэтиленовой трубой. С целью проверки поведения гофрированной трубы при температурном расширении она была подвергнута нескольким лабораторным испытаниям. Образцы выдерживались при температуре от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ , и их длина сравнивалась с показателями, полученными при температуре окружающей среды на обычной напорной полиэтиленовой трубе той же длины, того же диаметра и из того же материала. Показатель теплового расширения образца из профилированной трубы был на 50% ниже аналогичного показателя обычной напорной полиэтиленовой трубы. Фактический коэффициент линейного теплового расширения для трубы предизолированной гофрированной безнапорной ПЭ/ППУ-ПЭ:

$$1 \cdot 10^{-4} \cdot 1/^{\circ}\text{C}.$$

Для расчета величины теплового линейного расширения  $\Delta L$  используют формулу:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

где:  $\alpha$  - коэффициент линейного термического расширения,  $1/^{\circ}\text{C}$ , (для труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ)

$$\alpha = 1,0 \cdot 10^{-4};$$

$L$  - линейный размер тела (в нашем случае - длина трубы);

$\Delta T$  - изменение температуры.

Если концы трубы являются свободными, то шестиметровый отрезок полиэтиленовой трубы предизолированной при повышении температуры на  $20^{\circ}\text{C}$  удлинится на:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L = 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 20 \cdot 6 = 0,012 \text{ м} = 12 \text{ мм}$$

При условии зафиксированных концов трубы в стенках колодцев, то при повышении температуры на концы трубы действует сила реакции опор  $N_{\text{пр}}$ , которая препятствует ее удлинению. В стенке трубы возникают напряжения сжатия, величина которых определяется уравнением:

$$\sigma = \alpha \cdot \Delta T \cdot E$$

где  $E = 800 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$  - модуль упругости материала полиэтиленовой трубы при  $20^{\circ}\text{C}$ ;

$$\sigma = \alpha \cdot \Delta T \cdot E = 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 20 \cdot 800 = -0,16 \text{ МПа} = -1,6 \text{ кгс/см}^2.$$

Получается, что возникающие в стенках трубы напряжения при резком изменении температуры на  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  от температуры монтажа (сборки последнего стыка) значительно меньше значения модуля текучести полиэтилена при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ .

В теории упругости принято считать, что при тепловом *удлинении трубы* значения напряжений и продольных нагрузок  $N_{\text{пр}}$  имеют отрицательное значение. Это обусловлено тем, что мы виртуально позволяем трубе удлиниться при повышении температуры, а затем также виртуально сжимаем трубу до первоначальной длины неподвижными опорами, при этом прикладываем силу равную расчетной силе в трубе ( $N_{\text{пр}}$ ) при тепловом удлинении, но с отрицательным знаком. И, наоборот, при *охлаждении стенок трубы* мы виртуально прикладываем к трубе растягивающие силы и удлиняем трубу до первоначальной длины, поэтому напряжения и нагрузки в трубе, в сварных стыках, а также нагрузки на неподвижные опоры имеют положительное значение.

Таким образом, усилие  $N_{\text{пр}}$ , с которым труба действует на стенки смежных колодцев, при повышении температуры стенок, определяется уравнением:

$$N_{\text{пр}} = -\alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot F;$$

где  $F$  - площадь стенки трубы в ее поперечном сечении,  $m^2$ ;

Например, для трубы предизолированные гофрированные безнапорные 160/250 нагрузка на стенки колодцев при повышении температуры на  $40^{\circ}C$  (от температуры монтажа) составляет:

$$N_{пр} = -\alpha * \Delta T * E * F = -1,0 * 10^{-4} * 40 * 800 * 10^6 * 0,00043 = -1376H = -37,6кгс$$

При этом следует учесть, что за счет сил трения между оболочкой трубы и грунтом, сил сопротивления грунта сжатию между гофрами, а также релаксации продольных напряжений в материале труб с течением времени, фактическая величина нагрузки на стенки колодцев будет меньше, чем расчетное значение. Таким образом, в трубопроводах с применением труб предизолированных гофрированных безнапорных температурные нагрузки на стенки колодцев чрезвычайно малы, поэтому появляется возможность применять сварные полиэтиленовые колодцы из гофрированных труб.

#### 4.3 Расчет на прочность и устойчивость трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ

При расчетах на прочность и устойчивость труб ИЗОКОРСИС коэффициенты надежности  $\gamma$  принимаются с учетом требований СНиП 2.04.12-86, СП 42-103-2003 и СН 550-82.

Рекомендуемые значения коэффициентов надежности приведены в таблице 25.

Таблица 25

Вид нагрузки	Условное обозначение	Характеристика нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma$
Постоянные	$\gamma_q$	Собственный вес трубопровода и элементов обустройства	1,1 (1,0)
	$\gamma_m$	Вес и давление грунта (засыпки насыпки)	1,2(0,8)
	$\gamma_g$	Деформация и давление грунта засыпки	1,1
	$\gamma_{kg}$	Концентрация давления грунта	1,1
	$\gamma_w$	Выталкивающее давление воды	1,0(1,05-1,1)
	$\gamma_{pc}$	Вес транспортируемой среды	1,1 (1,0)
	$\gamma_t$	Температурный перепад стенок трубопровода	1,0
	$\gamma_v$	Нагрузки от давления на поверхности земли (дорожного покрытия)	1,4
	$\gamma_b$	Нагрузки от веса балластирующих устройств	0,85-0,95
	$\gamma_{tg}$	Нагрузки от давления гусеничного транспорта	1,1
	$\gamma_{tk}$	Нагрузки от давления колесного транспорта	1,4
	$\gamma_c$	Сейсмическое воздействие	1,0
Временные	$\gamma_z$	Неравномерные деформации грунта, с сопровождением его структуры (оползни, деформации земной поверхности в районах горных выработок, деформации просадочных грунтов при замачивании или вечномерзлых при оттаивании и т.д.)	1,0
	$\gamma_r$	Релаксационная способность полиэтиленовых труб	0,25-0,6

*Примечание:*

1. Коэффициенты, указанные в скобках, принимают при расчете трубопровода на устойчивость против всплытия.
2. Рекомендуется принимать значения коэффициентов релаксации напряжений в

зависимости от продолжительности их воздействия: 10 ч - 0,6; 100 ч - 0,5; 1000ч- 0,4; 10000 ч - 0,3; 50 лет - 0,25.

Полная эквивалентная нагрузка на оболочку (**кН/м**), определяется по формуле:

$$R_{\text{экв}} = \xi * \sum \beta_i * Q_i;$$

где **Q<sub>i</sub>**- составляющие полной эквивалентной нагрузки, **кН/м**;

$\xi$ - коэффициент, учитывающий распределение нагрузки и опорной реакции, принимаемый равным:

- **1,3** - при укладке на плоское основание;

- **1,2** - при укладке на спрофилированное основание;

$\beta_i$  - коэффициенты приведения нагрузок, принимаемые равными:

- для нагрузок от давления грунта:

$\beta_1 = 0,75$  – при укладке на плоское основание,

$\beta_1 = 0,55$  – при укладке на спрофилированное основание с углом охвата = **70°**,

$\beta_1 = 0,50$  – при угле охвата = **90°**,

$\beta_1 = 0,45$  – при угле охвата = **120°**,

- для нагрузок от веса изолированного трубопровода:

$\beta_2 = 0,75$  – при укладке на плоское основание,

$\beta_2 = 0,35$  – при укладке на спрофилированное основание с углом охвата = **70°**,

$\beta_2 = 0,30$  – при угле охвата = **90°**,

$\beta_2 = 0,25$  – при угле охвата = **120°**;

- для нагрузок, от выталкивающей силы воды, равномерно распределенной нагрузки на поверхности земли и от подвижных транспортных средств значения коэффициентов  $\square_i$  принимаются равными:  $\square_3 = \square_4 = \square_5 = 1$ ;

**P<sub>w</sub>** - внешнее радиальное давление на трубопровод, **кН/м<sup>2</sup>**, приравненное к гидростатическому и определяемое по формуле:

$$P_w = \rho_w * H_w,$$

где  $\rho_w$  – удельный вес грунтовых вод с учетом растворенных в ней солей, принимаемый по данным инженерных изысканий, обычно в пределах 10,2- 10,4 кН/м<sup>3</sup>;

**H<sub>w</sub>** – высота уровня грунтовых вод над верхом изоляции трубы, **м**.

При прокладке на необводненных участках **P<sub>w</sub>** принимается равным нулю.

Нормативная равномерно распределенная расчетная вертикальная нагрузка от давления грунта определяется по формуле:

$$Q_m = \gamma_g * \gamma_m * q_m \frac{D_{\text{тр}}}{D_e} K_{\text{гр}}$$

где **D<sub>e</sub>** – наружный диаметр защитной оболочки, **м**;

$\gamma_m$  – коэффициент надежности по весу и давлению грунта;

$\gamma_g$  - коэффициент надежности по деформации грунта засыпки, по таблице 25.

**q<sub>m</sub>** – нормативная равномерно распределенная нагрузка от давления грунта **кН/м**, и определяемая по формуле:

$$q_m = \rho_m * D_e * H * q_m, \text{ кН/м}^3;$$

где **D<sub>тр</sub>**- ширина траншеи на уровне верха изолированной трубы, **м**;

**H**- глубина заложения от верха изолированной трубы, **м**;

**K<sub>гр</sub>** – коэффициент вертикального давления грунта засыпки, принимаемой по данным таблицы 26. При глинах и суглинках полутвердой и мягкой консистенции следует принимать значения **K<sub>гр</sub>** с учетом линейной интерполяции приведенных в таблице значений.

Расчетная нагрузка от собственного веса заполненной транспортируемой средой

трубопровода определяется по формуле:

$$Q_q = \gamma_q * q_q + \rho_w * \pi * L * (q_i)^2 / 4;$$

где  $q_q$  - вес одного погонного метра изолированной трубы, **кН/м**, по каталогу;

$\gamma_q$  – коэффициент надежности по весу трубы, принимаемый по таблице 25;

$\rho_w$  – вес транспортируемой среды, **кН/м<sup>3</sup>**;

$L$  - длина трубопровода, **м**;

$d_i$  – внутренний диаметр рабочей трубы, **м**.

Таблица 25. Значение коэффициента  $K_{гр}$  по СП 42-103-2003.

Глубина заложения трубы, м	Коэффициент $K_{гр}$ при категории грунта засыпки	
	Пески, супеси, суглинки твердые	Суглинки пластичные, глины твердые
0,5	0,82	0,85
1,0	0,75	0,78
2,0	0,67	0,7
3,0	0,55	0,58
4,0	0,49	0,52
5,0	0,43	0,46

Расчетная нагрузка на оболочку предизолированной трубы от выталкивающей силы грунтовых вод, определяется по формуле:

$$Q_w = \gamma_w * q_w,$$

Где  $\gamma_w$  – коэффициент надежности по нагрузке от выталкивающей силы воды;

$q_w$  – нормативная равномерно распределенная нагрузка от выталкивающей силы воды, **кН/м**;

$$q_w = \rho_w * \pi * D_e^2 / 4;$$

где  $\rho_w$  - плотность грунтовых вод с учетом растворенных в ней солей, **кг/м<sup>3</sup>**.

Расчетная нагрузка от равномерно распределенной нагрузки на поверхности грунта:

$$Q_v = \gamma_v * \gamma_{kg} * q_v * D_e;$$

где  $\gamma_v$  – коэффициент надежности по нагрузке от дорожной одежды,

$\gamma_{kg}$  - коэффициент надежности по концентрации давления грунта, по таблице 25;

$q_v$  – нормативная нагрузка, от равномерно распределенной нагрузки, **кН/м<sup>2</sup>**.

Расчетная нагрузка на оболочку изолированного трубопровода от транспорта определяется по формуле:

$$Q_t = \gamma_{tg(tk)} * q_t * D_e;$$

где  $\gamma_{tg(tk)}$  - коэффициент надежности по нагрузке от транспорта, принимаемой по таблице 25;

$q_t$  – нормативная равномерно распределённая нагрузка от транспорта, **кН/м<sup>2</sup>**, передаваемая на оболочку трубопровода через грунт в зависимости от глубины прокладки (до верха оболочки) трубопровода, **Н**.

При учете нагрузки от транспорта расчетная нагрузка от равномерно распределенной нагрузки на поверхности грунта  $Q_v$  не учитывается. Полная погонная эквивалентная нагрузка  $Q$  на оболочку трубы с учетом транспортной нагрузки составит:

$$Q = \xi * (\sum \beta_i * Q_i) = 1,2 * (\beta_1 * Q_m + \beta_2 * Q_q + \beta_3 * Q_w + \beta_5 * Q_t);$$

Эквивалентное давление на оболочку трубы составит:

$$D_{эkv} = \frac{Q}{D_e} + P_w;$$

где  $D_e$  - диаметр оболочки трубопровода, **м**;

$P_w$  - расчетное внешнее гидростатическое давление,  $\text{кН/м}^2$ .

В качестве временных транспортных нагрузок надлежит принимать:

- для трубопроводов, укладываемых под железнодорожными путями, - нагрузку, соответствующую классу данной железнодорожной линии;
- для трубопроводов, укладываемых под автомобильными дорогами, - от колонны автомобилей Н-30 или колесного транспорта НК-80 (по большему силовому воздействию на трубопровод);
- для трубопроводов, укладываемых в местах, где возможно движение автомобильного транспорта, - от колонны автомобилей Н-18 или гусеничного транспорта НГ-60 (по большему силовому воздействию на трубопровод);
- для трубопроводов, укладываемых в местах, где движение автомобильного транспорта невозможно, - равномерно распределенную нагрузку **5 кПа (500 кгс/м<sup>2</sup>)**.

На глубинах прокладки до 2 метров транспортные нагрузки существенно зависят от наружного диаметра труб. Графики этих транспортных нагрузок приводятся на рисунке 60 (б, в, г).

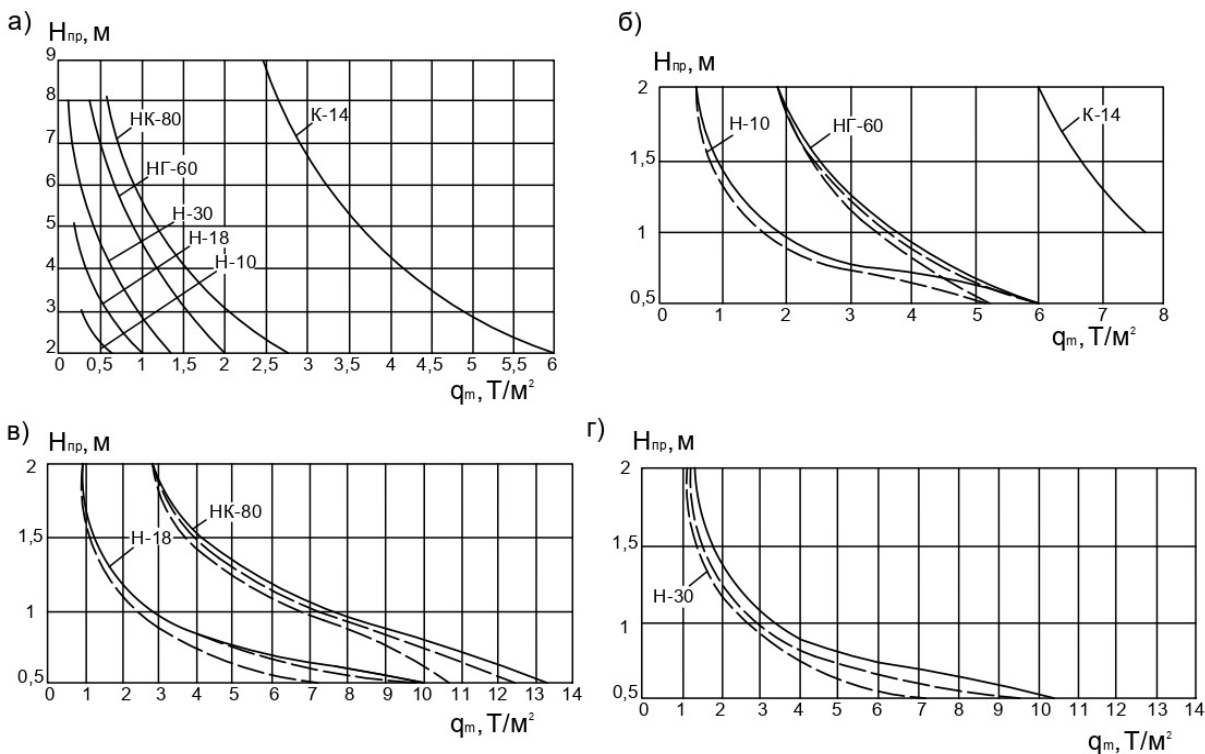


Рисунок 60. Нагрузка от транспорта  $q_t$ , передаваемая на оболочку трубы предизолированной от глубины прокладки до верха оболочки  $H_{пр}$ , при диаметре оболочки 125 мм (сплошные линии), 500 мм (пунктирные линии) и 1200 мм (штрихпунктирные линии).

Внешнюю нагрузку на оболочку трубы от транспорта в проверочных расчетах рекомендуется учитывать обязательно, поскольку в период строительства засыпка и трамбование грунта, как правило, осуществляется механизированным способом с использованием колесных или гусеничных тракторов (бульдозеров), оказывающих вертикальное давление на подземный трубопровод.

Составляющие полной погонной эквивалентной нагрузки  $Q_i$  включают расчетные нагрузки от давления грунта, от собственного веса трубопровода заполненного транспортируемой средой, от выталкивающей силы воды на обводненных участках трассы,



от равномерно распределенной нагрузки на поверхности земли и от подвижных транспортных средств.

При необходимости в некоторых случаях, дополнительно могут учитываться и локальные нагрузки (например, нагрузки от давления балластирующих устройств на оболочку изолированной трубы). Ссылаться необходимо на нормативные нагрузки и коэффициенты перегрузки от подвижного состава следует определять согласно СНиП 2.05.03-84.

Грунт, в котором находится трубопровод, является не только нагрузкой и основанием, но и средой, оказывающей сопротивление или отпор перемещениям стенок трубопровода и повышающей несущую способность последнего. Критической величиной деформации оболочки предизолированной трубы является более 5%.

Чем плотнее грунт и чем более гибки стенки трубопровода, тем значительнее сказывается влияние отпора. Величину относительной овализации труб предизолированных, при траншейной прокладке, рекомендуется рассчитывать по уравнению:

$$f/D = \frac{0,083 \cdot P_{\text{ЭКВ}}}{0,16 \cdot G_0 + 0,122 \cdot E_s};$$

где  $P_{\text{ЭКВ}}$  – полное эквивалентное давление на трубу, МПа;

$G_0$  – кратковременная кольцевая жесткость трубы (таблица 1), МПа;

$E_s$  – секущий (тангенциальный) модуль грунта (таблица 26), МПа.

Данное уравнение соответствует классическому уравнению Шпенглера<sup>1</sup> и используется для определения относительного прогиба трубы с учетом поперечной прочности грунта многими национальными стандартами и строительными правилами.

Для привозного грунта, песка и гравия в таблице 26 приведены *минимальные значения секущего* модуля грунта  $E's$ , которые используются при определении овализации по уравнению  $-f/D$ , а также диапазоны значений  $E's$  с учетом характеристик грунта и его уплотнения.

Таблица 26

Глубина засыпки, м	Минимальные значения секущего модуля грунта $E's$ , Мпа		
	Не уплотненного	Уплотненного вручную	Уплотненного механически
1	0,5	1,2	1,5
2	0,5	1,3	1,8
3	0,6	1,5	2,1
4	0,7	1,7	2,4
5	0,8	1,9	2,7
6	1,0	2,1	3,0
Диапазоны значений секущего модуля грунта $E's$ , Мпа			
	Не уплотненного	Уплотненного под контролем	
Песок крупный и средней крупности	0,6-0,7	2,0-5	
Мелкий песок	0,5-0,6	1,2-3	
Супеси и суглики	0,4-0,5	1,0-2,5	
Пыльвун, глина	<0,3	0,6	

*Пример расчета*

Расчет теплоизолированной канализационной трубы **Труба безнапорная 0160 SN8ППУ-ПЭ/0250 SN8 СТО71807-001-2018** прокладываемой в среднепучинистых грунтах с глубиной

промерзания  $H_{п} = 4$  м. Класс кратковременной кольцевой жесткости- **SN 50**, (смотреть в таблице 1).

Прокладка канализационного коллектора бесканальная, с устройством песчаной постели, песчаной подушки, первичной засыпкой песчано - грунтовой смесью с послойным трамбованием (на 2/3 высоты изолированной трубы), вторичной песчано-грунтовой засыпкой с послойным трамбованием, и финишной обратной засыпкой местным каменистым грунтом.

Нормативный вес изолированной трубы  $q_q = 6,36$  кН/м.

Ширина траншеи (**В**) на уровне верха изолированной трубы- **0,7** м.

Глубина заложения трубопровода (**Н**, м) от верха оболочки- **1,0** м.

Высота уровня грунтовых вод над верхом трубопровода  $H_w = 0,2$  м.

Удельный вес воды с учетом растворенных в ней солей  $\rho_w = 10,4$  кН/м<sup>3</sup>.

Подвижные нагрузки на поверхности засыпки: нагрузка в месте пересечения трубопровода автодорогой с усовершенствованным покрытием. Принимаем нагрузку НГ-60 по графику рисунок 60б, равную  $q_t = 35,0$  кН/м<sup>2</sup>, при  $H = 1,0$  м.

### Определение величины поперечных расчетных нагрузок

Нормативная равномерно распределенная нагрузка от давления грунта на оболочку предизолированного трубопровода:

$$q_m = \rho_m * D * H_r = 18,5 * 0,25 * 1,05 = 4,86 \text{ кН/м,}$$

где  $d_e$  – наружный диаметр оболочки предизолированной трубы.

Коэффициент вертикального давления грунта  $K_{гр}$ , по таблице 27 при глубине заложения от верха защитной оболочки изолированного трубопровода **1,0** м  $\Rightarrow K_{гр} = 0,75$ .

Равнодействующая расчетной вертикальной нагрузки на единицу длины трубопровода от давления грунта:

$$Q_m = \gamma_g * \gamma_m * q_m \frac{V_{тр}}{D} K_{гр} = 1,1 * 1,2 * 4,86 * (0,7/0,25) * 0,75 = 13,5 \text{ кН/м.}$$

Расчетная нагрузка от собственного веса 1 п.м. изолированного трубопровода с водой:

$$Q_m = \gamma_q * q_q + \rho_v * \pi (d_i)^2 / 4 = 1,1 * 0,0636 + 10,4 * 3,14 * (0,139)^2 / 4 = 0,228 \text{ кН/м,}$$

$\rho_v$  - удельный вес транспортируемой воды, кН/м<sup>3</sup>;

$D_i$  - внутренний диаметр рабочей трубы, м.

Расчетное внешнее гидростатическое давление грунтовых вод на трубопровод:

$$P_w = \gamma_{qv} * \rho_v * H_w = 1,0 * 10,4 * 0,2 = 2,08 \text{ кН/м}^2;$$

Нормативная равномерно распределенная нагрузка от выталкивающей силы грунтовых вод ( $q_w$ ):

$$q_w = \rho_w * \pi (d_i)^2 / 4 = 10,4 * 3,14 * 0,25^2 / 4 = 0,51 \text{ кН/м;}$$

Расчетная нагрузка на трубу от выталкивающей силы воды:

$$Q_w = \gamma_w * q_w = 1,0 * 0,51 = 0,51 \text{ кН/м;}$$

Трубопровод устойчив при воздействии выталкивающей силы грунтовых вод, поскольку сумма нагрузок  $Q_m + Q_q = 13,5 + 0,158 = 13,7$  кН/м существенно больше нагрузки от выталкивающей силы грунтовых вод  $Q_w = 0,51$  кН/м.

Нормативная нагрузка от нагрузки на поверхности грунта ( $q_v$ ) в отсутствии специальных требований принята **5 кН/м<sup>2</sup>** (нагрузка от веса людей, снежного покрова и т.п.). Расчетная нагрузка (от равномерно распределенной нагрузки) на поверхности грунта:

$$Q_v = \gamma_v * \gamma_{kg} * q_v * D = 1,4 * 1,1 * 5,0 * 0,25 = 1,93 \text{ кН/м};$$

Нормативное равномерно распределенное давление от транспорта согласно графика на рисунке 60 в (при НК-70):  $q_t = 70,0$  кН/м<sup>2</sup>, при  $H = 1,0$  м.

Расчетная нагрузка на изолированный трубопровод от транспорта:

$$Q_t = \gamma_{tg(tk)} * q_t * D = 1,4 * 70 * 0,25 = 24,5 \text{ кН/м};$$

**Определение полной эквивалентной нагрузки без учета транспортной нагрузки**

Полная погонная эквивалентная нагрузка  $Q$  на оболочку трубы без учета транспортной нагрузки:

$$Q = \xi (\sum \beta_i * Q_i) = 1,3 * (\beta_1 * Q_m + \beta_2 * Q_q + \beta_3 * Q_w + \beta_5 * Q_t) = 1,2 * (0,45 * 13,5 + 0,25 * 0,228 + 1,0 * 0,51 + 1,0 * 5,0) = 1,2 * (6,08 + 0,06 + 0,51 + 5,0) = 14,0 \text{ кН/м}$$

Согласно выражению  $P_{экр} = \frac{Q}{De} + P_w$ , эквивалентное давление на оболочку трубы составит:

$$P_{экр} = \frac{Q}{D} + P_w = \frac{14}{0,25} + 2,08 = 58,1 \text{ кН/м}^2 = 0,058 \text{ МПа},$$

**Расчет овализации оболочки трубы (без учета транспортной нагрузки)**

Величину овализации оболочки трубы определяем по уравнению:

$$f/D = \frac{0,083 * P_{экр}}{0,16 * G_0 + 0,122 * E' \epsilon} = \frac{0,083 * 0,058}{0,16 * 0,05 + 0,122 * 1,5} = 0,025 = 2,5\%;$$

**Вывод 1:** Труба безнапорная 0160 SN8 ППУ-ПЭ/0250 SN8 СТО71807835-001-2018 по предельно допустимому давлению грунта на оболочку подходит для прокладки в данных условиях заложения трубопровода.

**Определение полной эквивалентной нагрузки с учетом транспортной нагрузки**

При учете нагрузки от транспорта расчетная нагрузка от равномерно распределенной нагрузки на поверхности грунта  $Q_v$  не учитывается.

Полная погонная эквивалентная нагрузка  $Q$  на оболочку трубы с учетом транспортной нагрузки НГ-60 составит:

$$Q = \xi (\sum \beta_i * Q_i) = 1,2 * (\beta_1 * Q_m + \beta_2 * Q_q + \beta_3 * Q_w + \beta_5 * Q_t) = 1,2 * (0,45 * 13,5 + 0,25 * 0,228 + 1,0 * 0,51 + 1,0 * 35,0) = 1,2 * (2,73 + 0,057 + 0,51 + 35) = 37,9 \text{ кН/м}$$

Согласно выражению ( $P_{экр} = \frac{Q}{De} + P_w$ ), эквивалентное давление на оболочку трубы составит:

$$P_{\text{экв}} = \frac{Q}{D} + P_w = \frac{37,9}{0,25} + 2,08 = 0,15 \text{ МПа};$$

**Расчет овализации оболочки трубы без учета транспортной нагрузки**

Величину овализации оболочки трубы определяем по уравнению:

$$f/D = \frac{0,083 \cdot P_{\text{экв}}}{0,16 \cdot G_0 + 0,122 \cdot E' \cdot s} = \frac{0,083 \cdot 0,15}{0,16 \cdot 0,05 + 0,122 \cdot 1,5} = 0,0657 = 6,6\%;$$

Овализация оболочки превышает критическую величину 5%. Такой режим работы является недопустимым.

**Вывод 2:** Труба безнапорная 0160 SN8 ППУ-ПЭ/0250 SN8 СТО71807835-001-2018 по предельно допустимому давлению грунта на оболочку **не пригодна для условий воздействия транспортной нагрузки НГ- 60**, при глубине заложения трубы равной 1 м над верхом трубы.

#### 4.4 Надземная прокладка.

При прокладке предизолированного трубопровода безнапорного на эстакадах, вдоль эстакады жестко крепятся продольные балки с зазорами в местах соединений труб и с поперечинами для опор (например, два металлических П-образных профиля, два бруса деревянного настила и т.д.).

Оболочка каждой трубы или фасонного изделия жестко фиксируется к металлическому профилированному основанию при помощи хомутовых неподвижных опор. В промежуточных точках крепления устанавливаются хомутовые скользящие опоры (рисунок 61).

Компенсация температурных напряжений обеспечивается за счет самокомпенсации за счет характеристик материала - полиэтилена.

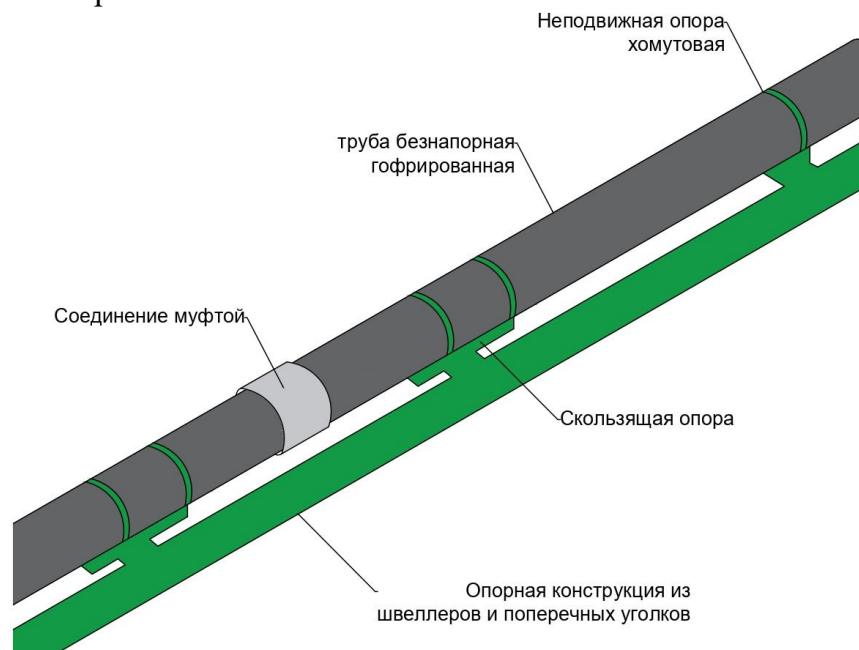


Рисунок 61. Крепление труб и соединительных деталей при наружной прокладке трубопровода

## 4.5 Проектирование систем электрического обогрева.

### 4.5.1 Тепловые режимы работы трубопровода

Для выполнения в проекте раздела по наружной канализации с использованием трубопроводных систем с использованием труб и соединительных деталей безнапорных предизолированных гофрированных, рекомендуется принимать тепловой режим их работы, не допускающий появления льда на внутренней поверхности стенки рабочей трубы.

Появление льда на внутренней поверхности рабочей трубы является недопустимым режимом работы, поскольку при этом происходит увеличение гидравлического сопротивления трубопровода и изменяются его проектные характеристики.

При известном расходе, заданной начальной температуре, скорости потока транспортируемой среды, а также при известном уклоне трубопровода, длина предизолированного необогреваемого трубопровода, при которой, температура воды в процессе транспортирования понижается до  $0^{\circ}\text{C}$ , является критической (**L<sub>кр</sub>**, **м**).

Регулирование температуры бытовых стоков в трубопроводе происходит при помощи передачи сигнала от температурного датчика, установленного на несущей трубе, к контроллеру системы обогрева. Как правило, контроллер системы обогрева самотечных трубопроводов настраивается на определённый диапазон рабочих температур бытовых стоков. Включение нагревательной ленты происходит при понижении температуры стоков ниже  $+2^{\circ}\text{C}$ , а выключение происходит после достижения стоками температуры  $+5^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, при достижении температуры стоков выше  $+5^{\circ}\text{C}$  происходит автоматическое отключение системы обогрева трубопровода, что приводит к уменьшению потребления системой электроэнергии, т.е. обеспечивается экономичный режим ее работы.

Для предотвращения перегрева стенки рабочей трубы до температуры более  $+45^{\circ}\text{C}$  в случае отказа основной системы управления (например, залипания контактов магнитного пускателя) целесообразно иметь блокировку по температуре в зоне контакта ПЭ кабель-канала и поверхности рабочей трубы, что увеличивает ресурс трубы и нагревательной ленты.

### 4.5.2 Расчет тепловых режимов.

Теоретические методы решений задач по теплопередаче (расчет удельных тепловых потерь) для системы предизолированных труб, имеющих двухслойную гофрированную стенку, работающих к тому же при неполном наполнении очень трудоемки. Наиболее наглядно расчеты стационарных и нестационарных тепловых режимов работы трубопровода с системой обогрева, применительно к конкретным условиям строительства могут быть выполнены в специализированных компьютерных программах. Допустимо применять программные продукты с использованием трехмерных и двухмерных моделей. Программы с использованием трехмерных моделей пока недоступны широкому кругу пользователей из-за их высокой стоимости. В программах с двухмерной графикой расчет производится на основе плоскостной модели поперечного сечения трубы или фасонного изделия.

Поскольку трубы и соединительные детали предизолированные безнапорные гофрированные имеют переменный профиль сечения по длине (по гофрам или по трубе) при

построении расчетной модели в двухмерных программах рекомендуется использовать прием, позволяющий производить вычисления с использованием одного «совмещенного» сечения, для этого необходимо на расчетной модели «повернуть» гофры труб безнапорных на 90 градусов (вдоль трубы).

Специалистами технического отдела ООО «Империя Строй» расчеты тепловых полей трубопроводов предизолированных безнапорных гофрированных выполняются с использованием отечественной программы «Обогрев трубопроводов» Версия 1.3 (С)SST. Использование данной программы позволяет производить наиболее точные расчеты полей температур, мощности, градиентов тепловых потоков, времени охлаждения стоков до 0°C, а также времени кристаллизации стоков в трубопроводе, с образованием на внутренней стенке рабочей трубы льда. Для стационарных и нестационарных режимов работы трубопровода, в том числе в режиме автоматического регулирования, это позволяет определить необходимость применения системы обогрева в данном конкретном случае, а в случае её применения производить выбор параметров систем обогрева, обеспечивающих максимальную энергоэффективность систем обогрева.

Расчетная критическая длина трубопровода характеризует предельно допустимую длину трубопровода, при заданных условиях прокладки:

- расход;
- заданная начальная температура;
- скорость потока транспортируемой среды;
- уклон трубопровода,
- глубина прокладки;
- окружающий трубопровод грунт;
- климатических условиях, при которых не требуется применять попутный электрический обогрев.

Температура бытовых стоков в дневное время, как правило, существенно выше, чем ночью. Поэтому расчет критической длины трубопровода рекомендует выполнять для условий его работы ночью. В связи с отсутствием нормативных данных при расчетах тепловых режимов работы труб предизолированных безнапорных гофрированных, как с кабель-каналом, так и без кабель-канала, рекомендуется принимать начальную температуру стоков ночью +10°C, а днем +20°C.

Расчеты, выполненные в программе «Обогрев трубопроводов» Версия 1.3 (С)SST, показали, что при наполнении рабочей трубы безнапорной гофрированной днем на 25% и более с начальной температурой стоков +20°C, критическая длина изолированных трубопроводов составляет более тысячи метров. Этот режим работы характерен для выпусков и коллекторов днем.

При минимальных расходах транспортируемой среды, например, на выпусках из зданий с наполнением 0,02...0,05 h/d (где h- высота стоков, м; d- внутренний диаметр рабочей трубы, м). Ночью, после прекращения сбросов стоков, температура стенок необогреваемой опорожненной рабочей трубы охлаждается до температуры окружающего трубу грунта. При подтекающем кране или неисправном сливном бачке имеет место пленочный характер движения стоков в рабочей трубе и возможно послойное промерзание всего сечения трубы предизолированной гофрированной безнапорной к утру.

Ниже приведен пример расчета критической длины самотечного трубопровода для климатических условий г. Мирный, Республика Саха Якутия для случая прокладки канализационной трубы безнапорной 110 SN8 ППУ-ПЭ/200 SN8 в вечномёрзлом грунте.

**Исходные данные:**

Назначение трубопровода: промышленная канализация самотечная;  
 Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца в году: **-37,7°С**;  
 Минимальная начальная температура транспортируемой среды: **10°С**;  
 Уровень наполнения **h/d: 0,02** (2% от заполнения рабочей трубы);  
 Уклон трубопровода: **0,01**;  
 Типоразмер применяемой трубы: **110/200**.  
 Длина трубопровода (**Lтр**): **35 метров**;(45)  
 Вид прокладки трубопровода: подземно на глубине **1,0 м** (по оси трубопровода);  
 Тип грунта: мёрзлый суглинок;  
 Коэффициент теплопроводности грунта - **2,55 Вт/(м2.°С)**.  
 Коэффициент теплоотдачи с поверхности грунта [6] при средней скорости ветра [5] для региона проектирования: **30 Вт/(м2.°С)**;

Глубина промерзания грунта: **вечная мерзлота**; Температура грунта: по результатам данных геодезических изысканий в данной местности температура вечномёрзлого грунта на глубине 4 метра составляет **-3,4°С**.

Так как температура бытовых стоков в дневное время, как правило, существенно выше, чем ночью, проверочный расчет критической длины трубы выполним для ночного периода. В расчетах принимаем, что длина изолированного необогреваемого трубопровода, при которой температура стоков в процессе транспортирования вначале понижается до **0°С**, а затем происходит **2%** «кристаллизация» воды в стоках, является критической (**Lкр, м**).

Так как труба предизолированная гофрированная безнапорная имеет сложную геометрическую конфигурацию, то для определения критической длины трубопровода решим нестационарную задачу на плоской модели трубы предизолированной (рисунок 62) в программном комплексе «Обогрев трубопроводов» Версия 1.3 (C)SST:

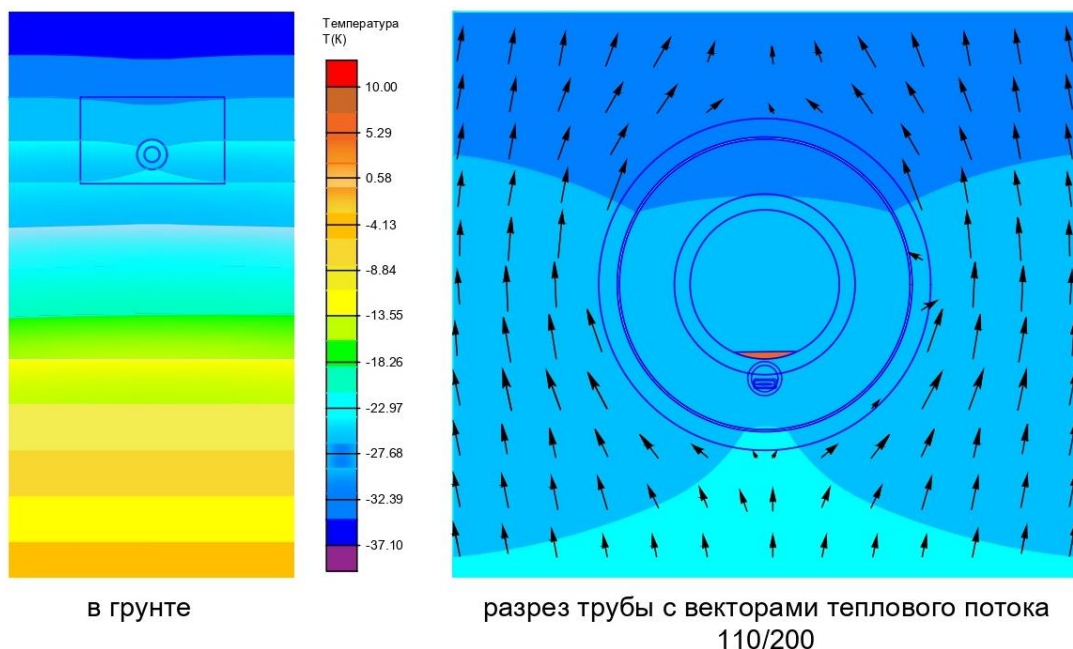


Рисунок 62. Поле температур трубы предизолированной гофрированной безнапорной.

Для достижения начальных условий (для решения задачи нестационарного теплообмена)

вначале решим задачу стационарной теплопередачи на той же модели, по результатам решения которой получим температурный режим необогреваемой пустой предизолированной гофрированной безнапорной трубы на заданной глубине прокладки, при заданной температуре воздуха над поверхностью грунта.

Расчет выполняется исходя из самых худших условий, когда стоки периодически сбрасываются в трубу, при этом наполнение трубы составляет всего 2% от ее внутреннего диаметра. Расчеты выполняем с учетом влияния тепловой инерции системы «трубопровод окружающий грунт» (См. в издании «тепловые параметры трубопроводов, проложенных в вечномерзлом грунте. Трубопроводный транспорт №1(?), 2007. Хренков Н.Н.).

Задается следующая ситуация: после прекращения сбросов стоков, среднеобъемная температура стенки рабочей трубы охлаждается практически до температуры окружающего трубу грунта.

Начальную температуру сбрасываемых в трубу стоков в ночной период принимаем  $+10^{\circ}\text{C}$ . По условию нестационарной задачи задаём режим - в пустую охлаждённую трубу попадают стоки с температурой  $+10^{\circ}\text{C}$ . Далее выполняем расчёт по определению времени охлаждения стоков до  $0^{\circ}\text{C}$ .

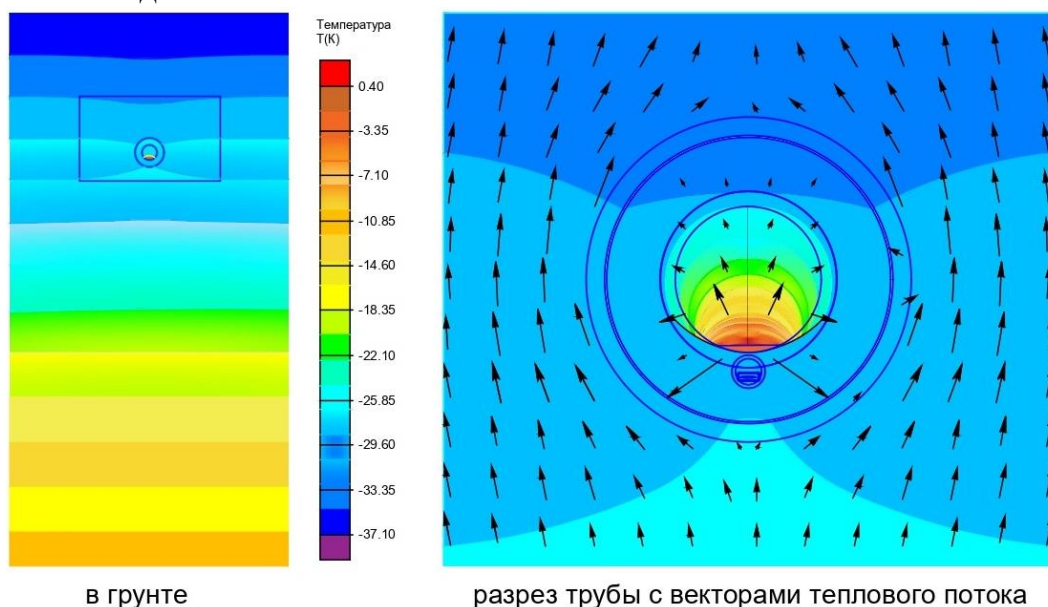


Рисунок 63. Температурное поле при достижении среднеобъемной температуры переднего фронта стоков значения  $0^{\circ}\text{C}$  в трубе предизолированной гофрированной безнапорной 110/200.

Расчётное время охлаждения ( $\tau_{\text{охл}}$ ) переднего фронта порции стоков (при глубине фронта 1 м) в грунте (мёрзлый суглинок с теплопроводностью  $2,55 \text{ Вт}/(\text{м}2.^{\circ}\text{C})$ ) от начальной температуры  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ , при наполнении трубы предизолированной гофрированной безнапорной  $110/200 = 0,02\text{h/d}$ , составляет **50 с**, (Рисунок 64). Расчет выполнен для глубины заложения трубопровода **0,9 м** от верха оболочки, при температуре на поверхности грунта -  $37,7^{\circ}\text{C}$ , температуре грунта по оси трубопровода  $-28,4^{\circ}\text{C}$ .

Произведём определение скорости стоков трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного 110/200 методом интерполяции по значению скорости потока для трубы безнапорной гофрированной по ГОСТ Р 54475-2011 (таблица В.9 [6]). Для этого используем следующие данные: уклон трубопровода **0.01 м** на метр трубы, наполнение трубопровода **0,02 h/d**. Расчетная скорость стоков трубопровода ИЗОКОРСИС 110/200



составляет **0,135 м/с**.

Далее определяем критическую длину трубопровода без учёта процесса кристаллизации:

$$L_{кр} = V * \tau,$$

где  $V$ -скорость стоков, м/с;

$\tau$ - время охлаждения стоков до 0°C;

$$L_{кр} = 0,135 * 50 = 6,75 \text{ м.}$$

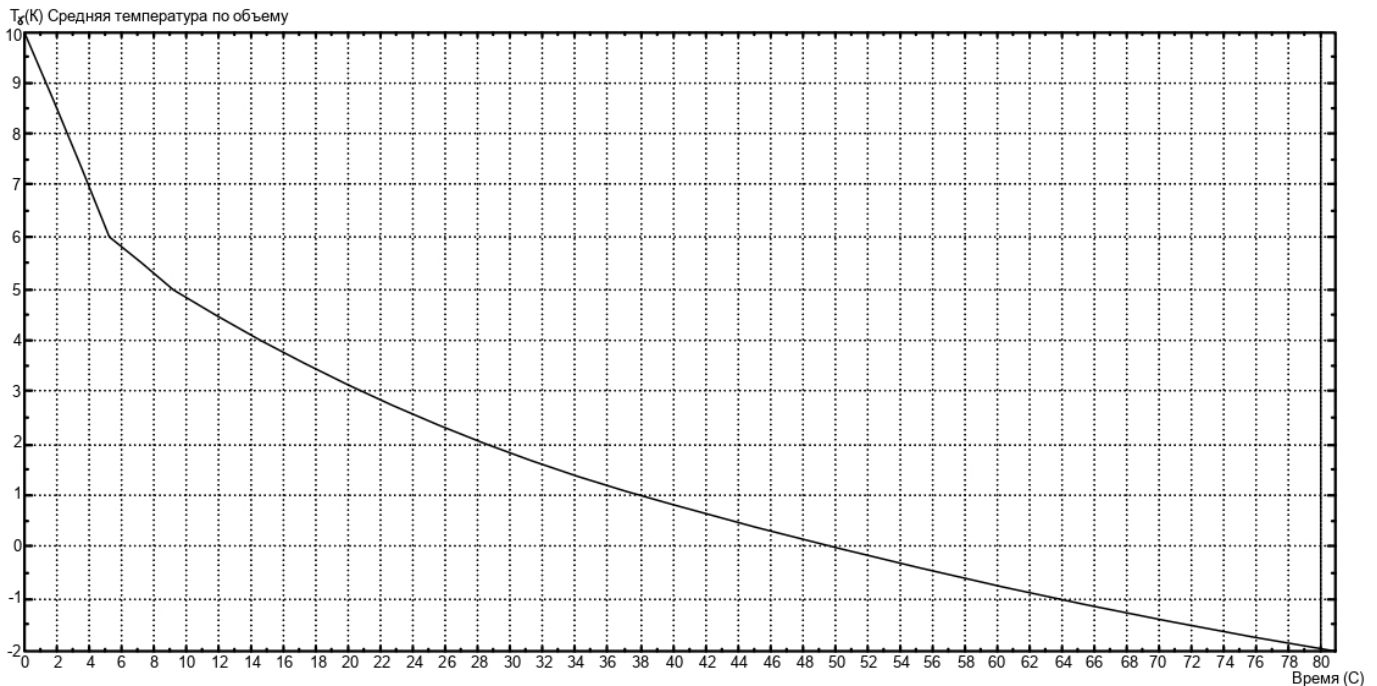


Рисунок 64. Изменение среднеобъемной температуры переднего фронта стоков в трубе предизолированной гофрированной безнапорной 110/200.

Если длина трубы превышает значение  $L_{кр}$ , то далее начинается процесс кристаллизации воды. Следует иметь ввиду, что процесс замерзания стоков – процесс длительный, так как при кристаллизации воды происходит выделение теплоты, равное **3,35.105 Дж/кг**. Поскольку полная кристаллизация (замерзание) стоков в трубе не допускается, принимаем, что в процессе переохлаждения происходит 2-х процентное образование льда от расчетного объема стоков, выделяющее тепловую энергию. Зададим это значение в виде коэффициента ледообразования ( $k_{л} = 0,02$ ). Тогда, значение критической длины трубопровода с учетом процесса частичной кристаллизации стоков, можно определить по формуле:

$$L_{к.кр} = V[\tau_{охл} + \tau_3],$$

где  $L_{к.кр}$  – критическая длина трубопровода с учётом кристаллизации, м;

$\tau_3 = k_{л} * (\lambda * \rho * S * L) / q_3$ - время полной кристаллизации (замерзания) стоков, с;

$k_{л} = 0,02$  - коэффициент ледообразования, показывающий предельно допустимую массу воды, по условиям эксплуатации, превратившуюся в лед в процессе кристаллизации;

$\lambda$  - теплота кристаллизации воды, равная **3,35.105 Дж/кг**;

$S = 131,01.10^{-6} \text{ м}^2$  – сечение потока, определяется по математической модели трубы предизолированной гофрированной безнапорной 110/200;

$L = 1 \text{ м}$  – фиксированная длина отрезка, для которого производится расчет;

$q^3$  - удельная мощность тепловых потерь стоков при среднеобъемной температуре стоков  $0^{\circ}\text{C}$ , **Вт/м** (Рисунок 65);

$\rho$ - плотность стоков, равная **1000 кг/м<sup>3</sup>**.

В расчетах принято, что значение удельной мощности тепловых потерь стоков  $q^3$  остается неизменным (по результатам решения задачи нестационарного теплообмена в программном комплексе в момент времени  $\tau_{\text{охл}} = 50 \text{ с}$ ) начиная с момента достижения среднеобъемной температуры стоков на переднем фронте значения  $0^{\circ}\text{C}$ , в нашем примере это значение составляет **43,2 Вт/м** (Рисунок 65). Тогда, критическая длина трубы предизолированной гофрированной безнапорной 110/200 с учетом процесса 2% кристаллизации от объема транспортируемых стоков составит:

$$L_{\text{к.кр.}} = 0,135 * [50 + (0,02 * 1000 * 3,35 * 10^5 * 131,01 * 10^{-6} * 1) / 43,2] = 9,49 \text{ м.}$$

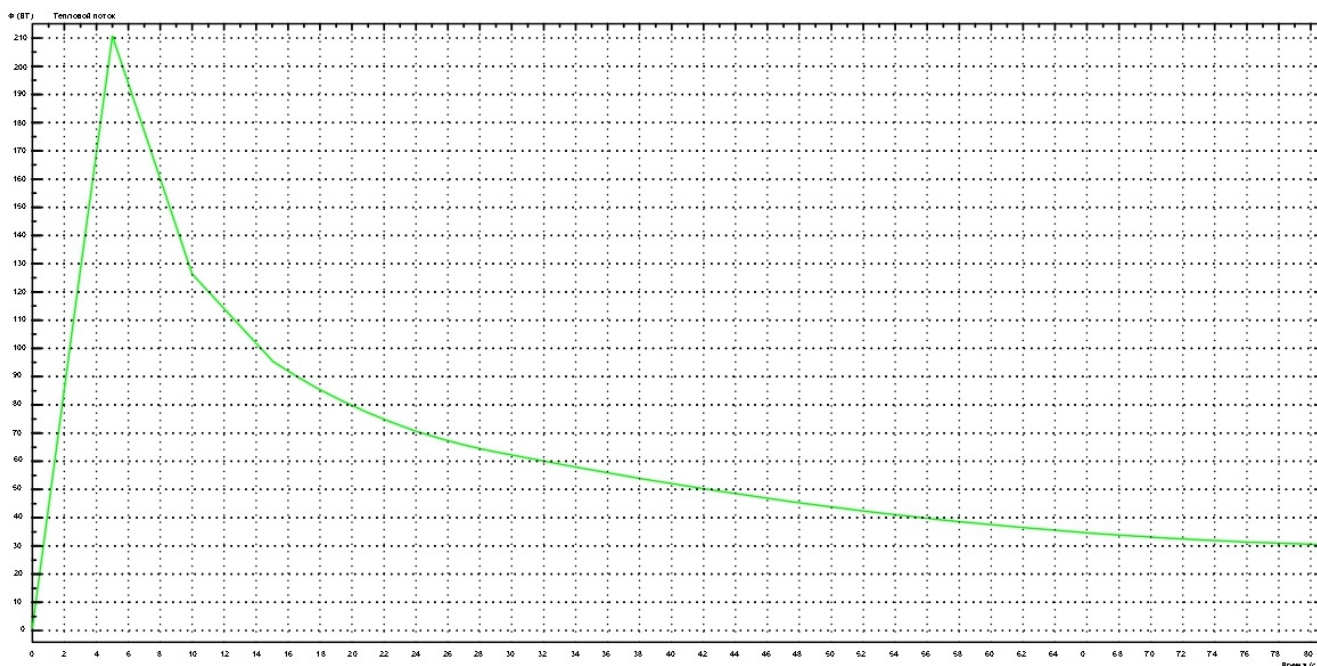


Рисунок 65. Изменение теплового потока с поверхности переднего фронта стоков при их охлаждении в трубе предизолированной гофрированной безнапорной 110/200.

**Вывод:** В связи с тем, что критическая длина трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного 110/200 меньше его фактической длины ( $L_{\text{к.кр.}} < L_{\text{ф}}$ ), то для предотвращения замерзания стоков в трубопроводе в данных условиях строительства требуется электрический обогрев. Для недопущения перегрева стенки рабочей трубы рекомендуется использовать не менее двух датчиков температуры: один устанавливается непосредственно на рабочей трубе, и предназначен для регулирования температуры стоков, второй – в качестве аварийного датчика перегрева контактной зоны между саморегулирующейся нагревательной лентой и рабочей трубой. В этом случае, при отсутствии стоков, и нагреве зоны контакта кабель - канала и внешней поверхности рабочей трубы до температуры более  $+35^{\circ}\text{C}$  происходит автоматическое отключение контроллером системы обогрева, что увеличивает срок службы нагревательной ленты и рабочей трубы.

#### 4.5.3 Исходные данные

Для обогрева полиэтиленовых самотечных трубопроводов используются саморегулирующиеся нагревательные ленты (кабели), затягиваемые при монтаже в полиэтиленовые кабель-каналы. Для выполнения первичных расчетов необходимой мощности нагревательных лент необходимо предоставить следующие исходные данные:

- Местоположение объекта;
- Назначение трубопровода;
- Назначение системы обогрева: (защита от замерзания другое)

Температурный режим:

- 1) Требуемая температура трубопровода;
- 2) Максимальная температура окружающей среды;
- 3) Минимальная температура окружающей среды;
- 4) Температура рабочей среды: нормальный режим:
  - максимальная
  - минимальная
- 5) Минимальная температура включения обогрева;
- 6) минимальная температура грунта на уровне прокладки трубопровода;
- 7) Минимальная начальная температуры транспортируемой среды;
- 8) Для канализационных систем дополнительно:
  - минимальный средний расход стоков ночью (л/ч);
  - минимальная начальная температура стоков ночью (°С);

Рабочее давление трубопровода, МПа

Вид прокладки трубопровода:

- на открытом воздухе наземно;
- в земле на глубине, м (относительно оси трубопровода) теплопроводность грунта, Вт/м°С;

Материал напорной трубы;

Материал защитной оболочки;

Место установки шкафа управления системы электрообогрева;

Напряжение питающей сети: ~ 220В 50Гц; ~ 110В 60 Гц;

Схема и профиль трассы трубопровода в электронном виде.

#### 4.5.4 Расчет количества нагревательных секций.

Марка и линейная мощность саморегулирующейся нагревательной ленты подбираются по результатам определения линейной плотности тепловых потерь таким образом, чтобы мощность нагревательной ленты не менее чем на 20-30% превышала расчетную линейную мощность тепловых потерь (Вт/м). Необходимая расчетная удельная мощность нагревательных лент может быть рассчитана техническим отделом ООО «Империя Строй» исходя из конкретных условий строительства и эксплуатации предизолированного гофрированного безнапорного трубопровода.

Расчетная суммарная длина нагревательных лент складывается из общей протяженности обогреваемых секций на трубопроводе, расхода нагревательных лент на обогрев участков со съемной теплоизоляцией (фланцев, задвижек), компенсационных петель, а также монтажных участков до распределительных коробок т.н. «горячих» выводов. Фактическая длина нагревательных лент принимается с запасом и варьируется от **2%** до **3%**.

#### 4.5.5 Расчет номинальной и максимальной мощности системы.

Номинальная мощность системы обогрева определяется произведением линейной мощности нагревательной ленты на ее суммарную длину. Расчет пиковых нагрузок производится по величине стартового тока при расчетной температуре греющей ленты в момент включения системы. Длительность пиковой нагрузки обычно не превышает **300** секунд. Для водоводов эта температура находится в диапазоне **+5...0°C**, а для трубопроводов транспортирующих жидкости с низкой температурой замерзания она может составить до минус **30°C**.

Например, для системы обогрева трубопроводов, обогреваемых саморегулирующейся нагревательной лентой **17VR2-T** общей длиной **500** м, номинальная мощность при нормальных условиях составляет:

$$U = 16,3 * 500 = 8,2 \text{ кВт.}$$

Максимальная пиковая мощность включения (для выбора пусковых аппаратов) при включении подогрева при температуре – **30°C** составит:

$$U_{\max} = 0,221 * 220 * 500 \text{ м} = 24,3 \text{ кВт.}$$

#### 4.5.6 Расчет необходимого количества элементов вывода обогревающего кабеля.

Выводы нагревательных лент из-под теплоизоляции производят, как правило, в колодцах. Допускается устройство выводов нагревательных секций (или кабелей управления) на участках между колодцами, при условии применения соответствующих соединительных деталей.

На ковер (шкаф) в отдельных случаях выводят кабель - каналы в которых прокладывают «горячие» выводы нагревательных секций (т.е. непосредственно концы нагревательных лент). В многолетнемерзлых грунтах прокладка «горячих» выводов не допускается. Для вывода «холодных» концов на ковер (шкаф) выполняют муфтовые или разъемные соединения концов нагревательных лент с питающими кабелями. Эти соединения выполняют в камерах (для муфтовых соединений) тройников и элементов вывода обогревающих кабелей или выполняют муфтовые соединения с использованием кожуха защитного разъемного (КЗР).

На прямых участках расстояния между выводами нагревательных лент из-под теплоизоляции принимается исходя из максимальной расчетной длины обогревающих секций (на прямых участках не рекомендуется принимать длину нагревательной секции более **80** м).

Если затяжка нагревательной ленты предполагается на сложных участках трубопровода, то промежуточные (дополнительные) элементы вывода обогревающего кабеля или тройники с соответствующими выводами предусматриваются проектом на следующих расстояниях:

- не более 2-х поворотов трассы на  $90^{\circ}$ ;
- один поворот на  $90^{\circ}$  и 2 поворота на  $45^{\circ}$ .

#### 4.5.7 Выбор пусковой аппаратуры.

В нормальном эксплуатационном режиме, включение и выключение системы обогрева производится в ручном режиме вводным автоматом, в режиме автоматического регулирования - контроллером.

Если нагревательная лента охладилась до температуры ниже расчетной температуры

включения системы обогрева, то пусковые токи могут превысить значения тока установки на автоматических выключателях и при попытке включения системы обогрева, будет происходить автоматическое отключение пусковой аппаратуры.

Ниже приводится методика оценки минимальной расчетной температуры включения нагревательной ленты после устранения аварии. Этот расчет необходим для правильного выбора пусковой аппаратуры по максимальному току включения при низких температурах. Пусковая аппаратура системы обогрева трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного ПЭ/ППУ-ПЭ-У должна быть рассчитана на стартовый ток включения системы обогрева зимой (в том числе после аварийного длительного отключения подачи электроэнергии на обогрев) не ниже значения определяемого по выражению:

$$t_{\text{вкл}} = |0,5 * t_{\text{гр}}|,$$

где  $t_{\text{вкл}}$  - расчетная минимальная температура грунта зимой на глубине оси трубы, °С;

Если расчетная температура включения ниже **-25°С**, то уменьшают длину нагревательной секции.

#### 4.5.8 Линии силового питания кабели управления.

Выбор типа кабеля и способа прокладки выполняется в соответствии с требованиями ПУЭ. Выбор сечения токопроводящих жил силового кабеля производится исходя из допустимости потерь напряжения в питающей линии не более 7 % от номинала. При прокладке кабельной линии параллельно с трубопроводом, выполненным из трубы в ППУ изоляции, расстояние по горизонтали в свету между кабелем и оболочкой предизолированной гофрированной безнапорной трубы должно быть не менее 0,5 м, при прокладке в защитной трубе – не менее **0,25 м**. Параллельная прокладка кабелей над и под трубопроводами в вертикальной плоскости не допускается.

При пересечении кабельными линиями трубопроводов расстояние между кабелями и оболочкой трубопровода в свету должно быть не менее **0,5 м**, а в стесненных условиях – не менее **0,25 м**.

При прокладке трассы кабельной линии в незастроенной местности по всей трассе должны быть установлены опознавательные знаки на столбиках из бетона или на специальных табличках-указателях, которые размещаются на поворотах трассы, с обеих сторон пересечений с дорогами и подземными сооружениями, у вводов в здания и через каждые **100 м** на прямых участках. Рекомендуется также устанавливать опознавательные знаки с табличками в местах выполнения законцовок нагревательных секций.

Кабели управления (кабели термодатчиков) должны иметь экранирующую оплетку, заземленную со стороны шкафа управления (ШУ). При этом расстояние между кабелем и оболочкой трубы не лимитируется. Рекомендуется прокладка кабеля термодатчика в полиэтиленовой защитной трубе с выводом его на ковер или шкаф управления. Расстояние между кабелями управления не регламентируется. Глубина прокладки кабелей в вечномёрзлых грунтах определяется в рабочих чертежах. Местный грунт, используемый для обратной засыпки траншей, должен быть размельчен и уплотнен. Наличие в траншее льда и снега не допускается. Не допускается прокладка питающих кабелей и кабелей управления в одной защитной трубе.

Условия надземной совместной прокладки кабелей и технологических трубопроводов необходимо выполнять согласно требований ПУЭ.

#### 4.5.9 Выводы питающих кабелей и кабелей управления на ковер.

Выводы нагревательных лент из - под теплоизоляции рекомендуется предусматривать в колодцах, что позволяет выполнять их протяжку от колодца к колодцу. В этом случае замена вышедшей из строя нагревательной ленты может производиться без вскрытия грунта над трубой, что очень важно при эксплуатации трубопроводов зимой в условиях Крайнего Север. Длина «горячих выводов» (т.е. конца нагревательной ленты, выходящего из гермовывода), принимается минимальной, не рекомендуется прокладка «горячих выводов» в грунте.

Выводы кабелей управления допускается выполнять в колодцах или в грунте. Схема вывода кабелей термодатчиков из элемента, расположенного в грунте на ковер (шкаф) приведена на рисунке 66. Электрическое муфтовое соединение нагревательной ленты с питающим кабелем производится в камере для муфтовых соединений. Камеры устанавливают на полиэтиленовые гермовыводы фасонных элементов. Возможно также выполнять муфтовые электрические соединения в кожухе защитном разъемном (КЗР) (рисунок 30), а затем производить прокладку нескольких нагревательных лент в защитной полиэтиленовой (гладкой или профилированной) до ковера (электрического шкафа).

Расстояние от оси траншеи до места установки коверов или защитных электрических шкафов задается исходя из условий устойчивости грунта, но не менее 1,0 м от края траншеи. Допускается размещение коверов на газонах, при максимальном удалении их от проезжей части и тротуаров.

При размещении в коверах (шкафах) электрических соединительных коробок на ковере закрепляется предупредительная табличка «Стоять! Опасное напряжение!». Должны быть предусмотрены меры по надежному запираению крышки ковера. Электрическое соединение медных жил и экранирующих оплеток нагревательной ленты с медными жилами и экранирующей оплеткой установочного провода осуществляют при помощи обжимных втулок, входящих в состав комплекта ТКТ/М.

Герметизацию места соединения патрубков и камер для законцовки или муфтовых соединений производят в процессе монтажа клеевой термоусаживаемой трубкой с клеевым подслоем типоразмера **39/13**. У элементов вывода кабелей термодатчиков и иных комбинированных элементов соединение выходного ПЭ патрубка (диаметром **20 мм**) с ПЭ гофрированной защитной трубой (для прокладки кабелей термодатчиков в грунте) может быть выполнено термоусаживаемой клеевой трубкой типоразмера **24/8** или при помощи компрессионных полиэтиленовых муфт (рисунок 68).

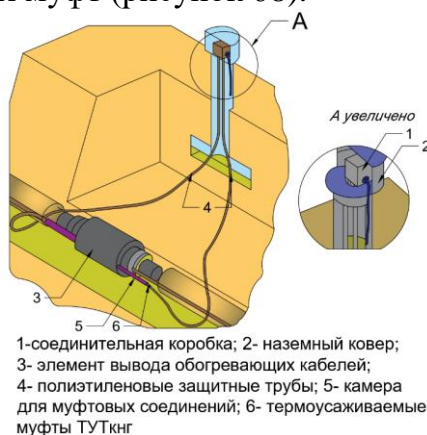


Рисунок 66. Вывод кабелей термодатчиков на ковер.

#### 4.5.10 Соединение кабель-каналов.

В колодцах, для механической защиты электрических соединений, а также для перехода с нескольких защитных труб на один гибкий кабель - канал рекомендуется применять кожух защитный разъемный (КЗР). Рекомендуемые технические решения по выводу нагревательных лент из-под съемной теплоизоляции труб или из-под оболочки соединительных деталей ПЭ/ППУ-ПЭ-У, а также крепления КЗР, приводятся на рисунке 67 (а и б).

Применение защитного кожуха (КЗР) позволяет обеспечить переход с нескольких «горячих» выводов нагревательных секций в ПП кабель - каналах (рисунок 67а) на один ПЭ кабель - канал для «холодных» выводов в ковер или шкаф и применить одно уплотнение стенового ввода в узле прохода защитной трубы через стенку ж/б колодца или камеры в грунт, вместо нескольких.

Защитный кожух имеет ПЭ крышку, при этом, зазор во фланцевом соединении между крышкой и основанием герметизируется за счет стяжки болтами с «барашками», в зазор между ними устанавливается резиновая прокладка. КЗР крепится к стенкам ж/б колодца при помощи кронштейнов. Вводы для НЛ выполняются из ПЭ труб с наружным диаметром **20 мм**.

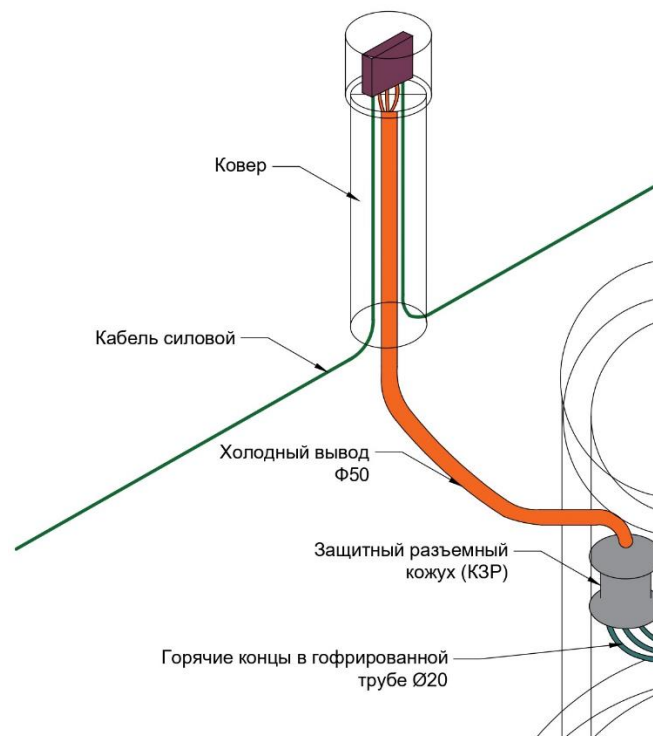


Рисунок 67а. Схема устройства «холодных» выводов из колодца

При применении герметизирующих устройств (профильные уплотнители, термоусаживаемые: муфты, манжеты, лента) на концевых участках кабель - каналов данная конструкция является герметичной. В начале производят термоусадку соединительных электрических муфт, затем термоусадку муфт на «горячих» вводах феном с удлиняющей насадкой или мягким пламенем газовой горелки.

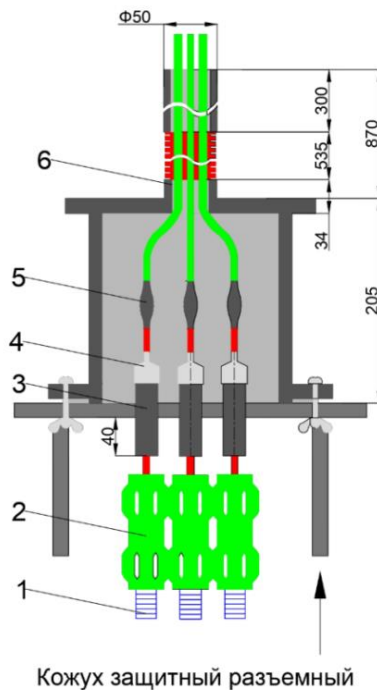


Рисунок 67б. Соединение ПП профилированных кабель-каналов между собой и гладкими полиэтиленовыми трубами рекомендуется выполнять термоусаживаемыми клеевыми муфтами или компрессионными ПЭ муфтами (рисунок 68).

При соединении кабель - каналов из гладких полиэтиленовых труб компрессионными фитингами дополнительная герметизация соединений не требуется.



Рисунок 68. Муфта компрессионная.

Прокладку в грунте кабель - каналов от колодцев до коверов (шкафов) следует производить «змейкой» в слое песка. Допускается производить прокладку от КЗР или Эл ВОК до соединительных коробок в ковре (шкафу) нескольких «холодных» концов нагревательных секций в одной защитной ПЭ трубе (например, в гофрированной трубе ДКС с наружным диаметром **50 мм**). При этом сумма сечений кабелей с учетом зазоров между ними, не должна превышать 1/2 внутреннего диаметра защитной трубы.

#### 4.5.11 Система автоматического регулирования температуры.

При выполнении тепловых расчетов параметров систем обогрева (в т.ч. с использованием специальных программных продуктов) рекомендуется принимать ограничение: температура контактной зоны на внешней поверхности стенки рабочей трубы по нормали к кабель-



каналу в любых режимах работы системы обогрева не должна быть выше +35°C. Это позволяет обеспечить ресурс работы обогреваемого трубопровода аналогичный не обогреваемому. На рисунке 69 приведена принципиальная схема управления электрическим обогревом трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного ПЭ/ППУ-ПЭ-У с использованием саморегулирующихся нагревательных лент.

Локальный нагрев поверхности стенки рабочей трубы в зоне контакта с кабель -каналом до температуры более 45°C может возникнуть, например, при выходе из строя системы автоматического регулирования (например, «залипания» электрических контактов) в период длительного отсутствия стоков ночью при температуре грунта близкой 0°C. Такой режим работы может возникнуть в весенне-осенние периоды. В связи с этим рекомендуется применять приведенную на рисунке 69 схему с дополнительной блокировкой по температуре зоны контакта кабель - канала и рабочей ПЭ трубы. Для этого в приведенную схему добавляется второй контроллер, работающий по сигналам от второго, аварийного датчика температуры.

МО.0.1-Питающий кабель

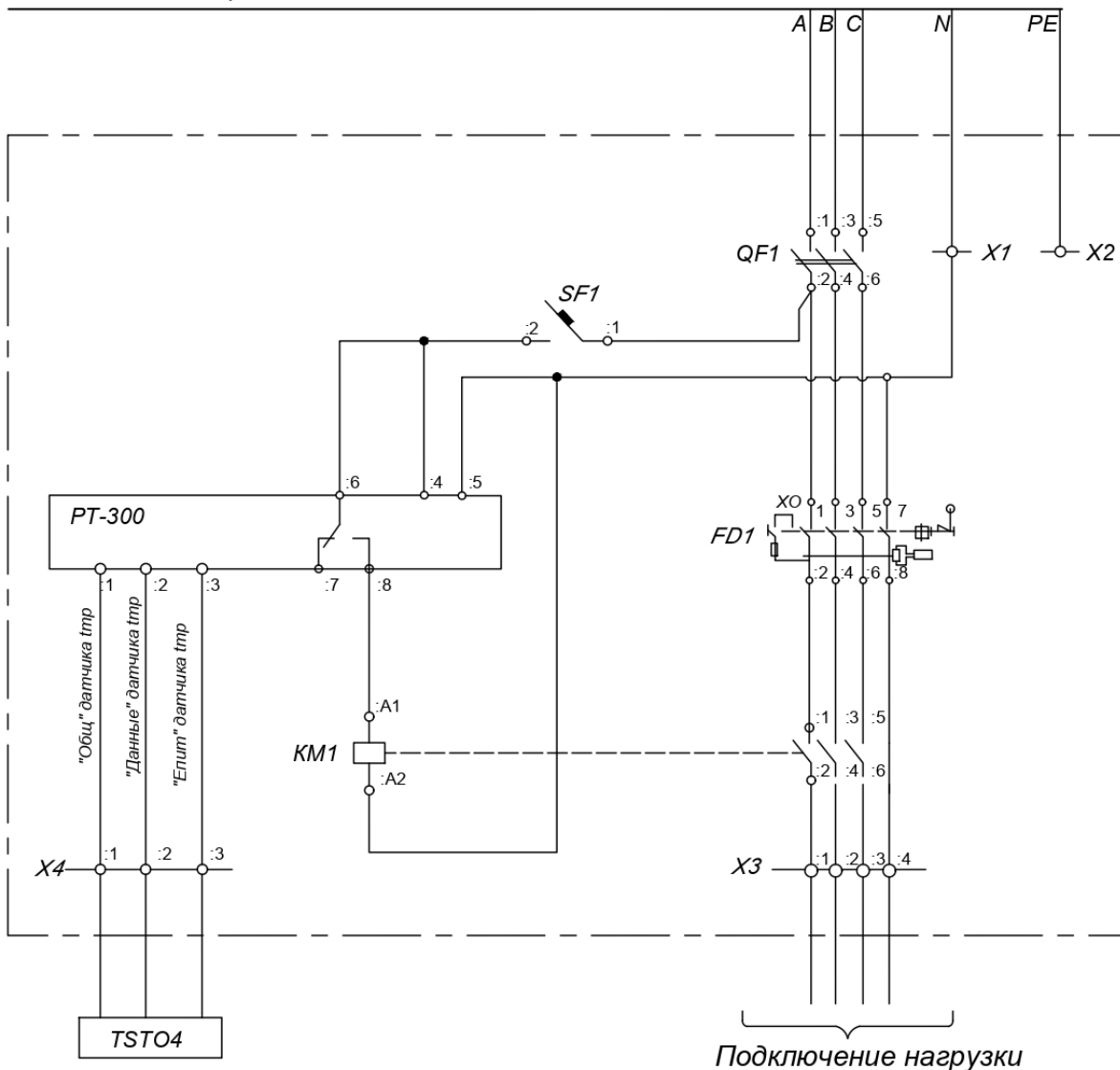


Рисунок 69. Принципиальная схема системы управления обогревом.

Стандартные Эл ВТД имеют два датчика температуры, один - рабочий, второй – аварийный (датчик перегрева контактной зоны до температуры более +35°C). Допускается комплектовать Эл ВТД одним (регулирующим) датчиком температуры (см. пример условного обозначения при заказе Эл ВТД с одним термодатчиком в разделе 2.4.18 и 2.4.19). В сложных, разветвленных трубопроводах, рекомендуется применять дополнительно групповой датчик (один датчик на всю систему) автоматического сезонного включения/отключения системы обогрева по температуре грунта.

## **5 Монтаж трубопроводов безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.**

### **5.1 Транспортировка и хранение.**

Предизолированные гофрированные безнапорные трубы и соединительные детали перевозят любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки и техническими условиями размещения и крепления грузов, действующими на данном виде транспорта, а также ГОСТ 22235 на железнодорожном виде транспорта.

Подготовку труб к транспортированию проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 26653. При подготовке транспортного средства к перевозке труб предизолированных гофрированных безнапорных автоперевозчиком должны быть предусмотрены меры, исключающие их скатывание и перемещение в кузове автомобиля, при этом трубы должны фиксироваться мягкими стяжными ремнями. Не допускается использование тросов, цепей или проволоки для крепления изолированных труб и изделий.

Все трубы, соединения и специальные фитинги должны иметь маркировку или бирки, содержащие информацию о производителе, номинальных диаметрах и классе кольцевой жесткости рабочей трубы и оболочки.

При перевозке необходимо предизолированные гофрированные безнапорные трубы и соединительные детали укладывать на ровную поверхность транспортных средств, предохранять от острых металлических углов и ребер платформы, трубы должны быть защищены от механических повреждений металлическими частями, такими как болты, цепи и т.д.

Трубы можно транспортировать с укладкой в ряды или в седло, а трубы разного диаметра - с укладкой друг в друга. Изъятие телескопированных труб, производится при помощи вспомогательных средств, которые исключают повреждение труб. Запрещается сбрасывание и стягивание (скатывание) изолированных труб и фасонных изделий с транспортного средства, а также их соударение или волочение по земле.

Во избежание продольного перемещения, перекачивания или падения при движении трубы должны быть надежно закреплены. Погрузку и разгрузку труб предизолированных гофрированных безнапорных производят автопогрузчиками или вручную. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ применяются мягкие стропы из полимерных материалов или мягкие монтажные полотенца, не оставляющие дефектов на трубах.

При погрузочно-разгрузочных работах не допускается перемещение труб волоком. Сбрасывание труб с транспортных средств не допускается. Трубы в штабелях хранят на ровных площадках, очищенных от камней и острых предметов. При хранении труб высота штабеля должна быть не более 3-х метров. Для предотвращения самопроизвольного раскатывания труб следует устанавливать боковые опоры.

Трубы хранят по ГОСТ 15150, раздел 10 в условиях 5 (ОЖ4 - навесы в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом). Допускается хранение в

условиях 8 (ОЖЗ - открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом) сроком не более 12 месяцев. Предизолированные гофрированные безнапорные трубы и соединительные детали хранят в постоянных или временных складских помещениях или под навесами на ровных горизонтальных площадках не подверженных затоплению водой, очищенных от камней и других посторонних предметов, которые могут привести к повреждению оболочки, при температуре окружающего воздуха от минус  $60^{\circ}\text{C}$  до плюс  $60^{\circ}\text{C}$  в условиях, исключающих их продольное и поперечное деформирование, попадание прямых солнечных лучей, масел и смазок и не ближе **1 м** от нагревательных приборов. Должны быть приняты меры по исключению попадания влаги на торцы теплоизоляции и/или внутрь кабель - каналов. Все комплектующие материалы и оборудование, уплотнительные резиновые кольца должны храниться поштучно в горизонтальном положении, в закрытом помещении, в контейнерах, исключающих прямое воздействие солнечных лучей и источников тепла. Необходимо исключить их контакт с маслами, растворителями и жирами, а также не подвергать воздействию нагрузок, приводящих к их деформации.

## 5.2 Укладка труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ.

Укладку трубопроводов предизолированных гофрированных безнапорных рекомендуется выполнять в соответствии с требованиями СНиП 3.01.01 и СП 40-102-2000. Монтаж трубопроводов из труб предизолированных должен производиться при температуре наружного воздуха не ниже минус  $10^{\circ}\text{C}$ . При более низкой температуре монтаж может выполняться только при наличии специальных технологических решений, обеспечивающих сохранение эластичности уплотнительных колец при сборке стыков. Для прокладки труб предизолированных гофрированных безнапорных предусмотрено опирание их на спрофилированное основание при двух типах по подготовке оснований:

- грунтовое выровненное при прокладке трубопроводов в песчаных грунтах (кроме гравелистых) с расчетным сопротивлением  $R_0$  не менее **0,1 МПа**;
- песчаная подготовка толщиной **150 мм** при прокладке трубопроводов в галечниковых песчаных грунтах, щебенистых, гравийно-галечниковых, скальных, обломочных, глинистых и т.п. грунтах с расчетным сопротивлением  $R_0$  не менее **0,1 МПа**.

Засыпку труб ведут в 2 этапа:

- первичная засыпка, в диапазоне  **$0,7 \cdot D$** , при этом стыки труб не засыпаются;
- вторичная засыпка на высоту не менее **150 мм** от верха оболочки трубы, при этом производится засыпка стыковых участков).

Вторичную засыпку производят, как правило, после проведения предварительного испытания трубопровода на герметичность и только после достижения расчетного уплотнения каждого слоя первичной засыпки.

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 **30-50 м**, но не менее двух проб на участке между колодцами, и оформлять актами на скрытые работы.

При прокладке труб в водонасыщенных грунтах с расчетным сопротивлением  $R_0$  не менее **0,1 МПа** со слабой водоотдачей предусматривается искусственное бетонное или втрамбованное в грунт щебеночное основание с устройством песчаной подготовки.

При прокладке труб в грунтах с расчетным сопротивлением  $R_0$  менее **0,1 МПа**, с возможной неравномерной осадкой, следует предусматривать устройство искусственного

монолитного железобетонного основания.

Предусматриваются следующие требования по виду и степени уплотнения грунта засыпки пазух траншей, до уровня верха трубы + **0,15м**:

- засыпка местным (не каменистым) грунтом с послойным разравниванием и уплотнением с повышенной степенью, которая характеризуется удельным весом уплотненного грунта **15 кН/м<sup>3</sup>** - для песчаных грунтов и супесей, **16 кН/м<sup>3</sup>**-для суглинков и глин ( **$K_{com} \geq 0,92$** );
- засыпка песчаным грунтом с уплотнением до  **$K_{com} \geq 0,95$** .

Засыпка пазух траншей местным грунтом с неконтролируемой степенью уплотнения или при наличии в почве твердых включений не допускается. Защитный слой вторичной засыпки над трубами также не должен содержать камней, твердых частиц, комков крупностью более **20 мм**, а также твердых включений в виде щебня, камней и т.п.

Засыпка траншей поверх защитного слоя должна осуществляться местным грунтом в соответствии с требованиями проекта. При этом грунт засыпки не должен содержать твердых включений: комков, обломков строительных деталей и материалов.

**Уплотнение защитного слоя непосредственно над трубами запрещается.**

При выполнении работ по уплотнению грунта (песка) в период укладки предизолированного трубопровода в траншею обязательным требованием является необходимость уплотнения грунта до **повышенных** значений (не ниже приведенных в таблице 27).

При укладке труб в траншее под автомобильными дорогами, трамвайными путями, улицами, проездами, городскими и промышленными площадями, имеющими покрытие усовершенствованного типа, засыпка траншей на всю глубину до низа дорожной одежды должна производиться песчаным грунтом, преимущественно крупным или средней крупности, с послойным уплотнением.

Таблица 27

Наименование грунта	Степень уплотнения грунта	
	Нормальная	Повышенная
Пески гравелистые, крупные и средней крупности	8,0	16,0
Пески мелкие	6,0	12,0
Пески пылеватые, супеси	5,0	7,5
Суглинки полутвердые, тугомякие и тягучепластичные	3,5	5,5
Супеси и суглинки твердые	2,5	5,0
Глины	1,2	2,5

Методы засыпки и уплотнения грунтов засыпки, а также применяемые при этом механизмы должны обеспечивать сохранность труб и исключать возможность их смещения. Характер работы системы «грунт – полимерная гибкая многослойная труба» многообразен, что связывается, в первую очередь, с расположением трубопровода в грунтовом массиве, как при укладке, так и в процессе последующей эксплуатации. Предпочтительной укладкой труб является траншейная, при минимальной ширине траншеи. В этом случае, на трубу в отличие от прокладки ее в широкой траншее или наземной прокладке под призмой грунта, действуют минимальные нагрузки.

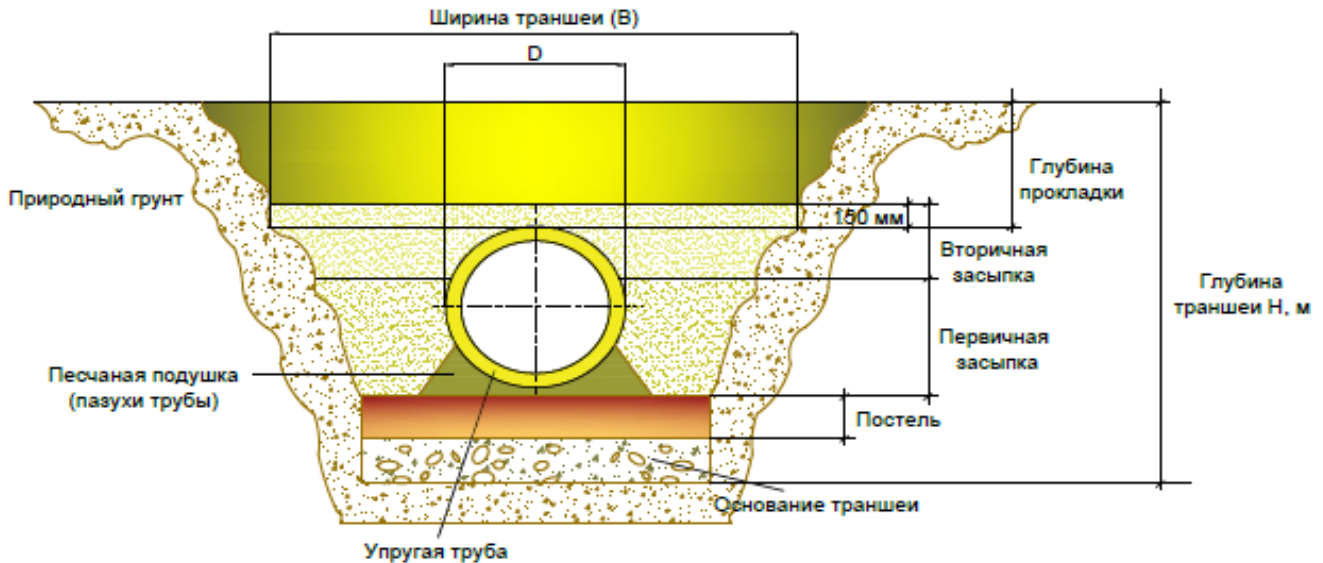


Рисунок 70. Схема укладки трубы.

При расположении нескольких труб на разных уровнях в одной траншее на трубы, находящиеся в верхнем уровне, действуют большие нагрузки, чем на трубы, уложенные внизу. В таких случаях, несмотря на увеличение объема земляных работ, все полимерные трубы следует укладывать на одном уровне.

**Максимальные нагрузки испытывают гибкие трубы, уложенные в насыпи (под призмой грунта).**

При выполнении земляных работ качество устройства каждой грунтовой зоны определяет работоспособность трубопроводов при эксплуатации. Объясняется это тем, что многослойные трубы предизолированные гофрированные безнапорные гибкие. Под действием вертикальной нагрузки от грунта и транспорта образуется поперечное сечение эллиптической формы. При этом в грунте возникает боковой отпор, который препятствует развитию деформации. Более того, с течением времени, вертикальное давление грунта засыпки на верхнюю часть оболочки трубы уменьшается благодаря образованию над ней грунтового свода.

В момент определения ширины траншеи принимают во внимание возможность крепления ее стенок (если это требуется по условиям строительства). Ширина траншеи на уровне продольной оси должна быть примерно на **300-400 мм** больше диаметра оболочки трубы для того, чтобы оптимально уплотнить грунт. Для засыпки трубопровода применяют как несвязные, так и связные грунты (кроме ила, торфа, разжиженной глины).

Во время выполнения земляных работ при прокладке трубопровода, выработанный грунт (если его предполагается в дальнейшем использовать для устройства защитных зон) укладывают в отвал так, чтобы он не перемешивался со льдом и снегом, а также с грунтом, имеющим худшие показатели, принимают меры по защите дна траншеи от промерзания, чтобы под уложенным трубопроводом не осталось промерзшего твердого грунта.

При выборе способа производства земляных работ необходимо учитывать время года, в которое выполняется прокладка трубопровода, т.к. от сезонного изменения температуры существенно зависят свойства грунтов.

В процессе укладки труб для обеспечения проектного уклона не допускается силовое воздействие на них. Это приводит к тому, что выступы на дне траншеи вдавливаются в

гибкие стенки оболочки труб, и происходит перераспределение давления, вызванное сжимаемостью грунта. Реакция опоры концентрируется в местах опирания труб предизолированных гофрированных безнапорных на выступы, что может стать причиной преждевременной деформации или разрушения труб.

В таких случаях, трубопровод следует укладывать на уплотненный выравнивающий дно траншеи насыпной слой грунта толщиной **100–150 мм** (или на выровненное дно траншеи). Этот насыпной слой не допускается укладывать на замерзшее дно траншеи. Если на дне траншеи имеется снег или лед, его удаляют непосредственно перед отсыпкой выравнивающего слоя из талого грунта. **Исходя из вышеперечисленного, минимальная температура выполнения монтажных работ по укладке трубопровода обусловлена состоянием грунта основания и первичной засыпки, которые не должны быть в замерзшем состоянии.**

Главным недостатком насыпного мягкого грунта является его подверженность размыву грунтовыми водами. Из-за пустот, образующихся в ложе трубопровода при размыве грунта, происходит концентрация давления и, как следствие, локальное увеличение давления на оболочку трубы в местах их опирания (Таблица 25 - коэффициент надежности по концентрации давления грунта,  $\gamma_{kg}$ ). Для предотвращения такой опасности необходимо обеспечивать, чтобы мягкий грунт насыпного слоя хорошо дренировался и уровень воды в траншее при укладке труб был ниже верхней границы этого слоя. После полной засыпки траншеи призма грунта над трубопроводом должна опираться в основном на уплотненный грунт в пазухах траншеи, а не на оболочку трубы.

Формирование грунтового свода и выравнивание вертикального и горизонтального давления на стенки трубопровода приводят к тому, что в стенках труб предизолированных гофрированных безнапорных преобладают напряжения сжатия, которые менее опасны для полимерных материалов, чем напряжения растяжения. Для этого грунт уплотняют непосредственно над трубой **в меньшей степени, чем в пазухах траншеи**, что позволяет получить над трубопроводом прочный грунтовый свод, который может выдержать значительные вертикальные нагрузки.

Для образования свода над полимерным трубопроводом необходимо обеспечить **непрерывность процесса заполнения грунтом защитных зон**. К грунту защитного слоя предъявляются те же требования, что и к грунту нижнего выравнивающего слоя. В зоны, расположенные вокруг трубопровода, грунт насыпают с бровки на дно траншеи, а затем выше.

Отсыпка грунта непосредственно на полимерный трубопровод может повредить его, особенно если монтаж ведется при низких температурах, когда эластичность полимерных труб существенно снижается, или в жаркую погоду, когда жесткость тонкостенных полимерных труб мала. При отсыпке грунта в защитные зоны необходимо следить за тем, чтобы уложенные в проектное положение трубы не сместились. **Поэтому грунтом нужно заполнять обе пазухи траншеи одновременно.**

В процессе уплотнения грунта в защитных зонах нельзя допускать ударов уплотняющего оборудования о стенки оболочки труб, т.к. это может их повредить. Для этого оборудование следует располагать от стенок трубы на расстоянии, равном толщине слоя грунта над трубопроводом, т.к. давление от горизонтально расположенного уплотняющего механизма распространяется вниз почти под углом **45°** к его опорной поверхности.

**Уплотняющие механизмы не следует располагать по отношению к полимерному трубопроводу ближе, чем на половину их ширины.**

Перед укладкой гибких труб ИЗОКОРСИС в проектное положение насыпной выравнивающий слой мягкого грунта не следует уплотнять механическим путем. Плотность естественного грунта на дне траншеи должна быть меньше плотности насыпного грунта в защитных зонах. В противном случае, дно траншеи перед укладкой труб следует несколько разрыхлить.

Перед засыпкой грунта в пазухи и боковые защитные зоны необходимо убедиться (путем использования визирки и проверки на «зеркало») в том, что **трубопровод опирается на основание траншеи равномерно по всей длине** и занимает проектное положение.

При уплотнении всегда следует стремиться к достижению однородной плотности грунта во всех зонах, за исключением зон непосредственно над трубой.

Производить обратную засыпку траншеи и уплотнять грунт механизированным способом непосредственно над трубопроводом разрешается только в тех случаях, когда толщина слоя засыпки, уложенного над полимерными трубами вручную, будет не менее **150 мм**. При уплотнении тяжелыми агрегатами (массой более **300 кг**). Для уплотнения песчаного грунта естественного гранулометрического состава с крупностью зерен до **5 мм** применяют ручные трамбовки массой **12 кг** (для уплотнения глин - **7,5 кг**), вибротрамбовки (не более **50 кг**) и ударные трамбовки (**500 и 1590 кг**). В зависимости от того, как производится уплотнение грунта и какой это грунт вокруг полимерного трубопровода, поперечное сечение трубопровода может по-разному реагировать на это. Так, шельга труб при уплотнении грунта в пазухах сначала повышается, а затем понижается под воздействием нагрузки от массы грунта. Уплотнение грунта даже тяжелыми агрегатами не вызывает деформаций поперечного сечения трубы при высоте засыпки  **$H \geq 0,8$  м**.

Шельга трубы, уложенной в несвязных грунтах, понижается под действием грунтовой нагрузки при высоте засыпки  **$H \leq 3D$** . Увеличение высоты засыпки приводит к почти полному прекращению деформаций сечения трубы, что объясняется образованием над трубопроводом грунтового свода. Подбивку грунта вокруг труб необходимо производить равномерно, одновременно с обеих сторон, чтобы избежать сдвига трубопровода. Допускается снятие креплений с боковых стенок траншеи, если засыпаемый в траншею грунт сразу же уплотняется. При снятии крепления следует соблюдать особую осторожность для предотвращения обвала грунта в верхней части зоны и образования пустот под трубопроводом либо сбоку от него.

Важной особенностью теплоизолированных трубопроводов является то, что модуль упругости полимера оболочки (и верхнего слоя ППУ) практически не изменяется от периодического воздействия повышенных температур стоков, воздействующих на рабочую трубу (до **+45°C**). Это обеспечивает незначительные изменения кольцевой жесткости системы труб предизолированных гофрированных безнапорных в процессе транспортирования технологических стоков с повышенной температурой.

### 5.3 Соединение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ

Соединение труб и соединительных деталей осуществляется без применения сварки. Трубы соединяются между собой по принципу муфта - патрубок и уплотняются резиновыми уплотнительными кольцами. Соединение кабель – каналов в трубах предизолированных гофрированных безнапорных муфта- патрубок.

Монтаж труб предизолированных гофрированных безнапорных следует начинать от здания, колодца по ходу движения стоков. Каждый первый элемент (от здания, колодца) должен быть ориентирован так, чтобы он начинался с муфты и соединялся с каждой

последующей трубой (или выходил в колодез) соединением типа патрубков. Таким образом, если смотреть по направлению потока транспортируемой среды, то каждый новый отрезок трубы начинается с соединения типа муфты.

Конструкция муфтового стыка труб предизолированных гофрированных безнапорных приведена на рисунке 71.

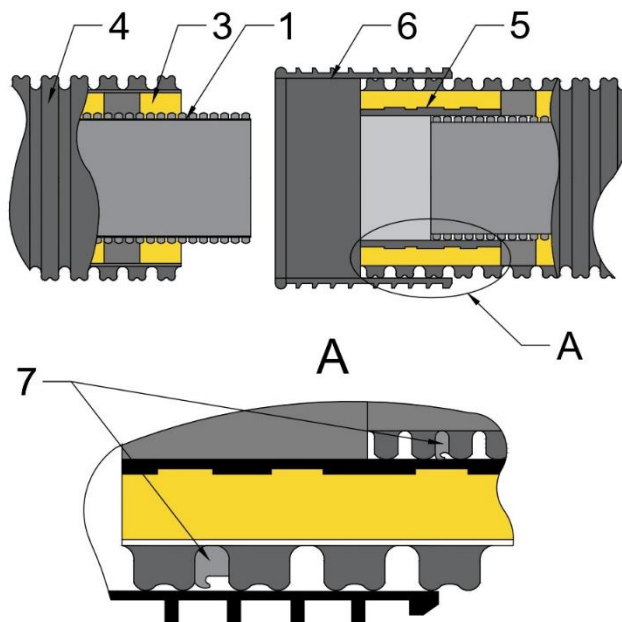


Рисунок 71. Узел соединения труб предизолированных гофрированных безнапорных ПЭ/ППУ-ПЭ: 1- штуцер; 2- центраторы; 3- ППУ; 4- оболочка; 5- полумуфта внутренняя; 6- муфта на оболочке; 7- уплотнительные резиновые кольца.

Соединение рабочих труб и оболочек происходит одновременно на муфтовых соединениях, при этом в трубах предизолированных гофрированных безнапорных дополнительно происходит муфтовое соединение кабель - каналов. Уплотнительные каучуковые кольца устанавливаются на трубе-оболочке *в первом от торцов углублении* профиля для труб диаметром 250-1200 мм, а для диаметров 110-200 мм - *во втором от торцов углублении*. Края трубы, муфты и уплотнительные кольца при монтаже должны быть абсолютно чистыми.

При этом «язычки» уплотнительных колец должны быть установлены так, чтобы при сборке они изгибались и прижимались к резиновому кольцу, но не ложились на соседний гофр, рисунок 72.

Прежде, чем устанавливать муфту, необходимо покрыть наружную поверхность трубы и внутреннюю поверхность муфт силиконовой водоотталкивающей смазкой. Затем в наружную муфту, предварительно установленную на оболочку одной из труб, вводится конец второй трубы и дальнейшее соединение внутренней и наружной муфты происходит одновременно. При этом в трубах предизолированных гофрированных безнапорных необходимо обязательно нанести риски на муфте и на оболочках труб, чтобы обеспечить соединение между собой кабель -каналов.

Сборка осуществляется с постоянным усилием вручную.

Трубу-оболочку и рабочую трубу в трубной системе ИЗОКОРСИС рекомендуется соединять с использованием для герметизации специальных уплотнительных резиновых колец. Внутренний диаметр муфты должен соответствовать внешнему диаметру трубы с



допусками, предусмотренными нормативной документацией. Установку уплотнительных колец следует производить:

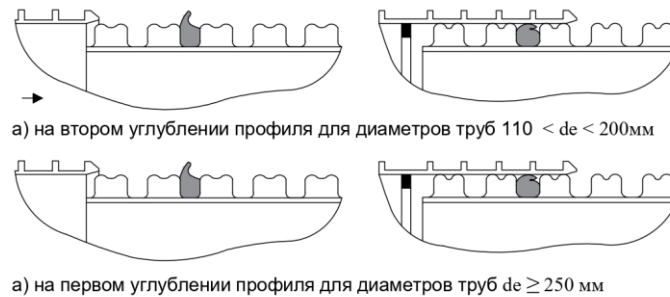


Рисунок 72. Порядок установки уплотнительных колец.

Уплотнительные каучуковые кольца специальной конструкции устанавливаются между ребрами, причем уплотняющий профиль «язычок» резинового кольца должен быть направлен в сторону, противоположную направлению ввода патрубка в муфту.

#### 5.4 Соединение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ с трубами других систем.

Чтобы выполнить соединение труб предизолированных гофрированных безнапорных между собой, могут использоваться различные фитинги, в т. ч. тройники, отводы, переходы, заглушки.

С помощью перехода «гофрированная - гладкая» и втулки под фланец возможно соединение трубопровода гофрированного со стальной трубой.

Один из вариантов перехода с трубы предизолированной гофрированной безнапорной с кабель-каналом на полиэтиленовую гладкую предизолированную трубу напорную с кабель-каналом приведен на рисунке 73. Со стороны гофрированного конца переход гофрированный-гладкий соединяется с трубой предизолированной гофрированной при помощи стандартного соединения, а с другой стороны гладкий конец соединяется с трубой предизолированной гладкой при помощи термоусаживаемой муфты с последующим заполнением межтрубного пространства пенополиуретановыми компонентами.

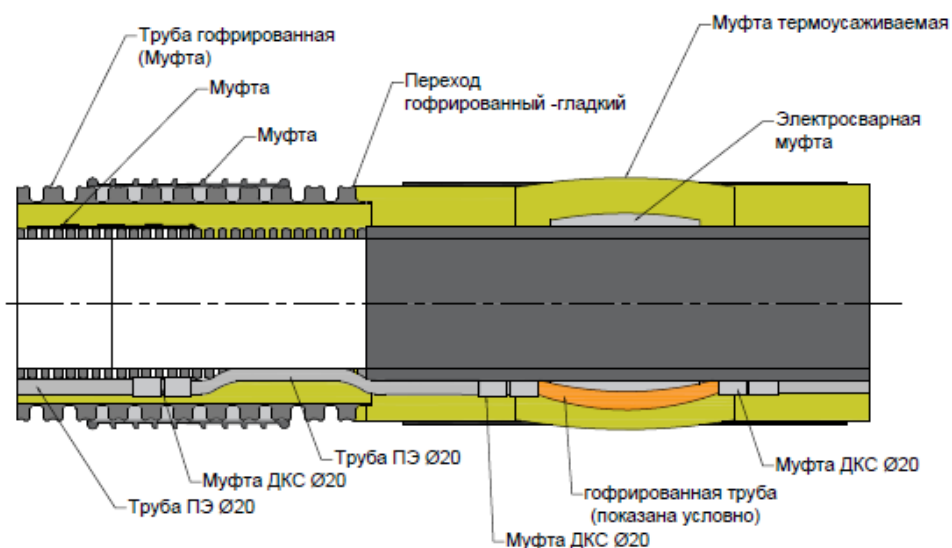


Рисунок 73. Переход безнапорный-напорный с кабель-каналом.

### 5.5 Угол поворота, радиус изгиба и отклонение от прямолинейности.

Одно из свойств полиэтилена - высокая гибкость, она позволяет трубой, особенно при малых диаметрах осуществлять монтаж в сложных условиях рельефа, а в некоторых случаях отказаться от фитингов. В муфтовом соединении допускается угловое смещение труб относительно друг друга. Максимально допустимое угловое смещение в муфтовом соединении труб гофрированных безнапорных для *рабочей трубы* составляет:

2° для  $DN < 315$  мм

1,5° для  $315 \text{ мм} \leq DN \leq 630$  мм

1° для  $DN > 630$  мм

Отводы предизолированные гофрированные безнапорные с кабель-каналом и без кабель-канала, при необходимости, по заявке с заказчиком согласованной с техническим отделом ООО «Империя Строй», могут быть изготовлены с углами от 10 до 90 градусов с шагом 5 градусов. Для обеспечения соосности стыкуемых труб допускается выполнение поворотов трубопровода за счет упругого изгиба труб предизолированных гофрированных безнапорных с использованием в траншее конструкций, обеспечивающих равномерное распределение сил бокового отпора

на оболочку трубы при ее изгибе или лекал. При этом радиус упругого изгиба не должен быть менее 100 диаметров рабочей трубы в условиях положительных температур воздушной среды и не менее 200 диаметров рабочей трубы в условиях отрицательных. Выполнение изгиба на участках менее **1-2 м** от мест соединений труб предизолированных гофрированных безнапорных (стыков) не допускается.

### 5.6 Соединение труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ с колодцами.

На прямых участках канализационных сетей в смотровых колодцах безлоткового типа предусматривают установку ревизий предизолированных гофрированных безнапорных (рисунок 16) на расстояниях в зависимости от диаметра труб: до 160 мм - **35 м**, 200...450 мм - **50 м**, 500...600 мм - **75 м**, 700...900 мм - **100 м**, 1000...1400 мм - **150 м**, 1500...2000 мм - **200 м**, свыше 2000 мм - **250 -300 м**. Монтаж трубопроводов производят последовательно, без пропусков, от выпусков из зданий к колодцам, при этом патрубки труб и фасонных изделий указывают направление стоков (т.е. от муфты к патрубку). При прокладке трубопроводов предизолированных гофрированных безнапорных используют стандартные железобетонные, стальные или сварные полиэтиленовые колодцы.

Основными преимуществами полиэтиленовых колодцев являются: герметичность, долговечность, а также уменьшение в несколько раз затрат на монтаж, особенно сварных колодцев. Теплоизолированные штуцера устанавливаются в заводских условиях. Рекомендуется использовать сварные колодцы, изготовленные по чертежам согласованным с заказчиком. На рисунке 74 приведен один из вариантов технического решения по устройству соединения труб предизолированных гофрированных безнапорных с теплоизолированным штуцером ПЭ колодца.

В водонасыщенных (мокрых) грунтах соединение труб гофрированных безнапорных с колодцами из сборного железобетона осуществляется через стандартное соединение предизолированных гофрированных безнапорных труб к штуцеру колодца.

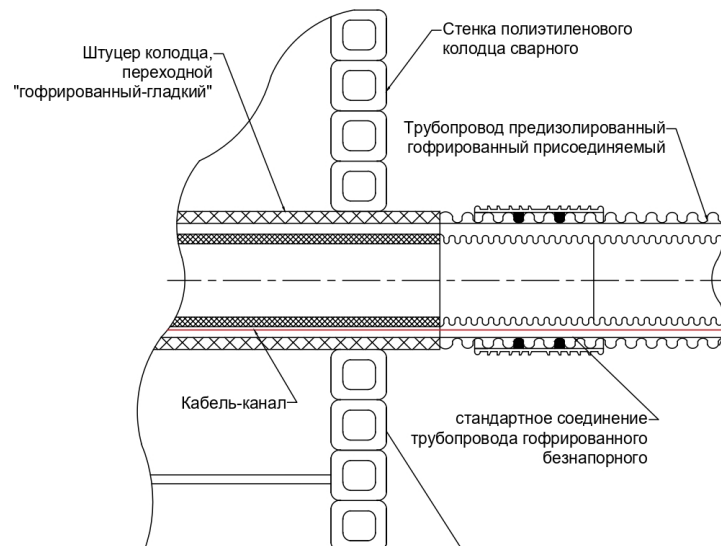


Рисунок 74. Соединение предизолированной гофрированной безнапорной трубы с штуцером полиэтиленового колодца.

Место прохода штуцера через стенку колодца герметизируется цементно-песчаным раствором поверх смоляной пряди и асбоцементного раствора. Конструктивная особенность труб предизолированных гофрированных безнапорных и профиль защитной оболочки обеспечивают надежность и герметичность такого соединения (рисунок 75).

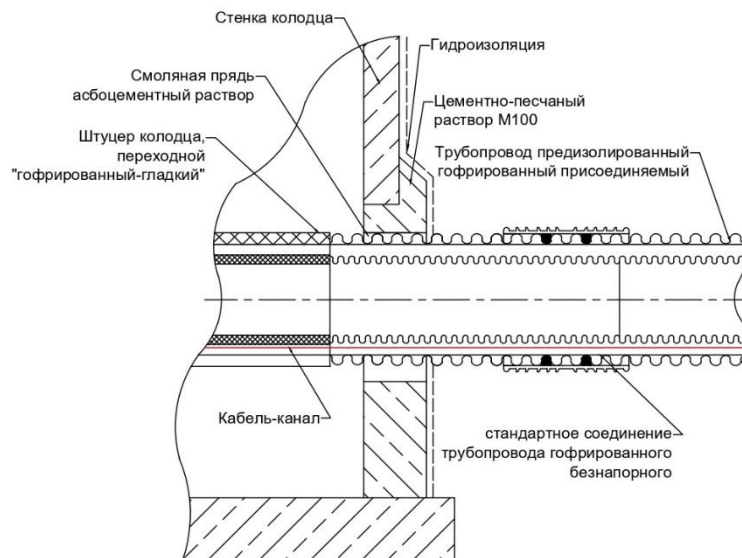


Рисунок 75. Соединение предизолированной гофрированной безнапорной трубы с штуцером сборного железобетонного колодца, в водонасыщенных грунтах.

Для соединений колодцев с трубами в просадочных грунтах предусмотрен дополнительно водоупорный замок из глины. Гидроизоляция наносится с внутренней стенки колодца (рисунок 76). В процессе установки трубы в бетонной или железобетонной стенке колодца необходимо обеспечить жесткую опору свободного конца трубы (например, с помощью подсыпки грунта) до полного схватывания бетона.

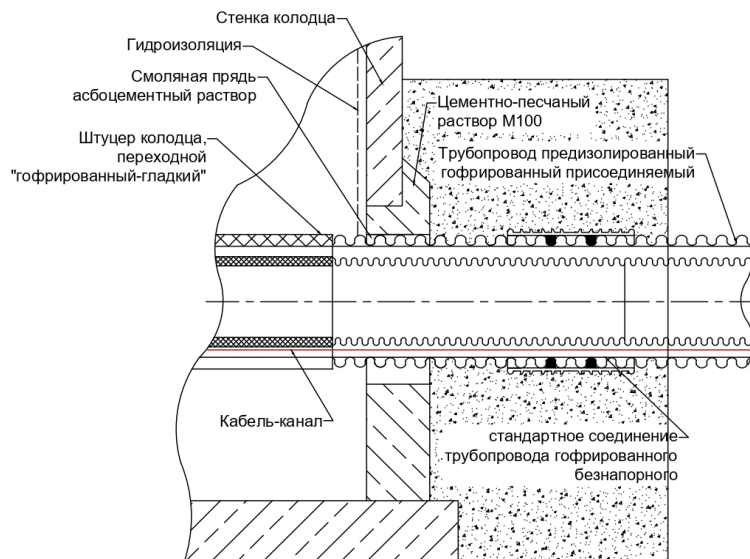


Рисунок 76. Соединение предизолированной гофрированной безнапорной трубы с штуцером сборного железобетонного колодца, в просадочных грунтах.

Не рекомендуется бетонировать трубу предизолированную гофрированную безнапорную одновременно с обустройством стен монолитного колодца, т. к. это может вызвать деформацию трубы под тяжестью не застывшего бетона.

### 5.7 Подгонка длины труб на участках между колодцами.

По факту строительства длина участков между колодцами может отличаться от проектной. В связи с этим возникает необходимость удлинения или укорочения данных участков труб. Увеличение длины участков труб между железобетонными колодцами производят за счет применения законцовок (рисунок 21), применения подгоночных труб предизолированных гофрированных безнапорных, а укорочение - за счет обрезки труб предизолированных гофрированных безнапорных со стороны патрубка или обрезки подгоночной трубы предизолированной гофрированной безнапорной с кабель-каналом. При этом трубы предизолированные без кабель-канала могут быть укорочены со стороны патрубка на любую длину, а трубы предизолированные с кабель-каналом на длину не более **50 мм** (со стороны патрубка). Труба подгоночная предизолированная гофрированная безнапорная с кабель-каналом предназначена для установки на конечном участке трубопровода между колодцами. Ее можно обрезать со стороны патрубка (кроме начального участка равного длине муфты) на значения длин с шагом равным шагу гофр оболочки трубы (рисунок 4). Возможность обрезки достигается за счет того, что кабель - канал установлен в подгоночной трубе поверх гофр рабочей трубы. Длина подгоночной трубы составляет **1000 мм**.

1. При применении железобетонных смежных колодцев для совмещения длины участка собранного трубопровода с расстояниями между штуцерами фасонных элементов в колодце применяют:

1.1. Предварительный монтаж плит днища ж/б колодцев по привязкам генплана. Для данного варианта иногда необходимо укорачивать (методом обрезки) или удлинять участок труб между колодцами. Для удлинения участка труб рекомендуется применять законцовку, если ее длины не хватает - подгоночную трубу предизолированную гофрированную

безнапорную с кабель-каналом. Установленная проектом сумма длин отрезков труб (включая подгоночную трубу) трубопровода должна быть на **0,4...1,0 м** больше проектного расстояния между выходным и входным патрубками фасонных элементов размещаемых в смежных колодцах. Установку ж/б колец на днища колодцев с присоединением производят после монтажа всех стыков труб с фасонными элементами в колодце.

1.2 Последовательный монтаж плит днища ж/б колодцев совмещенный с прокладкой трубопровода, с отклонением от привязок генплана, т.е. по фактической длине участка трубопровода. Производится монтаж трубопровода и плит днищ колодцев по ходу движения среды.

Установку днищ ж/б колодцев производят со смещением относительно проектной привязки, непосредственно перед сборкой последнего стыка с входным патрубком фасонного элемента в колодце (например, прочистки). Нормативные требования допускают смещение колодца от проектной привязки на величину не более 50 мм. Данный способ не применим для монтажа колодцев с присоединением. Кроме того, от участка к участку нарастает величина смещения колодцев от привязок генплана. Как только величина смещения составит 51 мм и более требуется обрезка или укорочение участка трубопровода.

Установку ж/б колец на днища колодцев с присоединением производят после монтажа всех стыков труб с фасонными элементами в колодце.

2. При применении полиэтиленовых смежных колодцев для совмещения длины участка собранного трубопровода с фактическим расстоянием между выходным и входным штуцерами применяют:

2.1. Предварительный монтаж ПЭ колодцев с предельно допустимым отклонением их от привязки на генплане до **50 мм**. Данный вариант предполагает, что отклонение длины участка собранного трубопровода отличается от расстояния между штуцерами предварительно установленных смежных ПЭ колодцев не более чем на **50 мм**. В этом случае применяют способ подгонки за счет перемещения ПЭ колодца к концевому участку последней трубы. Для этого проектом предусматривают наличие ж/б фундаментной плиты под ПЭ колодцем. Размеры фундаментной ж/б плиты принимают с учетом необходимости продольного (и поперечного - если колодец имеет присоединение) перемещения колодца (не менее чем на **0,25 м**) для замыкания последнего стыка(-ов).

2.2. Монтаж полиэтиленовых колодцев по привязкам генплана с последующей прокладкой трубопровода. Данный вариант применяют при монтаже колодцев с присоединением(-ми). Для данного варианта необходимо применять подгоночную трубу длиной **1000 мм**.

Сумма длин отрезков труб (включая подгоночную трубу) собранного трубопровода должна быть на **0,4...0,6 м** больше проектного расстояния между патрубками смежных колодцев.

Полиэтиленовый колодец предварительно устанавливают со смещением от проектной привязки на генплане (на сколько позволяет ж/б фундаментная плита), с тем, чтобы затем надвинуть патрубок колодца на концевой патрубок подгоночной трубы. При этом колодец возвращается строго в проектное положение по привязкам генплана. Подгоночную трубу подрезают на длину, позволяющую выставить колодец в проектное положение после выполнения стыковки. Как правило, в начале выполняют стыковку колодца с коллектором, затем с трубой на присоединении. Нормативное смещение продольных осей коллектора и

присоединения от проектного значения не должно превышать **12 мм**<sup>[3]</sup>.

3. Существуют еще дополнительные способы совмещения длины участка собранного трубопровода и расстояния между штуцерами смежных колодцев. Они рекомендуются только при невозможности выполнения стыковки вышеописанными способами:

3.1. Способ подгонки концевых участков между ранее смонтированными колодцами при помощи 2-х переходов безнапорный-напорный (тип 1 и тип 2, рисунок 20). При этом производится монтаж стыка на гладких концах переходов безнапорный-напорный с кабель-каналом с последующей сваркой при помощи муфт с закладными нагревателями рабочих труб, установкой термоусаживаемой гидрозащитной муфты и теплоизоляции стыка 2-х участков труб предизолированных гофрированных безнапорных с использованием ППУ-компонентов (рисунок 72).

3.2. Способ, описание которого приводится в разделе 5.14 (Ремонт труб безнапорных гофрированных ПЭ/ППУ-ПЭ и установка трубной вставки). Данный способ неприменим для подгонки длины обогреваемых труб предизолированных гофрированных безнапорных с кабель-каналом.

Если ПЭ колодец имеет несколько присоединений, то замыкание последних стыков возможно по любому из способов, как правило, вначале выполняют стыковку на входе в колодец коллектора, затем на патрубке присоединения.

Не рекомендуется применение способа вертикального изгиба участка трубопровода для замыкания последнего стыка (между штуцером ПЭ колодца и трубой) в связи с относительно высокой жесткостью труб предизолированных гофрированных безнапорных, возможностью увеличения зазоров в муфтовых соединениях при подъеме трубы, а также ошибок при расчете длины концевого участка. Ошибка может привести или к необходимости разборки участка труб (ошибка по длине в плюс) или к скрытому браку – увеличенному зазору в последнем стыке, при ошибке в минус.

#### 5.8 Тепло и гидроизоляция стыков на ремонтных участках.

В случае, когда проект предусматривает ремонт или подгонку участка трубы по способу 3.1, то для точной подгонки длины труб применяются переходы безнапорный-напорный и комплектующие материалы для заделки стыков **на подгоночных участках сети**. При этом два перехода устанавливают так, **чтобы подгонка (заделка стыка) осуществлялась на участке 2-х смежных труб предизолированных напорных**.

Гидроизоляция стыков труб предизолированных напорных производится при помощи термоусаживаемых муфт и полос специального термомклея, устанавливаемых под муфтой на оболочку (по краям термоусаживаемых муфт). В термоусаживаемых муфтах высверливается необходимое количество отверстий предназначенных для заливки полиуретановых компонентов и выпуска воздуха (не менее 2-х). Для высверливания отверстий используется сверло или пёрка диаметром **25 мм**. Инструкция по выполнению этих работ, а также работ по гидроизоляции труб и соединительных деталей с защитной оболочкой из оцинкованной стали, предоставляется техническим отделом ООО «Империя Строй» при отгрузке продукции заказчиком.

#### 5.9 Прокладка в особых условиях.

### 5.9.1 Подрабатываемые территории.

На стадии выполнения проекта трубопроводов предизолированных гофрированных безнапорных, прокладываемых в районах, где проводились, проводятся или предусматриваются горные разработки, следует руководствоваться требованиями СНиП 42-01, ГОСТ Р 12.3.048. Прочность и устойчивость изолированных трубопроводов, проектируемых для прокладки на подрабатываемых территориях, обеспечивается за счет:

- фиксации стыковых соединений;
- увеличения подвижности оболочки трубопровода в грунте;
- снижения воздействия деформирующегося грунта на трубопровод.

Фиксирование стыковых соединений осуществляют за счет последовательного наложения на края наружной муфты 2-х слоев термоусаживаемой ленты с нахлестом не менее **100 мм** в каждом слое.

Для обеспечения подвижности трубопровода в грунте и снижения воздействия деформирующегося грунта на трубопровод предусматриваются:

- устройство малозащемляющих материалов для засыпки траншей после укладки труб;
- покрытие оберточными материалами (например, полиэтиленовой пленки) для уменьшения трения между оболочкой изолированного трубопровода и грунтом;
- уменьшение глубины прокладки трубопровода.

Малозащемляющие материалы для засыпки траншей трубопровода это: песок, песчаный грунт и другой грунт, обладающий малым сцеплением частиц.

Переходы трубопроводов через реки, овраги и железнодорожные пути в выемках, а также в местах, где возможно образование провалов и трещин, рекомендуется предусматривать с использованием футляров. Проектирование трубопроводов, предназначенных для строительства на территориях, где проводится или планируется проведение горных выработок, следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.01.09-91 и настоящих рекомендаций. Проект сети трубопроводов на подрабатываемых территориях должен быть увязан с планами производства горных работ и предусматриваться преимущественно по территориям, на которых уже закончились процессы деформации поверхности, а также по территориям, подработка которых намечается на более позднее время.

### 5.9.2 Районы с просадочными и пучинистыми грунтами.

При устройстве сети трубопроводов в скальных, гравийно-галечниковых и щебенистых грунтах и засыпке этими грунтами следует предусматривать устройство подсыпки из мягких грунтов (песка) толщиной не менее 100 мм. Оболочка трубы в этих условиях должна быть защищена от повреждения путем присыпки трубопровода мягким грунтом (песком) на толщину не менее 300 мм.

Для разработки проектной документации по наружным сетям водоснабжения, хозяйственно-бытовой канализации, ливневой канализации и др. сетей в районах с пучинистыми, просадочными и набухающими грунтами необходимо руководствоваться

требованиями СНиП 42-01 и СНиП 2.02.01.

Для грунтов I типа просадочности, проектирование трубопроводов ведется как для условий не просадочных грунтов. Проектирование подземных трубопроводов для районов распространения грунтов II типа просадочности, необходимо осуществлять с учетом требований СНиП 2.02.01-83\*.

Гибкое полотнище из геотекстильных материалов применяется на участках просадочных грунтов II типа, на подрабатываемых территориях, при пересечении водонасыщенных и заболоченных участков. Порядок выполнения работ приводится на рисунке 77.

Последовательность выполнения работ:

1. Укладка геотекстильного полотна по дну и откосам траншеи.
2. Укладка щебня в основание (или бетона) для создания равномерной нагрузки – 200 мм.
3. Подсыпка постели мелкозернистым песком не менее 100 мм.
4. Укладка трубопроводов предизолированных гофрированных безнапорных.
- 5-6. Первичная засыпка песком на (1/2 - 2/3) Dc послойной трамбовкой его в пазухах трубопроводов.
7. Вторичная засыпка песком на 300- 500 мм над верхом оболочки трубопровода.
8. Продольное скрепление геотекстильного полотна при помощи скоб.
- 9-10. Обратная засыпка грунта с укладкой сигнальной ленты.

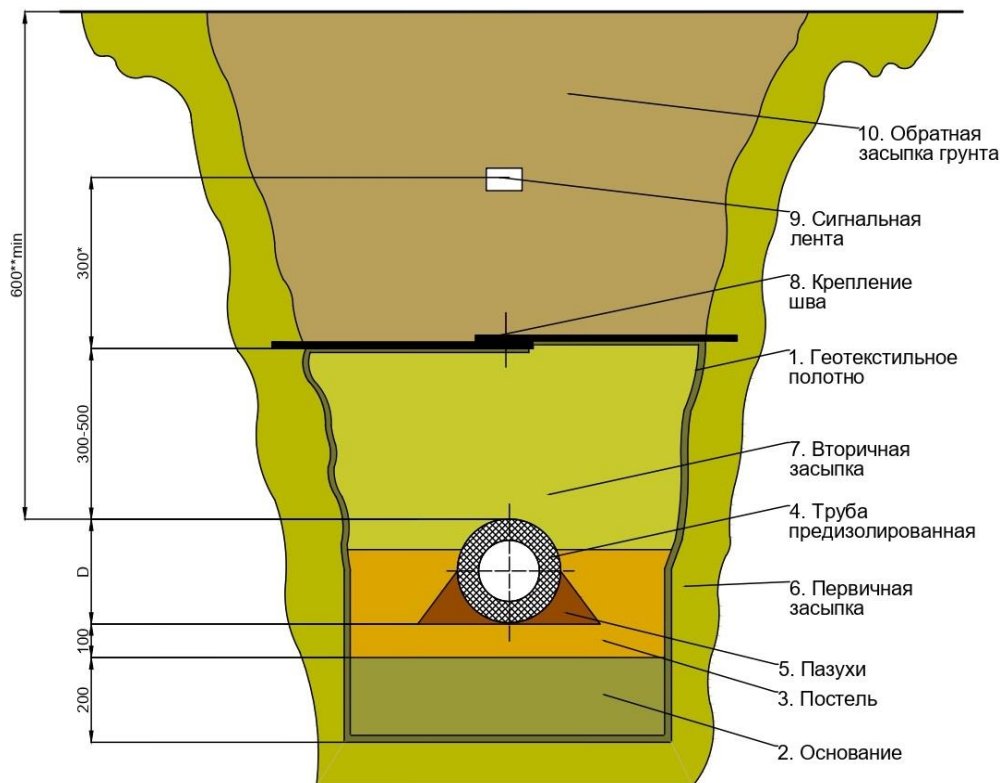


Рисунок 77. Прокладка труб предизолированных гофрированных безнапорных в просадочных грунтах II типа, на подрабатываемых территориях, при пересечении водонасыщенных и заболоченных участков.

Соединение полотен в продольном направлении производится укладкой внахлест (не менее **0,5 м**), а в поперечном направлении - сваркой или прошивкой синтетическими



нитями. Фиксирование стыковых соединений осуществляют за счет последовательного наложения на края наружной муфты 2-х слоев термоусаживаемой ленты с нахлестом не менее **100 мм** в каждом слое.

Для дополнительной защиты наиболее уязвимых участков и узлов трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного с кабель-каналом в особых условиях прокладки и на сейсмоактивных территориях могут применяться демпфирующие подушки (в виде кожухов) из вспененного полиэтилена (матов) толщиной **50...100 мм**. Низкое сопротивление сжатию этого материала обеспечивает защиту кабельных вводов (камер для законцовки и муфтовых соединений), а также участков трубопровода, непосредственно примыкающих к вводам в здания и сооружения в подвижных грунтах, при морозном пучении и осадке конструкций. Рекомендуемая длина защитных зон от 4 до 6 наружных диаметров оболочки. Гидроизоляцию демпфирующих подушек выполнять не требуется, достаточно обернуть маты снаружи ПЭ пленкой для уменьшения сил трения в грунте. Крепление демпфирующих кожухов (матов) осуществляют упаковочными полипропиленовыми лентами с шагом **300 - 400 мм**.

В слабых грунтах, при несущей способности менее **0,1 МПа** (например, в связных или свеженасыпных) дно траншеи укрепляют слоем гравия, щебня либо деревянными настилами, бетонными плитами, которые в случае необходимости укладывают на свайное основание. При использовании гравия (щебня) для укрепления основания нельзя допустить, так как такое основание работало в качестве дренажа. Для этого на дно траншеи необходимо насыпать слой глинистого грунта минимальной толщины - **100 мм**. Тем самым будет создан глинистый «замок», который предотвратит внутреннюю эрозию защитных зон и устранил возможность выноса частиц грунта из-под трубопровода грунтовыми и тальными водами.

Деревянные или железобетонные настилы, укладываемые на сваях на дно траншеи, следует покрывать слоем песка толщиной **100 – 250 мм**. В целях предотвращения неравномерных осадок трубопровода (например, в месте перехода укрепленного дна траншеи в неукрепленное) необходимо устраивать переходные клинья путем отсыпки гравия, щебня, песка, причем размещать соединения труб на этих клиньях не допускается. Неравномерная осадка трубопровода может произойти и тогда, когда на дне траншеи имеется грунт с крупными каменистыми включениями. После их удаления образуются впадины или неуплотненные области грунта. В последнем случае, нужно особенно хорошо уплотнять насыпной выравнивающий слой на дне траншеи.

При прокладке в болотистых или водонасыщенных грунтах часть песка, засыпаемая непосредственно над трубами, может смешиваться с цементом или выполняется балластировка труб мешками с цементно-песчаной смесью. Пример расчета балластировки приводится в приложении Г методических рекомендаций по проектированию и монтажу трубных систем предизолированных гофрированных безнапорных. На отдельных участках прокладки, в соответствии с нормативными требованиями, может производиться устройство монолитного ж/б основания.

При наличии вблизи трассы оврагов и провалов, которые могут повлиять на безопасную эксплуатацию трубопроводов, следует предусматривать мероприятия по их укреплению. При прокладке труб предизолированных гофрированных безнапорных с кабель-каналом в подвижных грунтах и на сеймоопасных территориях для предотвращения повышенных механических нагрузок со стороны грунта на выводы кабелей от Эл ВОК, при их

размещении на участках между колодцами в грунте, рекомендуется перед засыпкой грунта производить установку по всему периметру конструкции демпфирующих матов из пенополиэтилена, толщиной **50 – 100 мм**, на всю длину, равную не менее **1,5\*L**.

### 5.9.3 Прокладка в многолетнемерзлых грунтах.

При прокладке теплоизолированных трубопроводов в многолетнемерзлых грунтах необходимо создание такого температурного режима их эксплуатации, при котором воздействие подземного изолированного трубопровода на окружающий грунт было бы минимальным с точки зрения нарушений естественного теплового режима грунтового массива в зоне прохождения изолированных трубопроводов.

Трубопроводы предизолированные гофрированные безнапорные имеют высокоэффективную пенополиуретановую теплоизоляцию, а коэффициент теплопроводности полиэтиленовых труб имеет примерно в 20 раз меньшее значение, чем у стали, в связи с этим теплоизолированный трубопровод оказывает значительно меньшее тепловое воздействие на окружающий грунт, чем традиционные трубопроводы.

При возведении сети конструкция ввода трубопровода должна обеспечивать возможность взаимных перемещений трубопровода и зданий из-за осадок зданий или грунта. Для защиты наиболее уязвимых узлов трубопровода (камеры на Эл ВОК, Эл ВТД, участки трубы, непосредственно примыкающие к вводам в здания и сооружения) рекомендуется использовать демпфирующие маты.

При балластировке трубопроводов грузами ширину траншеи следует назначать из условия обеспечения расстояния между грузом и стенкой траншеи не менее **0,2 м**. На отдельных участках трассы трубопровода допускается оттаивание в процессе эксплуатации вечномерзлых грунтов, если оно не сопровождается карстовыми процессами и потерей несущей способности грунта.

При возведении сети трубопровода предизолированного на участках с просадочными грунтами, проектом должны предусматриваться мероприятия, снижающие тепловое воздействие трубопровода на грунты и обеспечивающие восстановление вечной мерзлоты в зимний период. В связи с чем, рекомендуется применять полносборные ПЭ сварные колодцы безлоткового типа с внутренней разводкой теплоизолированными в заводских условиях элементами.

### 5.9.4 Пересечение заболоченных участков и водных преград, балластировка.

На заболоченных территориях должна предусматриваться преимущественно подземная прокладка трубопроводов с использованием балластировки или геотекстильной ткани.

Участки трубопроводов, прокладываемые в подводной траншее через болота или заливаемые поймы, а также в обводненных районах, должны быть рассчитаны против всплытия. Для обеспечения устойчивости положения следует предусматривать специальные конструкции и устройства для балластировки (утяжеляющие покрытия, балластирующие устройства с использованием минерального грунта или цементно-песчаной смеси, анкера и др.).

Допустимо производить балластировку трубопровода при пересечении болот или водных

преград минеральным грунтом обратной засыпки, закрепляемым нетканым синтетическим материалом (НСМ) или применять пригрузы из стеклотканых или из полимерных нетканых материалов, мешков, наполненных песчано-цементной смесью, которая под действием грунтовых вод превращается в бетон, а также использовать другие типы пригрузов, не повреждающие наружную поверхность тонкой полиэтиленовой оболочки. Не рекомендуется использование металлических или бетонных пригрузов. Интенсивность балластировки трубопровода при преодолении водных преград, при прокладке по заболоченным участкам или водонасыщенных грунтах определяется расчетом.

При расчете на устойчивость положения предизолированных трубопроводов, прокладываемых на обводненных участках, учитывается удерживающая способность грунта. Выполнять проверку продольной устойчивости трубопровода как сжатого стержня не требуется в связи с самокомпенсирующей способностью трубопровода. При выполнении такой проверки, допускается учитывать вес грунта засыпки толщиной не менее **0,6м**. В зависимости от грунтовых и гидрологических условий могут применяться следующие виды балластировки и закрепления изолированных трубопроводов:

- утяжелители из цилиндрических ПЭ фасонных элементов (цилиндрические контейнеры или полые ПЭ полуцилиндры) с их заполнением на месте высокоплотными материалами;
- одинарные утяжелители (мешки) с наполнением на 50 % объема песчано-цементной смесью;
- двойные утяжелители (контейнеры) с наполнением минеральным грунтом;
- засыпка минеральным грунтом с использованием текстильных полотнищ;
- анкерные устройства.

При выборе средств для балластировки соблюдают требование, связанное с ограничением поперечного воздействия на оболочку.

Мешки с сухой песчано-цементной смесью укладывают с принятым проектом шагом сверху вдоль трубы. Концы мешков освобождают от содержимого и стягивают полипропиленовой упаковочной лентой с оболочкой трубы для недопущения их смещения во время укладки (затопления) трубы под водой в траншею. Усилие натяжения крепежных лент при использовании самофиксирующихся устройств не должно превышать **20 кгс**. При стяжке не следует создавать давление на оболочку трубы более **0,05 МПа**. Стягивание и подрезка полипропиленовой ленты производится с помощью ручной стреппинг - машинки, а скрепление ленты - с помощью клещей и металлических креплений. Выполнение балластировки изолированного трубопровода оформляется отдельным актом приемки работ.

Вмораживаемые анкеры применяются при прокладке изолированного трубопровода в вечномерзлых грунтах. В пучинистых грунтах, анкеры снабжаются ограничителями усилий. Винтовые анкеры применяются в глинистых и суглинистых грунтах, а анкеры раскрывающегося типа - в песчаных и супесчаных грунтах. Длина части анкера, взаимодействующая с многолетнемерзлым грунтом в процессе эксплуатации изолированного трубопровода, должна быть не менее **1 м** (СНиП 2.02.04).

#### 5.10 Прокладка на сейсмоактивных территориях.

Проектирование линейной части трубопроводов и ответвлений от них, предназначенных для прокладки в районах с сейсмичностью свыше 6 баллов, необходимо производить с

учетом сейсмических воздействий.

Фиксирование стыковых соединений осуществляют за счет последовательного наложения на края наружной муфты термоусаживаемой ленты с нахлестом не менее **100 мм** в каждом слое.

Для дополнительной защиты наиболее уязвимых участков и узлов трубопровода предизолированного гофрированного безнапорного с кабель-каналом в особых условиях прокладки и на сейсмоактивных территориях могут применяться демпфирующие подушки (в виде кожухов) из вспененного полиэтилена (матов) толщиной **50-100 мм**.

Расчет подземных трубопроводов и трубопроводов в насыпи на действие сейсмических нагрузок, направленных по нормали к продольной оси трубопровода, не производится. Расчетная сейсмичность подземных магистральных трубопроводов и параметры сейсмических колебаний грунта назначаются без учета заглубления трубопровода, как для сооружений, расположенных на поверхности земли.

В работе (Хрустов Ю.Н., Бутринов Е.В., Коврига В.В., Сравнение полиэтиленового и стального трубопроводов при землетрясении. – Полимерные трубы, № 3, 200), выполнены сравнительные расчеты на сейсмостойкость стального и полиэтиленового трубопроводов при поперечном оползневом смещении и ширине зоны оползня **6...100 м**, при смещении грунта на **0,5...10 м**. Расчетом установлено, что полиэтиленовые трубопроводы имеют 10 - кратный запас деформативности по сравнению со стальными. Таким образом, большие смещения грунта при разломах или оползнях, которые возникают при крупных землетрясениях, могут оказаться губительными для трубопроводных систем из стали, в то время как трубопроводные системы из полиэтилена сохраняют работоспособность.

#### 5.11 Установка коверов(шкафов), муфтовые и разъемные соединения.

Наземные металлические коверы изготавливаются, как правило, из отрезков металлических труб, они предназначены для размещения соединительных коробок. Настенные коверы выполняются в виде цилиндрических или прямоугольных металлических шкафов.

Коверы (шкафы) предназначены для механической и антивандальной защиты соединительных коробок. Габариты ковера (шкафа) устанавливаются в техническом задании потребителем исходя из габаритов и количества применяемых соединительных коробок.

Для выполнения соединений силовых электрических кабелей рекомендуется применять защитные металлические шкафы с нижними вводами в стальных гильзах и установкой в них соединительных коробок в соответствующем исполнении по пыли - влагозащите. В коверах (шкафах) недопустимо наличие незащищенных или не защищенных токоведущих элементов. Шкафы следует устанавливать на металлические стойки с надежной фиксацией на бетонном основании в грунте и устройством заземления.

На коверах (шкафах) закрепляется предупредительная табличка «Стоять! Опасное напряжение!». Должны быть предусмотрены меры по надежному запираению внутренним замком крышки ковера (или дверцы шкафа), дополнительно рекомендуется использовать для запираения винты с нестандартной головкой или устанавливать оригинальные

«антивандальные» запоры.

Расстояние до места установки коверов (шкафов) задается исходя из условий устойчивости грунта, но не менее **1,0** м от края траншеи. Допускается размещение наземных коверов (шкафов) на газонах, при максимальном удалении их от проезжей части и тротуаров. Прокладка силовых кабелей производится в соответствии с требованиями ПУЭ. Защитные ПЭ трубы укладывают «змейкой» в слое песка и выводят на ковер (шкаф).

Рекомендуется соединять отрезки защитных труб при помощи термоусаживаемых клеевых трубок, полиэтиленовых компрессионных муфт или с применением электросварных муфт с закладными нагревателями.

Ввод защитных труб в защитный шкаф рекомендуется выполнять в стальных гильзах. Выводы нескольких электрических кабелей (или кабелей управления) из общей защитной трубы в ковре (шкафу) рекомендуется герметизировать термоусаживаемыми «перчатками».

### 5.12 Монтаж датчиков температуры.

Датчики температуры устанавливают в заводских условиях в элементах вывода кабелей термодатчиков и ревизиях (Эл ВТД или Эл ВОК- ТД, ревизия с Эл ВОК-ТД). Характеристики датчиков температуры перед установкой определяются расчетом (на основании исходных данных) и согласовываются с заказчиком.

Элемент вывода кабелей термодатчиков, ревизия с Эл ВТД устанавливаются, как правило, на концевых (по направлению потока жидкости) участках трубопровода.

Для недопущения перегрева стенки рабочей трубы в режиме останова трубопровода или при ошибочном включении обогрева на опорожненном трубопроводе предизолированном гофрированном безнапорном с кабель-каналом рекомендуется использовать не менее двух датчиков температуры: один для регулирования температуры транспортируемой среды, второй - в качестве аварийного датчика перегрева контактной зоны.

### 5.13 Испытания на герметичность, приемка работ.

Сдача в эксплуатацию готовой сети из труб предизолированных гофрированных безнапорных должна проходить в соответствии с требованиями Проекта, СП 40-102-2000, а также СНиП 3.01.04-87, СНиП III-3-81 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов», с учетом «Правил производства работ по прокладке и переустройству подземных сооружений».

Испытания на герметичность следует проводить один раз, как приемочное (окончательное). Герметичность при приемочном испытании трубопроводов предизолированных гофрированных безнапорных проверяется пневматическим способом. Порядок пневматических испытаний трубопроводов из полимерных материалов и требования безопасности при испытаниях устанавливаются проектом.

Предварительные испытания проводят после первичной засыпки траншеи на высоту **0,7\*De** (муфтовые соединения грунтом не засыпают) и завершения работ по трамбовке пазух трубы. Испытательное давление сжатого воздуха, равное **0,05 МПа**, подают в

трубопровод. Если в течение 15 мин давление воздуха изменяется не более чем на **0,02 МПа**, трубопровод считается герметичным. Перед проведением пневматических испытаний на торцы рабочих труб устанавливают заглушки для гофрированных труб с уплотнительными кольцами. Заглушки дополнительно фиксируют термоусадочной лентой или иным способом с целью предотвращения их срыва под воздействием давления сжатого воздуха.

Одна из заглушек имеет патрубок для установки запорной арматуры с контрольным манометром. Индикатором утечек является полиэтиленовая пробка для стравливания воздуха (рисунок 36). Полиэтиленовая пробка вставляется в отверстие в муфте и на отверстие в ней наносится мыльный раствор. Сверловку отверстий выполняют во всех муфтах на стыках труб и фасонных элементов на равном расстоянии от торцов муфт для труб гофрированных с применением перки диаметром 25 мм. При сверловке следует соблюдать осторожность с тем, чтобы инструмент не углублялся далее толщины муфты.

Затем в отверстия устанавливают пробки для стравливания воздуха или манометры со специальными наконечниками и подают воздух для пневматических испытаний. Осматривают все стыки. Некачественно собранные стыковые соединения выявляют по пузырям, образующимся в местах утечки воздуха через пробки для стравливания воздуха, установленные в наружных муфтах и покрытых мыльной эмульсией. Все выявленные недостатки устраняют и проводят повторные испытания.

Для испытаний при отрицательных температурах окружающей среды применяют манометр на давление до **0,1 МПа** со специальным резиновым конусным наконечником, который последовательно устанавливают в отверстия наружных гидроизолирующих муфт. Отсутствие давления на протяжении 15 минут свидетельствует о герметичности соединения.

После проведения предварительных пневматических испытаний полиэтиленовая пробка для стравливания воздуха удаляется, отверстие герметизируется при помощи ввариваемой полиэтиленовой конической пробки (рисунок 37). Перед заваркой полиэтиленовой пробки через отверстие в наружной муфте производится сверловка гофр трубы-оболочки на глубину, достаточную для установки пробки на всю ее толщину, при этом должны быть приняты меры по недопущению повреждения рабочей трубы.

Окончательные испытания пневматическим способом проводят не ранее чем через 48 часов после полной засыпки траншеи.

Окончательным пневматическим испытаниям подвергают участки длиной **20-100 м**. Для проведения испытания используются ПЭ заглушки для гофрированных труб, ранее установленные для проведения предварительных испытаний. Испытание проводят при давлении воздуха **0,05 МПа**, контроль ведется по образцовому манометру со шкалой **0,1 МПа**, установленному на штуцере одной из концевых заглушек на рабочей трубе, при этом на протяжении **15 минут** падение давления не должно более **0,02 МПа**.

## Приложение А. Гидравлический расчет трубопроводов предизолированных гофрированных безнапорных.

1. Расчет гидравлических параметров

Гидравлический расчет для рабочей трубы предизолированной гофрированной безнапорный заключается в определении диаметра **d (м)**, наполнения **h/d** (в долях диаметра), скорости течения потока **v (м/с)**, гидравлического уклона **i** при заданном расходе **q (м<sup>3</sup>/с)**.

Основной гидравлической характеристикой потока является гидравлический радиус:

$$R = w/x,$$

где: **w, м<sup>2</sup>** - площадь живого сечения потока, **x, м** - длина смоченного периметра трубы в плоскости, перпендикулярной вектору скорости.

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

Таблица А.1.

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

Оценочный расчет может производиться также с применением упрощающих приемов, при которых используются графики и диаграммы (Рисунок А.1).

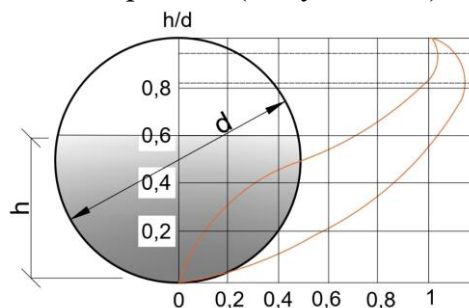


Рисунок А.1. Зависимость расхода **q** и скорости **v** от степени наполнения трубопровода **h/d**.

На Рис. А.1 приведены кривые изменения скоростей **v** и расходов **q** в трубах круглого сечения в зависимости от степени их наполнения. По оси ординат отложены степени наполнения **h/d**, а по оси абсцисс - соответствующие этим наполнениям скорости **v** и расходы **q**, выраженные в долях от скорости и расхода при полном наполнении.

## 2. Минимально допустимые уклоны в зависимости от диаметра трубопровода

Минимально допустимые диаметры и уклоны, обеспечивающие в трубах предизолированных гофрированных безнапорных самоочищающиеся скорости, необходимо подбирать, исходя из опыта эксплуатации водоотводящих сетей. Минимальный диаметр бытовой городской водоотводящей уличной сети следует принимать равным  $d = 200$  мм, внутриквартальной сети -  $d = 160$  мм. Минимальный диаметр дождевой и редко используемой общесплавной системы водоотведения уличной сети следует принимать  $d = 250$  мм, внутриквартальной сети -  $d = 200$  мм. Минимальный уклон трубопроводов любого назначения должен обеспечивать самоочищающую скорость потока в отношении расчетной частицы песка шарообразной формы размером 500 мкм и плотностью  $\rho = 2500$  кг/м<sup>3</sup>. Принятые на основании опыта эксплуатации значения минимальных уклонов, соответствующих различным минимальным диаметрам, представлены в таблице А.2.

Таблица А.2.

Значение $d$ , мм	110-140	160-200
Значение минимального уклона $i$	0,009	0,007-0,005

При диаметрах рабочей трубы свыше **200 мм** наименьший уклон  $i_{\min}$  определяют по формуле:

$$i_{\min} = a_i/d,$$

где: **d**- диаметр рабочей трубы в мм;

**a<sub>i</sub>**- коэффициент;

Значения **d** и **a<sub>i</sub>** представлены в таблице А.3.

Таблица А.3.

Значение $d$ , мм	110-500	630-800
Значение $a_i$	1	1,1

Рекомендуемые значения коэффициента  $a_i$  для определения минимального уклона по формуле:  $R = w/x$ ;

## 3. Рекомендуемые наполнения в самотечных трубопроводах

Частичное наполнение самотечных трубопроводов обеспечивает удаление из них газов, а также пропуск неучтенных возможных дополнительных расходов сточных вод. Оптимальные наполнения в трубах различных диаметров представлены в таблице А.4.

Таблица А.4.

Значения рекомендуемых наполнений в трубах для бытовой канализации

$d$ , мм	110	125	160-315	400	500-800
Наполнение $h/d$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75

Для водостоков и низко концентрированных промстоков рекомендуется более полное наполнение трубопроводов, так как максимальные расчетные расходы воды происходят через значительные интервалы времени. В таблице А.5 представлены эти рекомендации.



Таблица А.5.

Значения рекомендуемых наполнений для водостоков и низко концентрированных промстоков

d, мм	110-250	315-500	630-800
Наполнение h/d	0,8	0,9	1

#### 4. Определение скорости потока сточных вод

Значения скоростей принимают в зависимости от условий канализования. При минимальных уклонах, имеющих место в большинстве случаев на практике, принимают минимально допустимые скорости, при которых происходит удовлетворительная работа водоотводящих сетей. Эти минимально допустимые скорости зависят от транспортирующей способности потока и определяются условиями осаждения механических примесей на лоток трубы. Значения рекомендуемой самоочищающей скорости указаны в таблице А.6.

Таблица А.6.

Зависимость минимальной скорости потока от диаметра трубы

d, мм	110-250	315-400	500	630-800
Vmin, м/с	0,7	0,8	0,9	1,0

#### 5. Гидравлический расчет безнапорных водоотводящих сетей

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

Вычисления проводятся с использованием формулы расхода:

$$Q = w \cdot v;$$

и формулы Дарси для определения гидравлического уклона

$$i = \frac{\lambda n \cdot v^2}{4R \cdot 2g};$$

где: q - расход стоков (м<sup>3</sup>/с);

w - площадь живого сечения потока (м<sup>2</sup>);

v - средняя скорость потока (м/с);

i - уклон трубы, принимается численно равным гидравлическому уклону свободной поверхности воды при равномерном установившемся движении потока;

R - гидравлический радиус (м);

g - ускорение свободного падения (м/с<sup>2</sup>);

$\lambda_n$  - коэффициент гидравлического трения полиэтиленовых труб.

Экспериментальные гидравлические исследования, выполненные в России на пластмассовых трубах диаметром 110, 160 и 225 мм на водопроводной воде и промстоках, показали, что коэффициент гидравлического трения пластмассовых труб при небольших наполнениях (h/d = 0,3) подчиняется закону гидравлически гладких труб.

При значениях наполнений более h/d = 0,3 сопротивление может несколько возрасти из-за возможности 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 А.7.

Таблица А.7.  
Значения безразмерного поправочного параметра  $k$

Наполнение $h/d$	0,1-0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8-1,0
$k$	1,0	1,07	1,13	1,19	1,24	1,25

Коэффициент гидравлического трения пластмассовых труб при самотечном движении потока жидкости определяют, используя значения параметра  $k$ , представленные в таблице А.7, по формуле:

$$\lambda_n = k \cdot \lambda_r;$$

где  $\lambda_r$  - коэффициент гидравлического трения гидравлически гладких труб.

Способ вычисления коэффициента  $\lambda_r$  зависит от режима работы трубопровода и характера движения в нем жидкости, которые описываются числом Рейнольдса ( $Re$ ):

$$Re = v \cdot 4R / \nu;$$

где  $v$  - средняя скорость потока (м/с);

$R$  - гидравлический радиус (м);

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

Для расчета коэффициента  $\lambda_r$  существует несколько разных методик. При наших условиях коэффициент  $\lambda_r$  рекомендуется определять по формуле Блазиуса:

$$\lambda_r = 0,3164 / Re^{0,25}$$

*6. Таблицы гидравлического расчета труб предизолированных гофрированных безнапорных*

Гидравлический расчет труб предизолированных гофрированных безнапорных должен выполняться для самотечной рабочей трубы гофрированной по ГОСТ Р 54475-2011 при температуре сточных вод, близкой к значению  $20^\circ C$ . Для каждого выбранного диаметра рабочей трубы гофрированной по ГОСТ Р 54475-2011 рассчитываются значения пропускной способности (расхода сточных вод)  $q$  (л/с) и скорости потока  $v$  (м/с) для различных значений наполнений  $h/d$  и уклона трубопровода  $i$ .

Уточненные значения параметров рекомендуется принимать по таблице А.8.

Таблица А.8.  
Рекомендуемые значения минимальных уклонов и диаметров рабочих труб гофрированных, произведенных по ГОСТ Р54475-2011 в зависимости от требуемой пропускной способности трубопровода  $q$ .

Диаметр $d$ , мм	Расход $q$ , л/с	Скорость $v$ , м/с	Наполнение $h/d$	$I_{min}$
110-125	<5	-	-	0,009
160	<5	-	-	0,007
200	5	0,84	0,3	0,004
250	20	0,98	0,6	0,005
315	50	1,08	0,7	0,0025
400	100	1,26	0,6	0,0025
500	200	1,46	0,75	0,0025
630	500	1,17	0,75	0,0017
800	500	1,17	0,75	0,0014

Участки с пропускной способностью  $q < 5$  л/с не рассчитываются. Значения скоростей

принимаются не ниже указанных, а значения наполнений принимаются не выше указанных по техническим условиям эксплуатации.

### 7. Использование таблиц для расчета трубопроводов

В таблице А.9 приведены расчетные значения уклонов, скоростей и наполнений для рабочих труб, выполненных по ГОСТ Р 54475-2011 при различных расходах.

#### Пример 1.

По заданному максимальному расчетному расходу  $q=25$  л/с, для неблагоприятных условий канализования (при уклоне местности  $i = 0,005$ ), подобрать диаметр трубы  $d$  (мм), определить скорость  $v$  (м/с) и наполнение  $h/d$  для отведения неочищенных городских сточных вод.

По таблице А.8 предварительно подбираем диаметр 250 мм, затем по таблице А.9 для диаметра  $d = 250$  мм, находим для  $q = 25$  л/с значение  $h/d = 0,6$ ; скорость потока  $v = 1,09$  м/с и уклон трубы  $i = 0,0045$ .

Сравнение полученных результатов с рекомендациями, изложенными в таблице А.4, подтверждает, что расчет выполнен правильно.

#### Пример 2.

По расчетному расходу  $q=160$  л/с, на местности, имеющей уклон по трассе трубопровода  $i=0,009$  подобрать диаметр трубы, проложив его с уклоном местности, проверить оптимальность наполнения и то, что значение скорости не ниже минимально допустимого для обеспечения самоочищения трубопроводов от отложений. Для расхода  $q = 160$  л/с, ориентируясь на таблицу А.8, можно предварительно принять диаметр  $d = 500$  мм (но он будет с запасом), или  $d = 400$  мм. Диаметр  $d = 400$  мм будет более предпочтителен, так как уклон трубы значительно больше, чем представленный в таблице А.8. Используя таблицу гидравлических расчетов, находим для диаметра  $d = 400$  мм для пропуска  $q = 159,2$  л/с наполнение  $h/d = 0,7$  (оно оптимально) и значение скорости  $v = 2,3$  м/с.

Принятый диаметр трубы  $d = 400$  мм и уклон  $i = 0,009$  удовлетворительно обеспечивают условия отведения сточной воды при минимальном заглублении сети, так как трубопровод будет проложен в соответствии с уклоном местности. Расчетная скорость находится выше минимально допустимой для  $d = 400$  мм –  $V_{\min} > 0,8$  м/с.

#### Пример 3.

Для трубы диаметром  $d = 800$  мм, которая при наполнении  $h/d = 0,8$  и уклоне лотка  $i = 0,0015$  имеет пропускную способность  $q = 439,08$  л/с, при скорости  $V = 1,38$  м/с, требуется определить значение расхода  $q$  и величину скорости  $V$  при уклоне  $i = 0,0023$ .

Расход и скорость при отсутствующем в таблицах уклоне  $i = 0,0023$  находим методом интерполяции значений  $q$  и  $V$  для ближайших уклонов, имеющих в таблицах гидравлического расчета. По таблице для  $i = 0,0025$  находим при том же значении наполнения  $h/d = 0,8$  пропускную способность  $q = 587,6$  л/с и скорость  $V = 1,85$  м/с.

Тогда расход и скорость при  $i = 0,0023$  составят:

$$Q=439,1 + (587,6-439,1)*(0,0023 - 0,0015)/(0,0025 - 0,0015) = 557,9 \text{ л/с.}$$

$$V= 1,38 + (1,85 + 1,38)*(0,0023 - 0,0015)/(0,0025 - 0,0015) = 1,756 \text{ м/с.}$$

h/d	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
	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	6,48	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	0,885
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	0,930
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	0,973
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	1,015
0,0160	0,16	0,463	0,69	0,740	1,56	0,949	2,61	1,072	3,77	1,1600	4,95	1,214	6,04	1,242	7,03	1,26	7,65	1,242	7,13	1,056
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	1,096
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	1,134
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	1,172
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	1,208
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	1,244
0,0300	0,22	0,663	0,98	1,059	2,23	1,358	3,37	1,535	5,40	1,661	7,08	1,737	8,64	1,777	10,06	1,803	10,96	1,777	10,20	1,413
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	1,568
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	1,712
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	1,847
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	14,68	2,378	13,65	1,976
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	2,098
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	2,328
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	2,542
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	2,743
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	3,583	19,99	3,583	21,77	3,531	20,26	2,934
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	3,783	21,10	3,783	22,98	3,728	21,39	3,115
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	3,976	22,18	3,976	24,15	3,918	22,48	3,289
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	4,161	23,21	4,161	25,28	4,101	23,53	3,457
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

h/d		DN/OD=160 мм										условный проход d=138 мм									
		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	
0,0060	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	3,86	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	1,439	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	35,71	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	1,699	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	

h/d		DN/OD=200мм												условный проход d=176мм											
		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0					
Уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v					
0,0040	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	19,80	0,915	20,78	0,901	19,36	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	3,805	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	137,6	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	5,86	93,43	6,131	114,08	6,272	132,76	6,363	144,6	6,270	134,59	5,532					

h/d		DN/OD=250мм										условный проход d=216мм									
		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	
0,0030	0,63	0,330	2,75	0,527	6,25	0,676	10,46	0,764	15,16	0,827	19,87	0,865	24,26	0,885	28,23	0,898	30,74	0,885	28,23	0,898	30,74
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	0,985	33,72
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	33,26	1,058	36,23
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	1,132	38,74
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	1,202	41,14
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	1,269	43,44
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	1,334	45,65
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	1,396	47,78
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	1,456	49,85
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	1,571	53,79
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	1,681	57,53
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	1,785	61,09
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	1,884	64,50
0,0120	1,39	0,728	6,07	1,163	13,79	1,491	23,07	1,685	33,42	1,842	43,80	1,908	53,48	1,952	62,24	1,980	67,79	1,951	63,09	1,980	67,79
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	2,073	70,95
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	2,162	74,01
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	2,249	76,98
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	2,333	79,87
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	2,416	82,68
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	2,496	85,42
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	2,574	88,10
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	2,650	90,71
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	3,340	114,31
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	3,935	134,69
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	4,469	152,97
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	4,959	169,73
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	5,414	185,33
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	5,843	200,00

h/d	DN/OD=315мм												условный проход d=271 мм											
	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0					
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v				
УКЛОН																								
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	10,46	0,938	47,09	0,952	51,28	0,938	47,74	0,828	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	0,918			
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	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	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	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	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	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	78,84	1,363	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	1,427			
0,0070	1,89	0,629	8,26	1,006	18,77	1,289	31,4	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	2,386			
0,0170	3,14	1,044	13,69	1,688	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	2,469			
0,0180	3,24	1,079	14,15	1,723	32,16	2,209	53,8	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	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	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	2,709			
0,0300	4,34	1,443	18,93	2,306	43,04	2,957	72	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	3,414			
0,0400	5,11	1,701	22,31	2,717	50,71	3,484	84,84	3,937	122,80	4,261	161,08	4,458	196,68	4,561	228,89	4,627	249,30	4,559	232,04	4,023	4,023			
0,0500	5,80	1,931	25,34	3,086	57,59	3,956	96,35	4,472	139,50	4,840	182,94	5,068	233,37	5,180	259,95	5,255	283,13	5,178	263,53	4,569	4,569			
0,0600	6,44	2,143	28,11	3,424	63,90	4,390	106,91	4,962	154,80	5,370	202,99	5,618	247,84	5,747	288,44	5,831	314,15	5,746	292,41	5,069	5,069			
0,0700	7,03	2,340	30,70	3,789	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	5,535			



h/d	DN/OD=400мм										условный проход d=271 мм									
	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0	
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0015	1,49	0,309	6,50	0,494	14,77	0,633	24,71	0,716	35,80	0,775	46,92	0,811	57,29	0,829	66,68	0,841	72,62	0,829	87,59	0,732
0,0016	1,54	0,321	6,74	0,513	15,33	0,657	25,64	0,743	37,14	0,804	48,68	0,841	59,44	0,860	69,18	0,873	75,34	0,860	70,13	0,759
0,0018	1,65	0,343	7,21	0,548	16,39	0,703	27,42	0,794	39,72	0,860	52,07	0,899	63,57	0,920	73,98	0,934	80,58	0,920	75,00	0,812
0,0020	1,75	0,364	7,66	0,582	17,41	0,746	29,12	0,844	42,18	0,913	55,29	0,955	67,51	0,977	78,57	0,991	85,57	0,977	79,65	0,862
0,0025	1,99	0,414	8,70	0,661	19,77	0,848	33,07	0,958	47,91	1,037	62,79	1,085	76,67	1,110	89,23	1,126	97,18	1,110	90,46	0,979
0,0030	2,21	0,459	9,65	0,734	21,93	0,941	36,70	1,063	53,16	1,151	69,67	1,204	85,07	1,231	99,00	1,249	107,83	1,231	100,37	1,086
0,0035	2,41	0,501	10,54	0,801	23,95	1,027	40,07	1,161	58,04	1,256	76,08	1,314	92,89	1,345	108,10	1,364	117,74	1,344	109,59	1,186
0,0040	2,60	0,541	11,37	0,864	25,84	1,108	43,24	1,253	62,63	1,356	82,10	1,418	100,24	1,451	116,66	1,472	127,06	1,451	118,26	1,280
0,0045	2,78	0,279	12,16	0,925	27,64	1,185	46,24	1,340	66,99	1,450	87,80	1,517	107,20	1,552	124,76	1,574	135,88	1,551	126,48	1,369
0,0050	2,96	0,614	12,91	0,982	29,35	1,259	49,11	1,423	71,14	1,540	93,24	1,611	113,84	1,648	132,49	1,672	144,30	1,647	134,31	1,454
0,0055	3,12	0,649	13,63	1,037	30,99	1,329	51,85	1,502	75,11	1,626	98,45	1,701	120,20	1,740	139,89	1,765	152,36	1,739	141,82	1,535
0,0060	3,28	0,682	14,33	1,089	32,57	1,397	54,49	1,579	78,93	1,708	103,46	1,787	126,32	1,828	147,01	1,855	160,11	1,828	149,03	1,613
0,0065	3,43	0,714	15,00	1,140	34,09	1,462	57,03	1,652	82,62	1,788	108,29	1,871	132,22	1,914	153,87	1,942	167,59	1,913	155,99	1,688
0,0070	3,58	0,744	15,65	1,189	35,56	1,525	59,50	1,724	86,18	1,865	112,96	1,952	137,92	1,996	160,52	2,025	174,83	1,996	162,73	1,761
0,0080	3,87	0,803	16,88	1,284	38,37	1,646	64,20	1,860	93,00	2,013	121,90	2,106	148,84	2,154	173,22	2,186	188,66	2,154	175,60	1,900
0,0090	4,13	0,859	18,06	1,373	41,04	1,760	68,66	1,989	99,46	2,153	130,37	2,252	159,18	2,304	185,25	2,338	201,77	2,304	187,80	2,032
0,0100	4,39	0,912	19,17	1,458	43,58	1,869	72,92	2,112	105,62	2,286	138,45	2,392	169,04	2,447	196,73	2,482	214,26	2,446	199,43	2,158
0,0110	4,64	0,963	20,25	1,539	46,02	1,973	76,99	2,230	111,53	2,414	146,18	2,525	178,48	2,584	207,72	2,621	226,23	2,583	210,57	2,279
0,0120	4,87	1,012	21,28	1,618	48,36	2,074	80,91	2,344	117,20	2,537	153,62	2,654	187,56	2,715	218,28	2,754	237,74	2,714	221,29	2,395
0,0130	5,10	1,060	22,27	1,693	50,62	2,171	84,69	2,453	122,67	2,655	160,79	2,778	196,32	2,842	228,48	2,883	248,85	2,841	231,62	2,507
0,0140	5,32	1,105	23,23	1,766	52,80	2,264	88,34	2,559	127,97	2,770	167,73	2,898	204,80	2,964	238,34	3,008	259,59	2,964	241,62	2,615
0,0150	5,53	1,150	24,16	1,837	54,92	2,355	91,89	2,662	133,10	2,881	174,46	3,014	213,02	3,083	247,91	3,128	270,01	3,083	251,32	2,720
0,0160	5,74	1,193	25,07	1,906	56,98	2,444	95,33	2,762	138,10	2,989	181,00	3,127	221,00	3,199	257,20	3,246	280,13	3,198	260,74	2,822
0,0170	5,94	1,235	25,95	1,973	58,98	2,530	98,69	2,859	142,95	3,094	187,37	3,237	228,78	3,312	266,25	3,360	289,99	3,311	269,91	2,921
0,0180	6,14	1,276	26,81	2,038	60,94	2,613	101,96	2,954	147,69	3,197	193,58	3,344	236,36	3,421	275,07	3,471	299,59	3,420	278,86	3,018
0,0200	6,52	1,355	28,47	2,165	64,71	2,775	108,27	3,137	156,84	3,395	205,57	3,551	250,99	3,633	292,11	3,686	318,15	3,632	296,13	3,205
0,0300	8,21	1,707	35,88	2,728	81,55	3,497	136,44	3,953	197,64	4,278	259,05	4,475	316,29	4,578	368,10	4,645	400,92	4,577	373,17	4,039
0,0400	9,68	2,012	42,28	3,214	96,09	4,121	160,76	4,657	232,88	5,041	305,24	5,273	372,69	5,395	433,73	5,473	472,40	5,393	439,70	4,759

		DN/OD=500мм												условный проход d=427 мм											
h/d	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0					
Уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v			
0,0012	2,37	0,318	10,37	0,509	23,57	0,652	39,43	0,737	57,12	0,798	74,87	0,835	91,41	0,854	106,39	0,866	115,87	0,854	107,85	0,753					
0,0013	2,49	0,333	10,85	0,532	24,67	0,683	41,27	0,772	59,79	0,835	78,37	0,874	95,68	0,894	111,36	0,907	121,28	0,893	112,89	0,788					
0,0014	2,59	0,348	11,32	0,555	25,74	0,712	43,06	0,805	62,37	0,871	81,75	0,911	99,82	0,932	116,16	0,946	126,52	0,932	117,76	0,822					
0,0015	2,70	0,362	11,78	0,578	26,77	0,741	44,78	0,837	64,87	0,906	85,03	0,948	103,82	0,970	120,83	0,984	131,60	0,969	122,49	0,855					
0,0016	2,80	0,375	12,22	0,599	27,77	0,768	46,46	0,869	67,31	0,940	88,22	0,983	107,71	1,006	125,36	1,021	136,53	1,006	127,08	0,887					
0,0017	2,90	0,880	12,56	0,620	28,75	0,796	48,10	0,899	69,67	0,973	91,32	1,018	111,50	1,041	129,77	1,057	141,34	1,041	131,55	0,919					
0,0018	2,99	0,401	13,07	0,641	29,70	0,822	49,69	0,929	71,98	1,005	94,35	1,052	115,20	1,076	134,07	1,092	146,02	1,076	135,91	0,949					
0,0019	3,09	0,414	13,48	0,661	30,63	0,848	51,25	0,958	74,24	1,037	97,30	1,085	118,81	1,110	138,27	1,126	150,59	1,109	140,17	0,979					
0,0020	3,18	0,426	13,88	0,681	31,54	0,873	52,77	0,986	76,44	1,068	100,19	1,117	122,33	1,143	142,37	1,159	155,06	1,142	144,33	1,008					
0,0025	3,61	0,484	15,76	0,773	35,82	0,991	59,93	1,120	86,81	1,212	113,79	1,268	138,93	1,298	161,69	1,317	176,11	1,297	163,92	1,145					
0,0030	4,00	0,537	17,49	0,859	39,75	1,100	66,50	1,243	96,33	1,345	126,26	1,407	154,16	1,440	179,41	1,461	195,40	1,439	181,88	1,270					
0,0035	4,37	0,586	19,09	0,937	43,40	1,201	72,61	1,357	105,18	1,469	137,86	1,537	168,32	1,572	195,90	1,595	213,36	1,572	198,59	1,387					
0,0040	4,72	0,633	20,60	1,011	46,83	1,296	78,35	1,465	113,50	1,585	148,77	1,658	181,64	1,697	211,40	1,721	230,24	1,696	214,31	1,497					
0,0050	5,36	0,718	23,40	1,148	53,19	1,472	88,99	1,663	128,91	1,800	168,96	1,883	206,30	1,927	240,09	1,955	261,49	1,926	243,39	1,700					
0,0060	5,95	0,797	25,96	1,274	59,02	1,633	98,74	1,846	143,03	1,998	187,47	2,090	228,90	2,138	266,39	2,169	290,14	2,137	270,06	1,886					
0,0070	6,49	0,870	28,35	1,391	64,44	1,783	107,81	2,015	156,17	2,181	204,70	2,282	249,94	2,334	290,87	2,368	316,81	2,334	294,88	2,059					
0,0080	7,01	0,939	30,59	1,501	68,54	1,924	116,34	2,175	168,53	2,354	220,90	2,462	269,71	2,519	313,89	2,556	341,87	2,519	318,21	2,222					
0,0090	7,49	1,005	32,72	1,605	74,37	2,058	124,43	2,326	180,24	2,517	236,25	2,634	288,45	2,694	335,70	2,733	365,63	2,694	340,32	2,377					
0,0100	7,96	1,067	34,75	1,705	78,98	2,185	132,13	2,470	191,40	2,673	250,88	2,797	306,32	2,861	356,49	2,903	388,27	2,860	361,40	2,524					
0,0110	8,40	1,126	36,69	1,800	83,39	2,308	139,52	2,608	202,10	2,823	264,89	2,953	323,43	3,021	376,41	3,065	409,96	3,020	381,59	2,665					
0,0120	8,83	1,184	38,55	1,891	87,63	2,425	146,61	2,741	212,38	2,966	278,37	3,103	339,88	3,175	395,55	3,221	430,82	3,174	401,00	2,800					
0,0130	9,24	1,239	40,35	1,980	91,72	2,538	153,46	2,869	222,30	3,105	291,37	3,248	355,76	3,323	414,03	3,371	450,94	3,322	419,73	2,931					
0,0140	9,64	1,293	42,10	2,065	95,68	2,648	160,09	2,993	231,90	3,239	303,95	3,388	371,12	3,466	431,90	3,517	470,41	3,465	437,85	3,058					
0,0150	10,03	1,344	43,79	2,148	99,52	2,754	166,51	3,113	241,20	3,369	316,15	3,524	386,01	3,605	449,24	3,658	489,29	3,604	455,42	3,180					
0,0200	11,81	1,584	51,59	2,531	117,27	3,245	196,20	3,668	284,21	3,969	372,52	4,153	454,83	4,248	529,33	4,310	576,52	4,247	536,62	3,747					
0,0250	13,42	1,799	58,59	2,874	133,18	3,685	222,83	4,165	322,78	4,508	423,07	4,716	516,56	4,825	601,17	4,895	654,77	4,824	609,45	4,256					
0,0300	14,89	1,996	65,02	3,189	147,78	4,089	274,24	4,622	358,15	5,002	469,43	5,233	573,16	5,353	667,05	5,431	726,51	5,352	676,23	4,722					

h/d		DN/OD=630мм						условный проход d=535мм												
		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0
уклон	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,0010	3,95	0,337	17,23	0,539	39,17	0,690	65,53	0,780	94,93	0,845	124,42	0,894	151,92	0,904	176,80	0,917	192,56	0,904	179,24	0,797
0,0011	4,17	0,356	18,20	0,569	41,36	0,729	69,19	0,824	100,23	0,892	131,37	0,933	160,40	0,954	186,68	0,968	203,32	0,954	189,25	0,842
0,0012	4,38	0,374	19,12	0,598	43,46	0,766	72,21	0,866	105,33	0,937	138,06	0,980	168,57	1,003	196,18	1,018	213,66	1,003	198,88	0,885
0,0013	4,58	0,391	20,01	0,625	45,49	0,802	76,11	0,906	110,25	0,981	144,51	1,026	176,44	1,050	205,34	1,065	223,64	1,050	208,17	0,926
0,0014	4,78	0,408	20,88	0,652	47,45	0,836	79,40	0,945	115,01	1,023	150,75	1,070	184,06	1,095	214,20	1,111	233,30	1,095	217,15	0,966
0,0015	4,97	0,425	21,72	0,679	49,36	0,870	82,58	0,983	119,62	1,064	156,79	1,113	191,44	1,139	222,80	1,156	242,66	1,139	225,87	1,005
0,0016	5,16	0,441	22,53	0,704	51,21	0,903	85,68	1,020	124,11	1,104	162,67	1,155	198,62	1,182	231,15	1,199	251,76	1,181	234,33	1,042
0,0017	5,34	0,456	23,32	0,729	53,01	0,934	88,69	1,056	128,48	1,143	168,40	1,196	205,61	1,223	239,29	1,241	260,62	1,233	242,58	1,079
0,0018	5,52	0,471	24,10	0,753	54,77	0,965	91,63	1,091	132,73	1,181	173,98	1,235	212,42	1,264	247,21	1,282	269,25	1,264	250,62	1,115
0,0019	5,69	0,485	24,85	0,777	56,48	0,996	94,50	1,125	136,89	1,218	179,98	1,274	219,07	1,303	254,96	1,322	277,68	1,303	258,46	1,150
0,0020	5,86	0,500	25,59	0,800	58,16	1,025	97,31	1,159	140,95	1,254	184,75	1,312	225,58	1,342	262,52	1,362	285,93	1,342	266,14	1,184
0,0025	6,65	0,568	29,06	0,908	66,05	1,164	110,51	1,316	160,08	1,424	209,82	1,490	256,19	1,524	298,15	1,546	324,73	1,524	302,26	1,345
0,0030	7,38	0,631	32,24	1,008	73,29	1,292	122,62	1,460	177,62	1,580	232,82	1,653	284,26	1,691	330,82	1,716	360,32	1,691	335,38	1,492
0,0040	8,70	0,743	37,99	1,187	86,36	1,522	144,48	1,720	20,29	1,862	274,33	1,948	334,94	1,993	389,81	2,022	424,56	1,992	395,17	1,758
0,0050	9,88	0,844	43,15	1,348	98,08	1,729	164,09	1,954	237,70	2,115	311,56	2,212	380,40	2,263	442,71	2,296	482,18	2,263	448,80	1,996
0,0060	10,96	0,936	47,88	1,496	108,2	1,918	182,07	2,168	263,74	2,346	345,70	2,455	422,08	2,511	491,22	2,548	535,01	2,511	497,98	2,215
0,0070	11,97	1,002	52,28	1,634	118,83	2,095	198,80	2,367	287,98	2,562	377,46	2,680	460,87	2,742	536,36	2,782	584,18	2,741	543,74	2,419
0,0080	12,92	1,103	56,41	1,763	128,23	2,260	214,54	2,555	310,77	2,765	407,33	2,893	497,34	2,959	578,80	3,002	630,40	2,958	586,77	2,610
0,0090	13,81	1,180	60,33	1,885	137,14	2,417	229,44	2,732	335,36	2,957	435,63	3,093	531,90	3,165	619,02	3,211	674,20	3,164	627,54	2,792
0,0100	14,67	1,253	64,07	2,002	145,63	2,567	243,65	2,901	352,94	3,140	462,61	3,285	564,84	3,361	657,36	3,409	715,96	3,360	666,40	2,964
0,0110	15,49	1,323	67,65	2,114	153,77	2,710	257,26	3,063	372,66	3,315	488,45	3,469	596,39	3,548	694,08	3,600	755,95	3,547	703,63	3,130
0,0120	16,28	1,390	71,09	2,222	161,59	2,848	270,35	3,219	391,62	3,484	513,30	3,465	626,73	3,729	729,39	3,783	794,41	3,728	739,43	3,289
0,0130	17,04	1,455	74,41	2,325	169,14	2,981	282,98	3,370	409,91	3,647	537,28	3,815	656,00	3,903	763,46	3,960	831,52	3,902	773,96	3,443
0,0140	17,77	1,518	77,62	2,426	176,44	3,110	295,19	3,515	427,61	3,804	560,47	3,980	684,32	4,072	796,41	4,131	867,41	4,071	807,39	3,952
0,0150	18,49	1,579	80,74	2,523	183,52	3,235	307,04	3,656	444,77	3,957	582,97	4,140	711,79	4,235	828,38	4,297	902,22	4,234	839,78	3,736
0,0200	21,78	1,861	95,14	2,973	216,24	3,812	361,78	4,308	524,07	4,662	686,91	4,878	838,69	4,990	976,07	5,063	1063,00	4,989	989,51	4,402
0,0250	24,74	2,113	108,05	3,376	245,58	4,329	410,88	4,893	595,19	5,295	780,13	5,540	952,52	5,667	1108,50	5,750	1207,00	5,666	1123,80	4,999

h/d	DN(OD)=800мм												условный проход d=687мм											
	0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8		0,9		1,0					
	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v				
0,0008	6,85	0,355	29,90	0,567	67,97	0,727	113,71	0,821	164,72	0,889	215,91	0,930	263,61	0,951	306,79	0,965	334,14	0,951	311,02	0,951	311,02	0,839		
0,0009	7,32	0,379	31,98	0,606	72,69	0,777	121,62	0,787	176,17	0,950	230,91	0,944	281,93	1,017	328,11	1,032	357,36	1,017	332,63	1,017	332,63	0,897		
0,0010	7,78	0,403	33,96	0,644	77,19	0,825	129,15	0,993	187,08	1,009	245,21	1,056	299,39	1,080	348,43	1,096	379,49	1,080	353,23	1,080	353,23	0,953		
0,0011	8,21	0,426	35,86	0,680	81,50	0,871	136,36	0,985	197,53	1,066	258,90	1,115	316,11	1,141	367,89	1,157	400,69	1,140	372,96	1,140	372,96	1,006		
0,0012	8,63	0,447	37,68	0,714	85,65	0,916	143,30	1,035	207,58	1,120	272,08	1,172	332,20	1,199	386,61	1,216	421,08	1,198	391,93	1,198	391,93	1,057		
0,0013	9,03	0,468	39,44	0,747	89,65	0,958	149,99	1,083	217,27	1,172	284,78	1,226	347,71	1,255	404,67	1,273	440,74	1,254	410,24	1,254	410,24	1,107		
0,0014	9,42	0,488	41,44	0,780	93,52	1,000	156,47	1,130	226,65	1,223	297,08	1,279	362,72	1,309	422,14	1,328	459,77	1,308	427,95	1,308	427,95	1,154		
0,0015	9,80	0,508	42,80	0,811	97,27	1,040	162,75	1,175	235,75	1,272	309,00	1,331	377,28	1,361	439,08	1,381	478,22	1,361	445,12	1,361	445,12	1,201		
0,0016	10,17	0,527	44,40	0,841	100,92	1,079	168,85	1,219	244,59	1,320	320,59	1,381	391,43	1,412	455,54	1,433	496,15	1,412	461,81	1,412	461,81	1,246		
0,0017	10,52	0,545	45,96	0,871	104,47	1,117	174,49	1,262	253,19	1,366	331,86	1,429	391,43	1,462	471,57	1,483	513,61	1,462	478,06	1,462	478,06	1,290		
0,0018	10,87	0,563	47,49	0,900	107,93	1,154	180,58	1,304	261,58	1,411	342,86	1,477	405,20	1,511	487,19	1,532	530,63	1,510	493,90	1,510	493,90	1,332		
0,0019	11,21	0,581	48,97	0,928	111,31	1,190	186,23	1,345	269,77	1,456	353,60	1,523	418,62	1,558	502,45	1,580	547,24	1,557	509,37	1,557	509,37	1,374		
0,0020	11,55	0,598	50,43	0,956	114,62	1,225	191,76	1,385	277,78	1,499	364,09	1,568	431,73	1,604	517,36	1,627	563,49	1,604	524,49	1,604	524,49	1,415		
0,0025	13,11	0,679	57,27	1,085	130,17	1,392	217,79	1,573	315,48	1,702	413,51	1,781	444,55	1,822	587,58	1,848	639,96	1,821	596,67	1,821	596,67	1,607		
0,0030	14,55	0,754	63,55	1,204	144,44	1,544	241,65	1,745	350,05	1,889	458,82	1,976	504,88	2,021	651,96	2,051	710,09	2,021	660,94	2,021	660,94	1,783		
0,0035	15,89	0,823	69,38	1,315	157,71	1,686	263,86	1,905	382,22	2,062	500,98	2,157	560,20	2,207	711,88	2,239	775,34	2,207	721,67	2,207	721,67	1,947		
0,0040	17,14	0,888	74,88	1,419	170,19	1,819	284,74	2,056	412,46	2,225	540,62	2,328	611,68	2,382	768,21	2,416	836,69	2,381	778,78	2,381	778,78	2,101		
0,0050	19,47	1,009	85,04	1,612	193,28	2,066	323,38	2,335	468,44	2,527	613,99	2,644	660,09	2,705	872,46	2,744	950,24	2,704	844,47	2,704	844,47	2,386		
0,0060	21,60	1,119	94,36	1,788	214,46	2,293	358,82	2,591	519,77	2,804	681,27	2,934	749,67	3,001	968,07	3,045	1054,30	3,001	981,39	3,001	981,39	2,648		
0,0070	23,59	1,222	103,03	1,953	234,17	2,503	391,79	2,829	567,53	3,062	743,88	3,203	831,82	3,277	1057,00	3,325	1151,20	3,276	1071,50	3,276	1071,50	2,891		
0,0080	25,46	1,319	111,18	2,107	252,70	2,701	422,79	3,053	612,44	3,304	802,74	3,457	908,26	3,537	1140,60	3,588	1242,30	3,536	1156,30	3,536	1156,30	3,120		
0,0090	27,22	1,410	118,90	2,253	270,26	2,889	452,17	3,265	654,99	3,534	858,52	3,697	980,13	3,782	1219,90	3,837	1328,60	3,781	1236,70	3,781	1236,70	3,336		
0,0100	28,91	1,498	126,27	2,393	287,00	3,068	480,17	3,468	695,56	3,753	911,68	3,926	1048,20	4,017	1295,40	4,075	1410,90	4,015	1313,30	4,015	1313,30	3,543		
0,0110	30,53	1,581	133,32	2,527	303,03	3,239	506,99	3,661	734,41	3,962	962,61	4,145	1113,10	4,241	1367,80	4,302	1489,70	4,240	1386,60	4,240	1386,60	3,741		
0,0120	32,08	1,662	140,10	2,655	318,45	3,404	532,79	3,848	771,78	4,164	1011,50	4,356	1175,30	4,457	1437,40	4,521	1565,50	4,455	1457,20	4,455	1457,20	3,931		
0,0130	33,58	1,739	146,65	2,779	333,32	3,563	557,67	4,027	807,82	4,359	1058,80	4,560	1235,30	4,665	1504,50	4,733	1638,70	4,664	1525,20	4,664	1525,20	4,115		
0,0140	35,03	1,815	152,98	2,899	347,71	3,717	581,75	4,201	842,70	4,547	1104,50	4,757	1292,80	4,866	1569,50	4,937	1709,40	4,865	1591,10	4,865	1591,10	4,292		
0,0150	36,43	1,887	159,12	3,016	361,66	3,866	605,09	4,370	876,52	4,729	1148,80	4,948	1402,70	5,061	1632,50	5,135	1778,00	5,060	1654,90	5,060	1654,90	4,465		

**Приложение Б. Технические и эксплуатационные свойства труб из полиэтилена***1. Гибкость и кольцевая жесткость*

В практике проектирования инженерных сетей принято учитывать различие в жесткости и гибкости труб. Жесткими считаются трубы, которые не выдерживают горизонтальной или вертикальной деформации без повреждений. К жестким трубам причисляются те, повреждение которых вызывает деформация, равная 0,1%, а к полужестким - выдерживающие деформацию в пределах 3%. К жестким трубам относятся трубы из бетона, асбестоцемента, серого чугуна и керамики, в то время как гибкие трубы, как правило, изготавливаются из пластмассы. В гибких трубах, внешняя нагрузка, вызывающая деформацию более 3%, не приводит к повреждению трубы. Кратковременная и долговременная деформация может достигать высоких значений, но при этом не приводит к разрушению трубы.

Трубы предизолированные гофрированные безнапорные являются полужесткими и благодаря своей гибкости способны без разрушения целостности слоев и без нарушения герметичности соединений работать при поперечных деформациях (овализации) до 5%.

Показатель кольцевой жесткости или стойкость к овализации является одним из основных параметров классификации гибких труб. Этот параметр зависит от геометрических размеров трубы и модуля упругости материала. Трубы предизолированные гофрированные безнапорные обладают высокой гибкостью, обеспечивающей запас деформативности при воздействии поперечных и осевых нагрузок. Эти показатели очень важны при прокладке труб в особых условиях, в том числе и в сейсмоактивных зонах. При этом многослойные конструкции трубы имеют более высокие показатели начальной кольцевой жесткости (в 5 и более раз) по сравнению с исходной трубой гофрированной не изолированной трубой.

*2. Химическая и электрохимическая стойкость*

Полиэтилен имеет высокую стойкость к агрессивному воздействию химических веществ. Полиэтилен стоек к большинству химических реагентов, в том числе при повышенной температуре транспортируемой среды, в отличие от традиционных материалов, которые под воздействием агрессивных сред поражаются коррозией. Трубы гофрированные, выпускаемые по ГОСТ Р 54475-2011, обладают также низкой паро- и газопроницаемостью.

Помимо вышеперечисленного, полиэтиленовые трубы устойчивы к действию сильных щелочей, сильных и слабых минеральных кислот, растворов солей, алифатических углеводородов и минеральных масел. Благодаря высоким диэлектрическим свойствам полиэтилен не подвержен электрохимической коррозии.

Химическая стойкость зависит от вида химических препаратов, их сочетания, концентрации, температуры и продолжительности воздействия. Информацию по этому вопросу можно найти в документе ISO/TR 10358, а также в СН 550-82.

Ниже в таблице Б.1 приведена таблица химической стойкости.

Химическое вещество или продукт	Концентрация	t, °С	П Н Д
Адипиновая кислота	насыщенный раствор	20	-
		60	С
Азотная кислота	50-98%	20	С
		40	С
		60	С
Аллиловый спирт	96	20	-
		60	-
Альдегид муравьиной кислоты	40%	20	-
		60	-
		20	-
Альдегид уксусной кислоты	10%	60	-
		20	-
Альдегид уксусной кислоты	40%	60	-
		20	-
Амилацетат	100%	20	-
		60	-
		20	-
Аммиак	10% водный раствор	40	С
		60	С
		20	-
Аммиак	100% жидкость	40	-
		60	-
		20	С
Аммиак	100% сухой газ	40	С
		20	С

Химическое вещество или продукт	Концентрация	t, °С	П Н Д
Диметиламин	19%	20	С
Диметилформамид	19%	20	С
		40	С
Диоксан	19%	60	О
		20	С
Дихлорметан	100%	40	С
		60	С
Дихлорэтан	100%	20	-
		60	-
Дихромат калия	40%	20	Н
		60	С
Дрожжи	до 10%	20	С
		60	-
Дымящая серная кислота	10%	20	-
		60	-
Дубильная кислота	10%	20	С
		40	С
Жавелевая вода	больше 30%	60	С
		20	-
Жавелевая вода	насыщенный раствор	60	-
		20	-

Химическое вещество или продукт	Концентрация	t, °С	П Н Д
Пиридин	до 100%	20	-
		60	-
Пропан	технический газ	20	С
		60	-
Сахар	насыщенный раствор	20	-
		60	-
Серная кислота	до 10%	20	-
		60	-
Серная кислота	40-90%	20	С
		60	С
		60	С
Серная кислота	96%	20	Н
		60	О
Сероводород	100% газ	20	С
		40	С
		60	О
Сероуглерод	100%	20	О
		60	-
Серы двуокись	100%	20	С
		40	С
		60	С
Синильная кислота	технический раствор	20	С
		40	С

Аммиак	100% сухой газ	60	С
Аммония карбонат	50%	40	С
		60	С
Аммония нитрат	водный раствор	40	С
	насыщенный раствор	60	О
Аммония сульфат	насыщенный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Аммония сульфид	насыщенный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Аммония фосфат	водный раствор	40	С
		60	С
		40	С
Аммония хлорид	насыщенный раствор	40	С
	водный раствор	60	С
Анилин	сухой газ	20	-
		60	-
Анилин	100%	20	Н

Желатин	водный раствор	40	С
		60	С
		20	С
Изопропанол	100%	40	С
		60	С
Изопропиловый эфир	100%	20	О
		60	Н
Йод	6,50%	20	С
		20	-
Калия аллюмосульфат	50% водный раствор	20	С
		40	С
		60	С
Калия бихромат	насыщенный раствор	20	С
	водный раствор	40	С
Калия йодид	насыщенный раствор	60	С
		20	С
		40	С
		60	С

Синильная кислота	технический раствор	60	С
Соляная кислота	20%	20	-
		60	-
Соляная кислота	больше 30%	20	С
		40	С
		60	С
Сульфат аммония	насыщенный раствор	20	-
	насыщенный раствор	60	-
Сульфат магния	насыщенный раствор	20	-
	насыщенный раствор	60	-
Сульфат меди	насыщенный раствор	20	-
	насыщенный раствор	60	-
Сульфат натрия	насыщенный раствор	20	-
	насыщенный раствор	60	-
Сульфат никеля	насыщенный раствор	20	-
	насыщенный раствор	60	-
Сурьмы хлорид	насыщенный водный раствор 90%	20	-
		60	-
		20	С
		40	С

	60	Н
Анилин	насыщенный раствор	20
		60
Антрахино-сульфокислога	10%	20
		60
Ацетальдегид	100% технический раствор	20
		40
Ацетат свинца	до 10%	60
		60
Ацетат свинца	насыщенный раствор	20
		60
Ацетон	100%	20
		60
Бария соли	водный раствор	60
		60
Бензальдегид	0,10%	20
		60
Бензин	80-20%	20
		60

Калия карбонат	насыщенный раствор	40	С
	водный раствор	60	С
Калия нитрат	50% водный раствор	40	С
	насыщенный раствор	60	С
Калия перманганат	насыщенный раствор	20	С
	водный раствор	40	С
Калия перхлорат	насыщенный раствор	60	О
	водный раствор	40	С
Калия персульфат	насыщенный раствор	20	С
	водный раствор	40	С
Калия сульфат	насыщенный раствор	60	С
	водный раствор	40	С
Калия цианид	насыщенный раствор	40	С
	насыщенный раствор	60	-
Калия гипохлорид	насыщенный раствор	20	С

Тетрахлорметан	100%	60	С
		20	О
Тетраэтилсвинец	100%	60	-
		20	-
Толуол	100%	20	О
		60	Н
Треххлористый фосфор	100%	20	-
		60	-
Трихлорэтилен	100%	20	С
		60	-
Уксус	до 80%	20	-
		60	-
Уксусная кислота	25%	20	С
		60	С
Уксусная кислота	60%	20	С
		60	-
Уксусная кислота	лед	20	-
		60	-



Бензойная кислота	насыщенный раствор	20	С
		40	С
Бензол	100%	60	С
		20	-
Бензолат натрия	35%	60	-
		20	-
Борная кислота	35%	60	-
		20	-
Бром	водный раствор 100%	20	Н
		60	Н
Бромистая кислота	10%	20	-
		20	С
Бромисто-водородная кислота	10%	40	С
		60	С
Бура	насыщенный раствор	20	-
		60	-
Бутан	100% газ	20	С
		60	С
Бутадиен	100% газ	20	С
		60	-
Бутилацетат	100%	20	С
		60	О

Камфора	водный раствор	40	С
		60	С
Кислород	водный раствор	20	С
		40	С
Крезол	насыщенный раствор	20	-
		60	-
Кремневая кислота	водный раствор	60	С
		20	С
Кремнефтористоводородная кислота	32%	40	С
		60	С
Кремнефтористоводородная кислота	40%	20	-
		60	-
Крогоновый альдегид	100%	20	-
		60	-
Ксилол	100%	20	-
		60	-
Лимонная кислота	насыщенный раствор	20	С
		40	С
Магния соли	водный раствор	60	С
		40	С

Уксусный ангидрид	100%	20	С
		40	О
Фенилгидразин	100%	20	-
		60	-
Фенол	90%	20	С
		40	С
Фосфороводород	100%	60	О
		20	-
Формальдегид	водный раствор 40%	60	-
		20	-
Фосфорная кислота	водный раствор 30%	20	С
		40	С
Фотографический проявитель	технический раствор насыщенный раствор	60	С
		20	-
Фторид аммония	2%	60	-
		20	-
Фтористоводородная кислота	40%	20	С
		40	С
Фтористоводородная кислота	60%	20	О
		20	-

Бутиловый спирт	100%	60	-
Бутифенол	100%	20	-
		60	-
Винацетат	100%	20	С
		60	-
Винная кислота	до 10%	20	С
		40	С
Вино любое	торговой концентрации	60	С
		20	С
Вискозно-пряильный раствор		40	С
		60	С
Вода морская		20	С
		40	С
Водород	100%	60	С
		60	С
Воздух сжатый, содержащий масло	100%	20	С
		40	С
Гексан	100% технический раствор	20	С
		40	-
Гексадеканол	100%	60	О
		20	-

Мазут	водный раствор	20	О
Малеиновая кислота	насыщенный раствор	20	С
		40	С
Масла и жиры	насыщенный раствор	60	С
		20	С
Ментол	насыщенный раствор	60	О
		20	С
Метан	технический раствор	20	С
		60	О
Меласса	технический раствор	20	-
		60	-
Метилметакрилат	100%	20	-
		60	-
Метилбензойная кислота	насыщенный раствор	20	-
		60	-
Метилловый спирт	100%	20	-
		60	-
Молоко	100%	20	С
		40	С
Молочная кислота	10-90%	60	С
		20	С
		40	С

Хлороформ	технический раствор	20	Н
Хлорсульфоновая кислота	100%	20	Н
		60	Н
Хромовая кислота	1-50%	20	О
		40	Н
Циклогексанол	100%	20	С
		40	О
Шавелевая кислота	100%	60	О
		20	С
Этилацетат	100%	40	С
		60	О
Этиленгликоль	технический раствор	20	С
		40	С
Этилендиамин	технический раствор	60	С
		20	С
Этиловый спирт	96%	40	С
		60	С
Этиловый эфир	100%	20	С

сациано-ферроат натрия	насыщенный раствор	60	-
Гидроксид калия	насыщенный раствор	20	-
Гидроксид натрия	до 10%	60	-
Гидросульфид натрия	до 10%	20	-
Гидрохлорид анилина	насыщенный раствор	60	-
Гликолевая кислота	100%	20	С
Глюкоза	водный раствор	40	С
Двуокись серы	газ 100%	60	С
Двуокись серы	сухая 100%	20	-
Декалин	насыщенный раствор	60	-
Дибутилфталат	насыщенный раствор	20	С
		40	О

		60	С
Мочевина	водный раствор 30%	40	С
Муравьиная кислота	водный раствор 50%	60	С
Мыло	до 10%	20	С
Мышьяковая кислота	до 10%	60	-
Нитрат аммония	насыщенный раствор	40	С
Нитрат калия	насыщенный раствор	60	С
Нитрат серебра	насыщенный раствор	20	-
Озон	100%	60	-
Олеиновая кислота	100%	20	С
Ортофосфорная кислота	30%	40	С
Перекись водорода	30%	60	О
		20	-
		60	-
		20	-
		40	С
		60	О

		60	O
Дигликолевая кислота	насыщенный раствор	20	C
		40	C
Диметил-формамид	насыщенный раствор	60	C
		20	C
		40	C
Диэтиловый спирт	насыщенный раствор	60	O
		20	O

Пикриновая кислота	100%	20	C
		60	O
Фруктовые соки		20	C
		40	C
Хлор	водный раствор	60	C
		20	H
		60	H
Хлор	100% газ	20	H
		60	H

C-сток в данной среде, при t0C (не происходит химического разрушения полимера).

O- относительно стоек в данной среде, при данной t°C (происходит частичная потеря несущей способности полимера)

H-не стоек в данной среде, при данной t°C (применение труб недопустимо)

-- не испытан

### 3. Стойкость трубы к внутреннему давлению

Трубы для канализации считаются безнапорными, но в то же время для них предусмотрены испытания на герметичность стыков при давлении до 0,5 атмосфер в течение 20 минут. Несмотря на то, что система подачи жидкости самотёком физически не допускает значений давления, превышающих 5-6 метров водяного столба, всегда необходимо брать в расчет возможные исключительные случаи. В случае возникновения такой аварийной ситуации труба гофрированная. Выпускаемая по ГОСТ Р 54475-2011 способна воспринять гидростатическое давление 0,5 атмосфер, без нарушения герметичности всей системы. Для недопущения увлажнения теплоизоляции труб предизолированных гофрированных безнапорных с кабель-каналом и без кабель-канала на стыках по желанию заказчика могут быть поставлены с двумя торцевыми заглушками теплоизоляции (ТЗИ).

### 4. Стойкость к гидроабразивному износу

Во время эксплуатации трубопроводы подвергаются интенсивному изнашиванию твердыми абразивными частицами, содержащимися в воде и других средах, транспортируемых по трубам. Поэтому вопрос износостойкости труб является важным и требует ясного понимания и четкой оценки.

В оценке износостойкости выделяют три вида износа:

- абразивный;
- усталостный (по гладкой стали или сетки);
- гидроабразивный.

В канализационных системах, пульпопроводах и шламопроводах абразивное истирание происходит, в основном, в нижнем сегменте трубы и на поворотах. Абразивное истирание возникает вследствие трения, пережатки или срезания перемещающимися абразивными частицами материала трубы. Наблюдаемый износ в полиэтиленовых трубах составляет малую часть износа, имеющего место на поворотах в стальных трубах.

Основной методикой по оценке гидроабразивного износа труб предлагает схему испытательного стенда, в котором отрезки труб длиной 1000 мм были заполнены водной суспензией с абразивными частицами, качаясь с определенной частотой, вызывают износ при движении частиц вдоль стенки. Данными испытаниями выявлено, что после 130000 циклов с перемещением 390 тонн песка, что можно считать эквивалентным транспортированию песка в обычной канализационной трубе в течение примерно 195 лет, фактический износ стенки полиэтиленовых труб составил 0,1 мм. Таким образом, подтверждено, что износом действительно можно пренебречь даже для труб с относительно малой толщиной стенок. В худшем положении, при такой методике оказались трубы из керамики, асбоцемента и стеклопластика. Износ стенок труб из этих материалов оказался на порядок выше (рисунок Б.1).

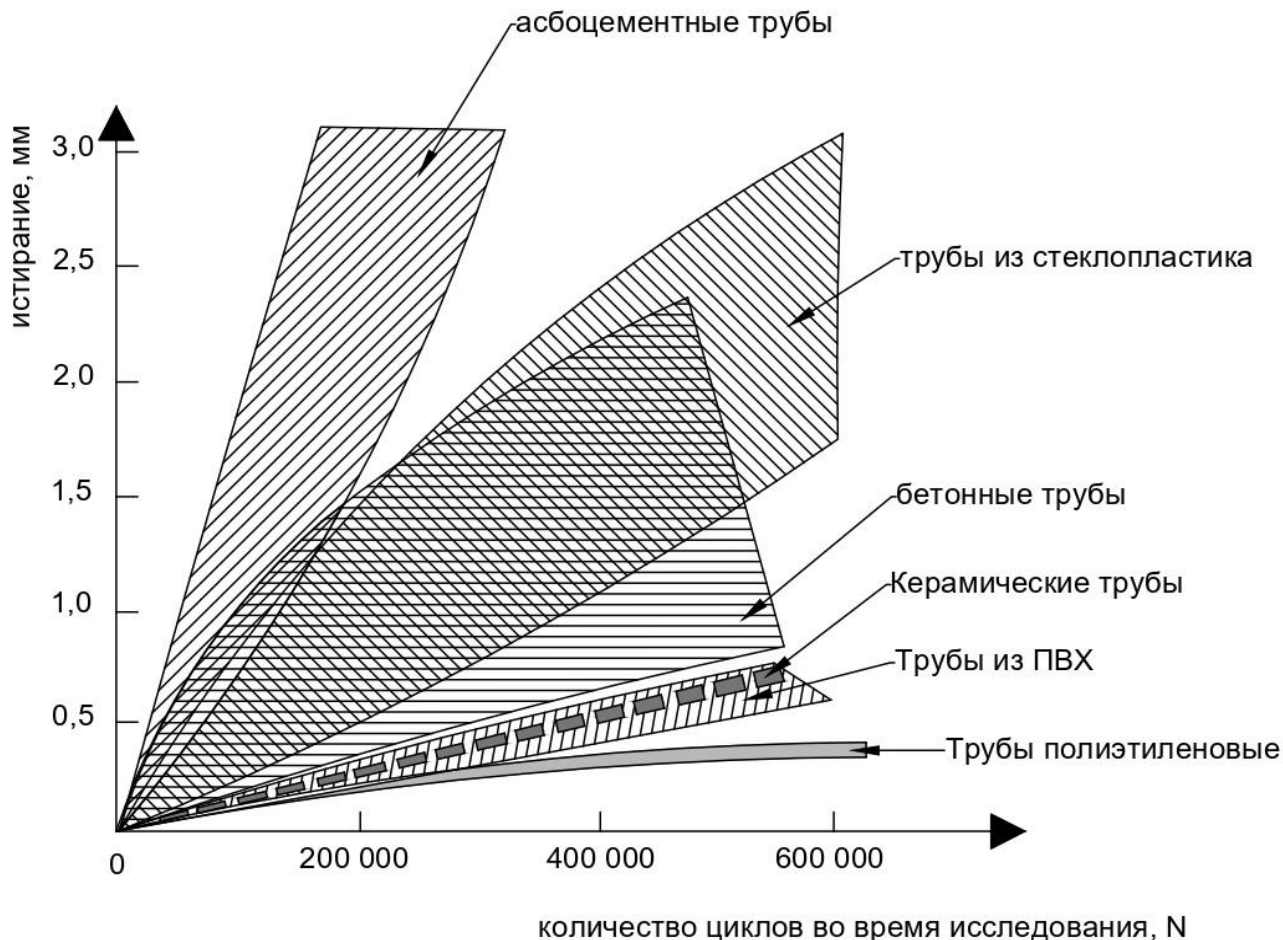


Рисунок Б.1. График истираемости материалов.

### 5. Устойчивость к воздействию солнечной радиации

Влияние ультрафиолета негативно влияет на процесс старения большинства пластмассовых труб. Так, например, воздействие солнечного света может вызвать изменение цвета или ухудшить их динамическую прочность.

Для защиты полиэтиленовых труб от разрушающего действия ультрафиолетового облучения в них добавляют пигменты или ультрафиолетовые стабилизаторы, в качестве стабилизатора используют как правило сажу в соотношении – 2% к общему объему сырья. Трубы из полиэтилена выдерживают без всяких изменений качества один год складирования на открытой площадке. Тем не менее, пластмассовые трубы должны размещаться так, чтобы длительно не подвергаться облучению прямыми солнечными лучами.

### 6. Технические характеристики труб гофрированных безнапорных, выполненных по ГОСТ Р 54475-2011

Таблица Б.2

Номинальный размер трубопровода /внутренний диаметр, de/di	Средний наружный диаметр, dem		Внутренний диаметр di*	Высота гофра, ec		Толщина стенки гофра e3, не менее для кратковременной кольцевой жесткости (SN8)	Толщина внутреннего слоя e5 (SN8), не менее	Толщина стенки e4, не менее	Шаг гофра, t	Ширина выступа гофра, l
	Ном. Наружный диаметр, dn	Предельное отклонение		Номинальная	Предельное отклонение					
110/91	110	±0,6	91	8,7	±0,8	0,5	0,8	1,0	12,6	8,6
160/139	160	±0,8	139	10,0	±1,0	0,7	0,8	1,0	12,6	9
200/176	200	±1,0	176	13,0	±1,0	0,7	1,1	1,4	16,5	12
250/216	250	±1,2	216	15,0	±1,5	0,8	1,4	1,7	37	23
315/271	315	±1,4	271	21,0	±1,5	1,2	1,6	1,9	42	27
400/343	400	±1,8	343	26,0	±1,5	1,5	2,0	2,3	49	30
500/427	500	±2,0	427	33,0	±1,5	1,6	2,8	2,8	58	38
630/535	630	±2,4	535	45,0	±2,0	1,6	3,3	3,3	75	47