

# Общество с ограниченной ответственностью «БиоПласт»



в будущее!

**HELYX**<sup>®</sup>

инженерные системы, трубы  
и резервуары из композитов

helyx.ru

+7 495 228 03 85

## СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ СТО 80843267-003-2017

### ТРУБЫ ВОДОПРОПУСКНЫЕ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ПОД НАСЫПЯМИ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Требования и область применения  
Технические условия

Москва

2017

# Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации – ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

## Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «БиоПласт».

Генеральный директор  
ООО «БиоПласт» \_\_\_\_\_

С.Н. Абраменко

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Обществом с ограниченной ответственностью «БиоПласт», приказом от 27 февраля 2017 года.

3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4. СОГЛАСОВАН:

Генеральный директор \_\_\_\_\_

МП

*Информация об изменениях к настоящему стандарту ежегодно размещается на официальном сайте ООО «БиоПласт» [www.helyx.ru](http://www.helyx.ru) в сети интернет, а текст изменений и поправок ежемесячно. В случае пересмотра (замены или отмены) настоящего стандарта, уведомление будет размещено на вышеуказанном сайте.*

*Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован, распространен и использован другими организациями в своих интересах без согласования с ООО «БиоПласт».*

ООО «БиоПласт» 2017г.

## Содержание

|   |           |
|---|-----------|
| 1 Область применения.....   | 1         |
| 2 Нормативные ссылки .....  | 1         |
| 3 Термины и определения.....  | 3         |
| 4 Условные обозначения и описание изделия .....   | 4         |
| 5 Технические требования.....   | 4         |
| 6 Конструктивно – технологические требования, предъявляемые к звеньям ПКТ.....  | 14        |
| 7 Требования безопасности и охраны окружающей среды.....  | 17        |
| 8 Правила приемки .....   | 19        |
| 9 Методы контроля .....   | 21        |
| 10 Транспортирование и хранение.....  | <u>22</u> |
| 11 Гарантии изготовителя.....   | 23        |
| Приложение А (обязательное) Определение и расчет значений<br>кольцевой жёсткости труб.....  | 24        |
| Приложение Б (рекомендуемое) Выбор основных параметров и основные<br>требования к проектированию водопропускных сооружений ПКТ..... | 25        |
| Приложение В (обязательное) Расчёт характеристик материала ПКТ.....   | 29        |
| Приложение Г(обязательное) Геометрические размеры звеньев ПКТ.....  | 31        |
| Приложение Д (обязательное) Требования к качеству поверхности труб.....   | 35        |
| Приложение Е (обязательное) Паспорт качества.....   | 37        |
| Библиография .....  | 38        |

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ****ТРУБЫ ВОДОПРОПУСКНЫЕ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ПОД НАСЫПЯМИ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.**

Требования и область применения.

Технические условия.

Дата введения 2017г

**1 Область применения**

Настоящий стандарт организации распространяется на полимеркомпозитные трубы (далее ПКТ), изготавливаемые в соответствии с требованиями настоящего СТО для применения в качестве водопропускных труб под насыпями автомобильных дорог и железных дорог.

ПКТ могут быть применены для строительства и ремонта водопропускных труб в условиях умеренного и холодного климата при температурах воздуха от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

|                   |  |
|-------------------|--|
| ГОСТ 32871-2014   | <b>Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. Технические требования</b>  |
| ГОСТ 2.601-2006   | ЕСКД. Эксплуатационные документы   |
| ГОСТ 9.708-83     | Единая система защиты от коррозии и старения. Пластмассы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов |
| ГОСТ 12.1.004-91  | Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования   |
| ГОСТ 12.1.007-76  | ССБТ. Вредные вещества. Классификация и требования безопасности  |
| ГОСТ 12.1.044-89  | ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения   |
| ГОСТ 12.2.003-91  | Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности  |
| ГОСТ 12.3.002-75  | Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности  |
| ГОСТ 12.3.005-75  | ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности   |
| ГОСТ 12.3.009-76  | Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности   |
| ГОСТ 12.3.020-80  | ССБТ Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности  |
| ГОСТ 12.4.011-89  | ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация   |
| ГОСТ 12.4.068-79* | ССБТ. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования   |
| ГОСТ 17.1.3.13-86 | Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.  |
| ГОСТ 17.2.3.01-86 | Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов  |
| ГОСТ 17.4.3.04-85 | Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения   |
| ГОСТ 25.602-80    | Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов).                              |

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | Метод испытания на сжатие при нормальной, повышенной и пониженной температурах   |
| ГОСТ 166-89          | Штангенциркули. Технические условия  |
| ГОСТ 427-75          | Линейки измерительные металлические. Технические условия   |
| ГОСТ 4648-71         | Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб   |
| ГОСТ 4650-80         | Пластмассы. Метод определения водопоглощения   |
| ГОСТ 4651-82         | Пластмассы. Метод испытания на сжатие  |
| ГОСТ 6507-90         | Микрометры. Технические условия  |
| ГОСТ 7502-98         | Рулетки измерительные металлические. Технические условия   |
| ГОСТ 8829-94         | Изделия строительные железобетонные и бетонные Заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости |
| ГОСТ 9550-81         | Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе  |
| ГОСТ 11012-69        | Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ  |
| ГОСТ 10354-82        | Пленка полиэтиленовая. Технические условия   |
| ГОСТ 11262-80        | Пластмассы. Метод испытания на растяжение  |
| ГОСТ 11358-89        | Толщиномеры и стенкомеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия   |
| ГОСТ 12248-2010      | Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости   |
| ГОСТ 13015-2003      | Изделия железобетонные и бетонные для строительства. технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортир-я и хранения                           |
| ГОСТ 14192-96        | Маркировка грузов  |
| ГОСТ 15139-69        | Пластмассы. Методы определения плотности (объёмной массы)  |
| ГОСТ 15150-69        | Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов.  |
| ГОСТ 15173-70        | Пластмассы. Метод определения среднего коэффициента линейного теплового расширения   |
| ГОСТ 21650-76        | Средства скрепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах. Общие требования  |
| ГОСТ 23630.2-79      | Пластмассы. Метод определения теплопроводности   |
| ГОСТ 24157-80        | Трубы из пластмасс. Метод определения стойкости при постоянном внутреннем давлении.  |
| ГОСТ 24297-87        | Входной контроль продукции. Основные положения   |
| ГОСТ 24778-81        | Пластмассы. Метод определения прочности при сдвиге в плоскости листа   |
| ГОСТ 26433.1-89      | Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления                       |
| ГОСТ 30244           | Материалы строительные. Метод испытаний на горючесть   |
| ГОСТ 30402-96        | Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость  |
| ГОСТ 30403-96        | Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности   |
| ГОСТ Р ИСО 3126-2007 | Трубопроводы из пластмасс. Пластмассовые элементы трубопровода. Определение размеров   |

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действия ссылочных стандартов – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**водопронусная полимеркомпозитная труба (ПКТ):** Инженерное сооружение из звеньев труб, изготовленных из полимерных композиционных материалов и имеющих замкнутый кольцевой контур, которое размещается под грунтовой насыпью и предназначается для пропуска постоянного или временного водотока под автомобильной или железнодорожной насыпью.

**грунтовая (армогрунтовая) обойма:** Массив грунта, окружающий ПКТ, отсыпанный из дренирующего, уплотненного грунта, (при необходимости усиленного геотекстильной арматурой), ограниченных размеров и предназначенный для восприятия сжимающих напряжений от внешней нагрузки при работе совместно с ПКТ.

**армирование грунта:** Выполняется геосинтетическими материалами, укладываемыми при послойной отсыпке грунта, для усиления несущей способности при сопротивлении на сжатие и срез грунтовых массивов и восприятия части растягивающих напряжений в грунтовой обойме ПКТ, а также в теле насыпи при недостаточной ее устойчивости.

**геосинтетические материалы:** Материалы из синтетических или природных полимеров, неорганических веществ, контактирующие с грунтом или другими средами, применяемые в строительстве.

**геотекстильная арматура:** Тканые и нетканые полотна из синтетических материалов, используемые для армирования грунтовых массивов.

**армогрунтовая мембрана:** Грунтовая конструкция, состоящая из заключенного в замкнутую, из армирующих полотен, оболочку грунтового слоя, предназначенная для равномерного распределения давления на ПКТ от вышележащих слоев грунта и полезной нагрузки.

**безнапорный режим работы ПКТ:** Ламинарное течение воды при пропуске водного потока через СПТ в водопронусном сооружении с исключением турбулентности и свободной поверхностью, на которой давление воздуха равно атмосферному, при расчетном и максимальном расходах потока.

**композиционный материал (композит):** Материал, состоящий из двух и/или более разнородных совместимых компонентов, объединенных одним связующим компонентом.

**стеклопластик:** Композиционный материал, состоящий из стеклянного наполнителя и синтетического полимерного связующего.

**полиэфирные смолы:** Полимеры сополимеризованные из мономеров (стирол, метилметакрилат, диаллилфталат и др.), применяемые в качестве связующих для производства стеклопластиков.

**эластомер:** Полимеры (например, каучуки и резины на их основе), способные к большим обратимым, высокоэластическим, деформациям в широком диапазоне температур (от - 60 до +200 °С).

**кольцевая жесткость труб:** Показатель максимально допустимой вертикальной сжимающей нагрузки на единицу площади поверхности трубы при 3% и 2.6% (для данного СТО) относительной деформации её вертикального диаметра без учета бокового отпора грунта.

Значение кольцевой жёсткости определяется по эмпирическим формулам, приведённым в Приложении А. Основными данными для её расчета, получаемыми экспериментально на испытательных стендах, являются нагрузка и деформация, соответствующие 3% и 2.6% относительной деформации испытуемого образца, а также длина самого испытуемого образца. Среднеарифметическое из трех значений, так называемая кратковременная кольцевая жесткость (в кН/м<sup>2</sup>), полученная на образцах из одной партии труб, округляется до ближайшего наименьшего значения из стандартного ряда (кратно 2, 4, 6, 8 и т. д.) и характеризует номинальный класс кольцевой жёсткости (SN). Класс кольцевой жесткости SN (в Па) величина, которая является базисным классификатором подземных труб, принятым Международными, Европейскими (ДСТУ Б В.2.5-32:2007) стандартами. В настоящем Стандарте приняты следующие классы кольцевой жёсткости SN 5000, SN 10000, SN 15000.

Теоретически кольцевая жесткость трубы (SN) определяется по формуле:

$$SN = EI/d^3,$$

где:  $E$  - кратковременный модуль упругости материала трубы, кН/м<sup>2</sup>;

$I$  - момент инерции профиля стенки трубы на единицу длины, м<sup>4</sup>/м;

$d$  - диаметр по центру тяжести профиля стенки трубы, м.

Момент инерции и расстояние до центра тяжести профиля должны рассчитываться производителем труб и предоставляться Заказчику как справочная информация.

**фитинг:** Соединительная часть трубопровода, устанавливаемая, при необходимости в местах герметичного перекрытия трубопровода и для прочих вспомогательных целей.

#### 4 Условные обозначения и описание изделия

Условные обозначения труб ПКТ должны содержать:

- наименование продукции слово «Труба», торговая марка «**HELYX**»;
- краткое наименование материала трубы GRP;
- номинальный внутренний диаметр (DN), мм;
- класс жесткости трубы (SN);
- длина трубы L (6 м, 12 м и др.);
- назначения трубы «Водопрopusкная»;
- номер настоящего (СТО).

Примечание: Допускается, по согласованию с заказчиком, указывать цвет материала.

#### Пример условного обозначения трубы:

Труба из GRP номинальным диаметром (DN) - 1000 мм, класс жесткости SN10 000, длина 6м:

**Труба «HELYX» GRP DN 1000, SN 10 000, L -длина 6.0 м, водопрopusкная СТО 80843267-003-2017.**

### 5 Технические требования

#### 5.1 Общие требования к водопрopusкным сооружениям из ПКТ под насыпями автомобильных и железных дорог

5.1.1 Водопрopusкные сооружения с использованием труб являются важнейшими конструктивными элементами автомобильных и железных дорог. От их работы зависит общее состояние дороги и обеспечение безопасности движения по ней транспорта и охраны окружающей среды.

5.1.2 ПКТ следует использовать, как для пропуска периодически действующих водотоков, так и для пропуска постоянных водотоков. Допускается применение ПКТ для удлинения существующих бетонных, железобетонных и каменных труб при уширении проезжей части и реконструкции дорог, для замены мостов и путепроводов, а также ремонтах существующих труб методом «труба в трубе».

5.1.3 Несущая способность конструкций из ПКТ под насыпями транспортных магистралей связана с совместной работой ПКТ с грунтом засыпки, что должно достигаться

путём применения соответствующих категорий грунта, степенью уплотнения грунта засыпки и, в необходимых случаях, созданием грунтовой обоймы с требуемым уровнем плотности грунта и строгим соблюдением технологии строительства.

5.1.4 Проекты водопропускных сооружений с применением ПКТ должны обладать необходимым набором потребительских свойств и удовлетворять требованиям по безопасности, надежности, долговечности, ремонтпригодности, а также экологическим, экономическим и эстетическим параметрам.

## **5.2 Основные требования по обеспечению потребительских свойств сооружений из ПКТ**

5.2.1 Безопасность, надёжность, и долговечность сооружений из ПКТ должны быть обеспечены на всех стадиях их жизненного цикла, включая изготовление, хранение, транспортировку, монтаж, эксплуатацию, ремонт, реконструкцию и утилизацию. Обеспечение основных требований должно гарантироваться достоверными данными изысканий, которые используются в проекте и строительном производстве, а также техническими и технологическими решениями, обоснованными расчетами, применением качественных материалов, квалифицированными действиями строителей и эксплуатационников, а также мониторингом при строительстве и эксплуатации водопропускных сооружений.

Основными требованиями, предъявляемыми к ПКТ согласно требованиям ГОСТ 32871-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. Технические требования», являются:

5.2.2 Выполнение основной функции водопропускного сооружения, исключая негативное влияние поверхностного стока воды на проезжую часть или железнодорожные пути [1]. В связи с этим, необходимо обеспечить режимы протекания воды через ПКТ с исключением турбулентности, способной провоцировать гидравлический удар и резонансные колебания системы "труба - насыпь", что отрицательно влияет на герметичность стыков и размыв грунта основания трубы.

Обеспечение безнапорного пропуск максимального расхода через ПКТ достигается при выполнении следующих условий:

- проектирование водопропускного сооружения проводится с использованием исходных данных по значениям расчетных и максимальных расходов стока, определяемых с учетом возможного увеличения площади водосбора при сооружении насыпи и водоотводов и полученных на основе изыскательских работ в соответствии с положениями [2]. Основные требования, предъявляемые при проектировании водопропускных труб ПКТ приведены в Приложении Б.

- выполнение гидравлических расчетов всего водопропускного тракта, включая подходное и выходное русло, регуляционные и укрепительные сооружения, а также собственно ПКТ (см. Приложение Б, п.1Е);

- расчет труб на воздействие водного потока следует производить по гидрографам расчетного и наибольшего паводков. Вероятности превышения расходов паводков и соответствующих им уровней воды на пике паводков, согласно требованиям п. 8.3.7. ОДМ 218.3.053 - 2015, следует принимать:

- для автомобильных дорог I категории - 1%;
- для автомобильных дорог II и III категорий - 2%;
- для автомобильных дорог IV и V категорий - 3%.;
- исключение возможности образования подпора и напорного протекания потока в трубе, путём назначения соответствующего диаметра ПКТ с обеспечением зазора между поверхностью потока и шельги свода в трубе равного не менее 1/4 отверстия трубы;
- ограничение максимального продольного уклона дна ПКТ величиной менее 0,03;
- обеспечение формирования плавного сжатия потока в пределах переходных участков;



- входного и выходного оголовков, исключающих возможность появления затопленного водослива и возникновения бурного протекания воды на входе и на выпуске из ПКТ.

5.2.3 Применяемые материалы ПКТ должны обеспечить соблюдение проектных условий работы водопропускного сооружения в течение всего периода его эксплуатации.

В части требований к материалам грунтовой засыпки ПКТ безопасность применения труб обеспечивается за счёт использования грунтов, исключающих процессы пучения и обладающих достаточной прочностью:

- для устройства основания непосредственно под ПКТ глубиной не менее 0,5 м применяются пески средней крупности, крупные, гравелистые, щебенисто-галечниковые и дресвяно-гравийные грунты, не содержащие обломков размером более 50 мм. Перечисленные грунты не должны содержать более 10% частиц размером менее 0,1 мм, в том числе, более 2% глинистых размером менее 0,005 мм.

- для устройства грунтовой засыпки (обоймы) вокруг ПКТ, кроме перечисленных грунтов, допускается применять пески мелкие, не содержащие более 10% частиц размером меньше 0,1 мм, в том числе более 2% глинистых размером меньше 0,005 мм.

5.2.4 Размер отверстия ПКТ согласно требованиям ГОСТ 32871-2014 следует устанавливать не менее:

- 1,50 м при длине трубы более 30 м;
- 1,25 м при длине трубы от 20 до 30 м;
- 1,00 м при длине трубы не более 20 м (на автомобильных дорогах III-V категорий);
- от 0,50 до 0,75 м на съездах (при соответствующем технико-экономическом обосновании)

- отверстия ПКТ в районах с расчетной минимальной температурой воздуха ниже минус 40°С с обеспеченностью 0,92 по СП 35.13330 назначаются не менее 1,5 м независимо от длины трубы.

Внутренний диаметр труб из композитных материалов следует устанавливать: 500, 600, 750, 800, 1000, 1200, 1250, 1400, 1500, 1600, 2000 мм и более\* (при соответствующем технико-экономическом обосновании), с учетом требований п.5.2.1. и п. 5.3.1. ГОСТ 32871-2014.

5.2.5 Наименьшую толщину засыпки над водопропускной ПКТ следует принимать равной:

- на автомобильных дорогах I-V категории общего пользования, на дорогах и на улицах городов, поселков и сельских населённых пунктов, а также промышленных предприятий равной 0,5 м **до низа дорожной одежды**, но не менее 0,8 м от верха звена трубы до поверхности дорожного покрытия;

- на железных дорогах общей сети и подъездных путях предприятий не менее 1,2 м, считая от верха звена трубы до подошвы рельса.

5.2.6 Бровка земляного полотна на подходах к трубам должна быть не менее чем на 0,5 м выше отметки подпорного уровня, определяемого по наибольшему расходу для автомобильных дорог I категории и по расчетному горизонту для дорог II, III категорий.

5.2.7 ПКТ, применяемые на водотоках с наличием ледохода, карчехода и наледеобразования, проектируются совместно с комплексом противоналедных мероприятий, специальной защиты от карчехода и ледохода. Защитные сооружения (сетки, заборы) должны устанавливаться с учетом задержания карчей и ледяных полей на подходах к ПКТ на высоту выше отметки максимального подпертого уровня горизонта высоких вод (ПУВ ГВВ) не менее чем на 1,0 м.

5.2.8 В процессе ведения строительного-монтажных работ должны также соблюдаться требования [3] по безопасности труда в строительстве и требования ГОСТов: ГОСТ 12.3.005 , ГОСТ 12.4.011 , ГОСТ 12.4.068-79\* , ГОСТ 15150.

5.2.9 Безопасность сооружений с применением ПКТ при строительстве в насыпях автомобильных и железных дорог должна гарантироваться надлежащим контролем качества при приемке работ. Система контроля качества на всех этапах ведения строительства водопропускных сооружений с использованием ПКТ должно обеспечивать гарантии

безопасности эксплуатации на весь период существования сооружения с полной оценкой видимых и скрытых работ, что требует особого внимания на полноту оформления актов на скрытые работы, оценки качества ПКТ, приемочный контроль, технологические регламенты перевозки, складирования и монтажа ПКТ, а также своевременности ведения технического надзора за сооружением грунтовой засыпки.

5.2.10 Все исполнители (инженерно-технический персонал и рабочие), занятые на строительстве труб из полимерных композиционных материалов, должны быть предварительно ознакомлены со спецификой работ, в частности с технологическими особенностями труб и фасонных частей из полимерного композита. При производстве работ с трубами из полимерных композиционных материалов **впервые**, все рабочие до начала работ должны пройти вводный инструктаж по особенностям монтажа и укладки таких труб.

5.2.11 Строительно-монтажные работы по сооружению труб должны производиться по утвержденному проекту производства работ, составленному на основании рабочих чертежей, специализированными организациями, имеющими разрешительные документы на выполнение такого рода деятельности.

Сооружение труб при отсутствии грунтоуплотняющих машин и ручных механизированных трамбовок не допускается.

5.2.12 Ремонтопригодность сооружения с ПКТ должна обеспечивать беспрепятственное проведение профилактических работ и ремонтов по поддержанию требуемого уровня функциональной надежности ПКТ, а также работ по восстановлению функциональной надежности водопропускного сооружения после воздействия возможных экстремальных ситуаций.

5.2.13 Экономичность сооружения с ПКТ должна подтверждаться меньшими строительными затратами и приведенными строительно-эксплуатационными расходами в сравнении с альтернативными техническими решениями. Это относится также к затратам труда и энергетических ресурсов на строительство и эксплуатацию сооружений и на технологические показатели - условия транспорта и монтажа конструкций, сроки строительства, дефицитность материальных ресурсов.

5.2.14 Обеспечение требований экологичности и эстетичности при адаптации к местным условиям водопропускных сооружений с ПКТ связано, в основном, с оптимальными геометрическими параметрами ПКТ.

5.2.15 Экологичность сооружения с ПКТ должна обеспечивать возможность выполнения требований и мероприятий по охране окружающей среды без ущерба для безопасности и функциональной надежности водопропускного сооружения в процессе его строительства и эксплуатации. Должны обеспечиваться условия сохранения природных ландшафтов, исключаться заболачивание, подтопление и размывы на прилегающей территории, а также ущерб флоре и фауне [11].

5.2.16 Обеспечение потребительских свойств по экономичности, экологичности и эстетичности водопропускных сооружений с ПКТ на автомобильных и железных дорогах должно предусматриваться в проектах и подлежит оценке соответствия при приемке в эксплуатацию в соответствии с порядком, установленным в [4].

### **5.3 Выбор параметров ПКТ по расчетам напряженно-деформированного состояния**

5.3.1 Минимальный диаметр назначается на основе гидравлических расчетов, класса кольцевой жёсткости СПТ и параметров грунтовой засыпки (обоймы) проектируется на основе расчета напряженно-деформированного состояния водопропускного сооружения (см. Приложение Б, п.2Ж).

5.3.2 ПКТ вместе с окружающей ее грунтовой засыпкой насыпи и основанием должна рассчитываться по предельным состояниям.

К первой группе относятся: расчет на совместное неблагоприятное сочетание силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды; расчет на недопущение разрушения и потери устойчивости.

Расчет по второй группе должен предотвратить чрезмерные деформации сооружения.

Соответствующие расчеты должны выполняться (в случае необходимости) для этапов транспортирования, монтажа и строительства (см. Приложение Б, п.3В6).

5.3.3 Расчетные нагрузки для расчета на прочность и устойчивость определяют умножением нормативной величины нагрузки на коэффициент перегрузки, который для собственного веса грунта принимают равным  $n = 1,1$ . Расчетные нагрузки для расчета конструкции ПКТ по второй группе предельных состояний принимают равными нормативным ( $n = 1$ ). Основные сочетания нагрузок при расчете по первой группе состоят из постоянных нагрузок, длительных и одной кратковременной. При расчете конструкции на действие сейсмических нагрузок, последние не снижаются. Для оценки воздействия землетрясений в районах с расчетной сейсмичностью 7 и более баллов, расчеты напряженно-деформированного состояния сооружения следует выполнять с учетом величины сейсмической силы, определяемой по линейно-спектральной методике (Приложение Б, см. п.4И).

5.3.4 В расчётах по первому предельному состоянию предельные средние значения напряжений материала ПКТ допускается принимать в соответствии с данными таблицы 1.

Т а б л и ц а 1 – Расчётные значения напряжений материала ПКТ (МПа) в продольном ( $\sigma_x$ ) и поперечном ( $\sigma_y$ ) направлении оси трубы, не менее

| Внутренний диаметр, мм             |      |      |      |      |                 |      |                  |                 |      |                 |
|------------------------------------|------|------|------|------|-----------------|------|------------------|-----------------|------|-----------------|
| 500                                | 600  | 700  | 800  | 900  | 1000            | 1200 | 1400             | 1600            | 1800 | 2000            |
| Поперечное направление, $\sigma_y$ |      |      |      |      |                 |      |                  |                 |      |                 |
| 14,2<br>(52,2*)                    | 13,5 | 13,6 | 14,7 | 14,8 | 14,4<br>(92,7*) | 14,5 | 14,2<br>(102,2)* | 14,3<br>(91,3*) | 14,3 | 14,3<br>(89,7*) |
| Продольное направление, $\sigma_x$ |      |      |      |      |                 |      |                  |                 |      |                 |
| 26,2<br>(31,6*)                    | 21,1 | 19,7 | 18,4 | 16,9 | 15,3<br>(24,2*) | 14,5 | 13,5<br>(19,6*)  | 13,1<br>(23,4*) | 12,7 | 12,4<br>(17,7*) |

\*- экспериментальные данные

5.3.5 В расчётах средние значения предельных относительных деформаций ПКТ для классов SN 5000, SN 10000, SN 15000 следует принимать равными 18.0%, 14.5% и 12.5% соответственно.

5.3.6 Расчёт значений механических характеристик, в том числе, относительных изменений диаметра трубы для каждого класса кольцевой жёсткости следует производить в соответствие с указаниями Приложения В.

5.3.7 В расчётах ПКТ допускается принимать расчётные значения относительных деформаций диаметров звеньев ПКТ для классов SN 5000, SN 10000, SN 15000 равными 3.5%, 3.3% и 3.1% соответственно.

5.3.8 В расчётах ПКТ значения жёсткости (EI) для нормируемых классов кольцевой жесткости SN звеньев водопропускных труб допускается принимать по таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Жёсткости СПТ (кНхм<sup>2</sup>/м)

| Диаметр<br>трубы, мм | SN5000 | SN10000 | SN15000 |
|----------------------|--------|---------|---------|
| 500                  | 0,664  | 1,335   | 2,003   |
| 600                  | 1,141  | 2,285   | 3,459   |
| 700                  | 1,805  | 3,628   | 5,476   |
| 800                  | 2,677  | 5,409   | 8,165   |
| 900                  | 3,809  | 7,703   | 11,616  |
| 1000                 | 5,230  | 10,572  | 15,960  |
| 1200                 | 9,032  | 18,302  | 27,567  |

|      |        |        |         |
|------|--------|--------|---------|
| 1400 | 14,347 | 29,022 | 43,826  |
| 1600 | 21,400 | 43,363 | 65,381  |
| 1800 | 30,452 | 61,678 | 93,093  |
| 2000 | 41,784 | 84,685 | 127,701 |

5.3.9 Кратковременная кольцевая жесткость труб (SR) должна быть не менее величины, соответствующей ближайшему значению номинального класса жесткости (SN) (приложение А).

5.3.10 Расчетная схема водопропускного сооружения должна адекватно отражать совместную работу ПКТ, грунтовой засыпки и основания:

- расчетную схему водопропускного сооружения следует принимать двух- или трехмерной и она должна обеспечивать необходимую точность определения напряжений и деформаций в элементах ПКТ, а также в сопряженной с ней грунтовой засыпке (обойме);

- в качестве расчетных методов следует использовать численные методы: метод конечных разностей (МКР) или метод конечных элементов (МКЭ) (см. Приложение Б). Граничные условия должны выбираться таким образом, чтобы они не оказывали существенного влияния на результаты расчетов;

- допускается, на стадии вариантного проектирования, проводить расчёты труб с применением приближённых и аналитических методов с обязательной проверкой выбранной конструкции численными методами;

- грунт засыпки (обоймы), основания и насыпи рекомендуется рассматривать как упругопластическую среду. Допускается рассматривать грунт, как линейно-деформируемое тело.

- момент потери устойчивости конструкции ПКТ, при численном решении, оценивается по резкому возрастанию деформаций при малом возрастании нагрузки.

5.3.11 Расчет осадок ПКТ под насыпью при отсутствии вечномерзлых грунтов в основании следует производить с использованием исходных параметров - модуля деформации и объемной массы грунта, мощности геологических слоев в основании, а также высоты насыпи (см. Приложение Б п.5Г). Расчет осадок на оттаивающих вечномерзлых грунтах производится согласно прогнозу деградации мерзлоты по теплотехническим расчетам (см. Приложение Б п.6Д).

Расчет осадок труб, в основании которых сжимаемые грунты подстилаются несжимаемыми (например, скальными), следует производить в зависимости от высоты насыпи и глубины залегания несжимаемых грунтов.

5.3.12 Величину строительного подъема проверяют расчетом, исходя из расчетной осадки под осью насыпи с учетом уклона и длины ПКТ. Величина строительного подъема должна быть не менее  $1/80H$  при песчаных, галечниковых и гравелистых грунтах основания,  $1/50H$  при глинистых, суглинистых и супесчаных грунтах основания и  $1/40H$  при грунтовых основаниях из песчано-гравелистой или песчано-щебенистой смесей (где  $H$  - высота насыпи). При расчете строительного подъема учитывают ограничения:

- во избежание застоя воды отметка лотка входного оголовка в начальный период эксплуатации и после стабилизации осадок основания должна быть выше отметки лотка среднего звена трубы;

- строительный подъем не устраивают для ПКТ, сооружаемых на скальных и других несжимаемых грунтах.

5.3.13 В необходимых случаях (необходимость использования слабых грунтов) вокруг ПКТ устраивается грунтовая обойма (рисунок 1) на ширину (в уровне горизонтального диаметра) равную радиусу трубы плюс не менее 4 м с каждой стороны ПКТ и высоту не менее 0,5 м над верхом конструкции ПКТ. Грунтовая обойма отсыпается грунтами, отвечающими требованиям п. 5.2.3.



- 1 - слой армированного грунта толщиной 0,5м;  
 2 - слой геосетки (ССП -Нефтегаз и ССНП-Нефтегаз),  
 распределяющий нагрузку;  
 3 - горизонтальные упоры из объемной георешетки.

3 – горизонтальные упоры из объемной георешетки или цемента-грунта в соотношении 1:6.

Рисунок 1 – Конструкция обоймы из армированного грунта

5.3.14 Выбор типа и параметров грунтовой обоймы производят на основе расчетов напряженно-деформированного состояния. Назначение грунтовой обоймы - повысить прочность и надежность конструкции сооружения в целом, снизить уровень напряжений и их неравномерность в материале стенок, уменьшить величины вертикальных деформаций в верхней части трубы и горизонтальных в средней ее части.

5.3.15 Грунтовая обойма обеспечивает прочность, устойчивость и геометрическую неизменяемость конструкции ПКТ в слабых грунтах. В зависимости от высоты сооружения, диаметра ПКТ, параметров грунтов основания и сооружения, системы нагрузок, наличия сейсмических нагрузок, технологии и организации строительства и других факторов в конструкции водопропускного сооружения из ПКТ и грунтовой обоймы в качестве конструктивных и несущих материалов могут быть использованы различные нетканые и синтетические материалы (геосетки, георешетка, металлические профильные конструкции, арматура и др.).

5.3.16 Геометрические размеры армированной (например, геотекстилем) грунтовой обоймы назначаются по расчету в зависимости от принятого уровня снижения величины горизонтальных напряжений. При этом ширину по верху обоймы рекомендуется назначать не более  $3D$ , а в уровне горизонтального диаметра -  $1-1,5D$  в каждую сторону ( $D$  - диаметр трубы, горизонтальная проекция).

Армирование грунтовой обоймы устраивается, в том числе, с учетом выполнения ею противофильтрационной функции в теле насыпи при длительных паводках.

5.3.17 Грунтовая обойма, как правило, включает в себя следующие конструктивные элементы:

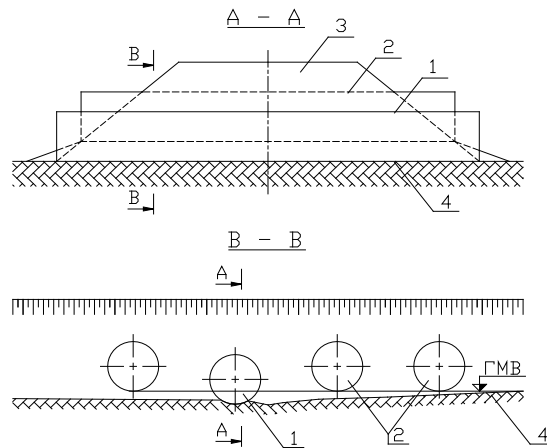
- для пылевато-глинистых грунтов основания консистенции от мягкопластичной и выше, а также для песков мелких и пылеватых, труба укладывается на демпфирующий слой в виде двухслойной тщательно уплотненной и спрофилированной песчано-гравийной и щебеночной подушки.

- для оснований сложенных прочными грунтами (гравелистые, крупные пески, гравий и т.д.) нижний песчано-гравийный слой может не устраиваться (устраивается выравнивающий слой). Толщины слоев при этом определяются расчетом из условия недопущения развития зон предельного равновесия в грунтах основания.

#### 5.4 Требования к конструктивным элементам водопропускного сооружения из ПКТ

5.4.1 Водопропускное сооружение из ПКТ может быть как одноочковое, так и многоочковое. В многоочковых сооружениях расстояние в свету между звеньями ПКТ должно составлять не менее  $2D$  и не менее ширины рабочих органов трамбовочного оборудования (для удобства отсыпки и уплотнения грунта до требуемой плотности). Количество ПКТ в насыпи не ограничивается.

5.4.2 Многоочковые ПКТ допускается устраивать с расположением труб в разных уровнях, размещая часть труб (как правило, одну) в уровне русла водотока, а остальные - на отметке выше уровня меженных вод (рисунок 2), что улучшает эксплуатационные характеристики сооружения.

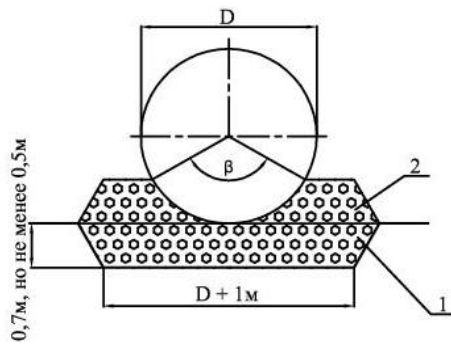


- 1 - труба, установленная на отметке русла водотока;
- 2 - трубы, установленные над горизонтом меженных вод;
- 3 - насыпь;
- 4 - основание.

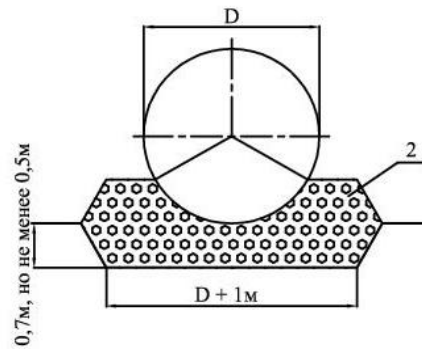
Рисунок 2 – Многоочковое водопропускное сооружение из ПКТ

5.4.3 Конструкция основания ПКТ должна удовлетворять требованиям и соответствовать принципиальным схемам, приведенным на рисунке 3:

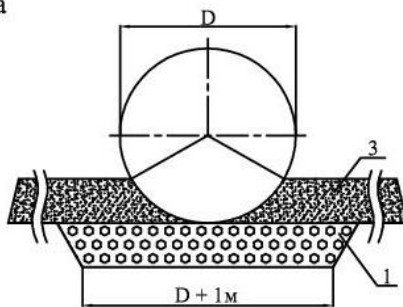
а) с устройством верхней части подушки после укладки трубы



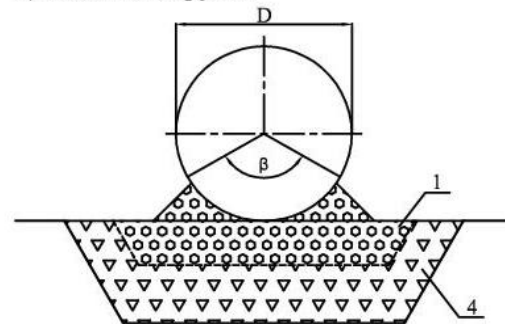
б) с предварительным устройством ложа



в) с отсыпкой нулевого слоя и устройством ложа



г) с заменой грунта



1 - первый этап отсыпки подушки; 2 – второй этап отсыпки подушки;  
3 – нулевой слой; 4 – замена грунта основания песчано-гравийной, либо скальной отсыпкой;  $\beta$  -  $120^\circ$  при опирании на плоское основание;  
 $\beta$  -  $90^\circ$  при опирании на грунтовое ложе.

Рисунок 3 – Конструкция основания ПКТ

- подушку под трубу необходимо устраивать в тех случаях, когда основание сложено глинистыми, скальными и песчаными пылеватыми грунтами. На слабых основаниях должна производиться замена слабого грунта либо устраиваться искусственное основание в виде армогрунтовой мембраны.

- нижняя часть трубы должна быть утоплена в песчано-гравийную или щебеночную подушку на глубину не менее чем на 25% диаметра трубы. По ширине подушка под ПКТ может устраиваться на величину диаметра. Допускается применение подушки из песчано-гравийной смеси. Заложение откосов песчано-гравийной и щебеночной подушки следует назначать не круче 1:1.

- обязательным элементом грунтовой обоймы является конструктивный демпфирующий слой вокруг трубы, толщиной до 0,5 м, устраиваемый из песчано-гравийного или щебеночного грунта при максимальном размере частиц грунта до 40 мм. В качестве такого элемента может быть использована мембрана из геосетки, заполненной песчано-гравийным грунтом.

- при значительной высоте насыпи над ПКТ с целью снижения уровня напряжений в теле ПКТ грунтовая обойма может быть устроена в виде горизонтальных упоров из армогрунта, стабилизирующих конструкцию в горизонтальном направлении. Геоткань или геосетку ССП-Нефтегаз укладывают с шагом по высоте не более чем 0,5 м. Ширина и конструкция упора определяется расчетом. В случае необходимости снижения нагрузки на верхнюю часть ПКТ, обойму развивают вверх, (не менее чем на 1 м от верха трубы) и объединяют между собой левый и правый упор над ПКТ в виде геомембран (см. рисунок 1).

- очертание откосов насыпи над ПКТ и возле нее в пределах армогрунтовой обоймы и непосредственно за ее границей следует проверять на устойчивость земляного полотна. С целью повышения устойчивости откосов и уменьшения длины трубы откосы сооружения могут быть также армированы геотканью или геосетками ССП-Нефтегаз.

5.4.4 В качестве основного типа следует применять ПКТ с вертикальным или скошенным параллельно откосу насыпи торцом концевой звена (рисунок 4).

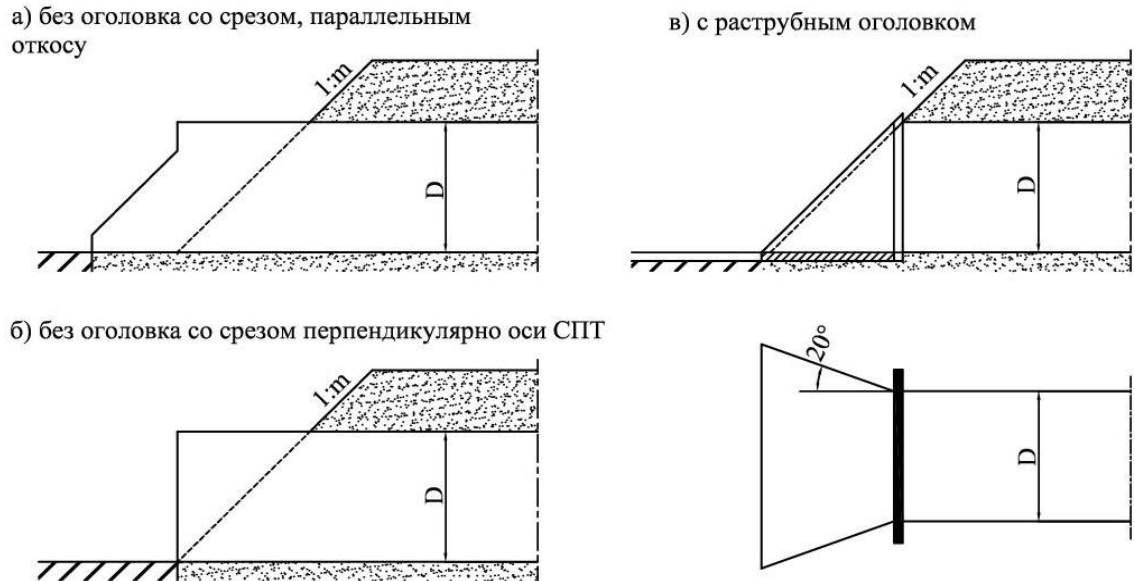


Рисунок 4 – Типы оголовков ПКТ

5.4.5 Для предотвращения подмыва основания ПКТ и исключения скопления воды в основании под трубой следует предусматривать по концам конструкции противофильтрационные экраны преимущественно из цементно-грунтовой или глинощебеночной смесей, либо из железобетона, бетона или гофрированного металла. Этим обеспечивается исключение скопления воды в подушке.

Железобетонные и бетонные экраны следует применять для труб, сооружаемых на мелкопесчаных основаниях. Глубина заложения железобетонных и бетонных экранов должна быть не менее чем на 0,25 м ниже расчетной глубины сезонного промерзания с учетом местных условий. Ширина противофильтрационного экрана по сечению трубы устраивается не менее  $D/2+1,0$  м в каждую сторону от оси ПКТ.

Противофильтрационные экраны из цементно-грунтовой или глинощебеночной смесей следует применять для ПКТ, сооружаемых на глинистых грунтах. Экраны укладываются на ширину подушки, имеют длину вдоль оси ПКТ по верху не менее 2 м и глубину заложения не менее 70% от глубины сезонного промерзания.

При сооружении ПКТ на основаниях из крупнопесчаных, скальных и крупнообломочных грунтов применяют цементно-грунтовые, глинощебеночные или бетонные экраны с глубиной заложения, равной толщине подушки.

5.4.6 Для увеличения водопропускной способности ПКТ (вместо сооружения трубы с большим отверстием) при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применение оголовков (Рисунок 4).

Для сооружений, строящихся на скальных, крупнообломочных и других непучинистых грунтах технико-экономического обоснования применения оголовков не требуется.

5.4.7 Глубина заложения фундаментов оголовков водопропускных сооружений на скальных грунтах, на гальке и гравии, щебенистых, гравелистых песках и песках средней крупности не нормируется. При устройстве фундаментов оголовков на других грунтах глубина заложения должна быть не менее чем на 0,25 м ниже расчетной глубины сезонного промерзания с учетом местных условий.



5.4.8 Фундаменты оголовков на пучинистых грунтах следует рассчитывать с учетом воздействия касательных сил морозного пучения грунта в соответствии с [5].

5.4.9 При решении вопроса о расположении водопропускных сооружений следует размещать их на прочных и устойчивых основаниях. Вынос сооружений на склон лога допускается только при специальном обосновании.

5.4.10 ПКТ на косогорах надлежит укладывать на естественное основание с уклоном, близким уклону лога, либо на отсыпке земляного полотна из скального грунта, устойчивого против выветривания в теле насыпи, с расположением выхода из ПКТ выше дна лога с устройством бермы из скального грунта.

5.4.11 На косогорах и на логах с периодическими водотоками допускается применение комбинированных водопропускных сооружений в виде ПКТ и фильтрующих насыпей. При этом расчет фильтрующих насыпей производится на межженный уровень, а ПКТ включается в работу по пропуску паводковых вод (рисунок 5).

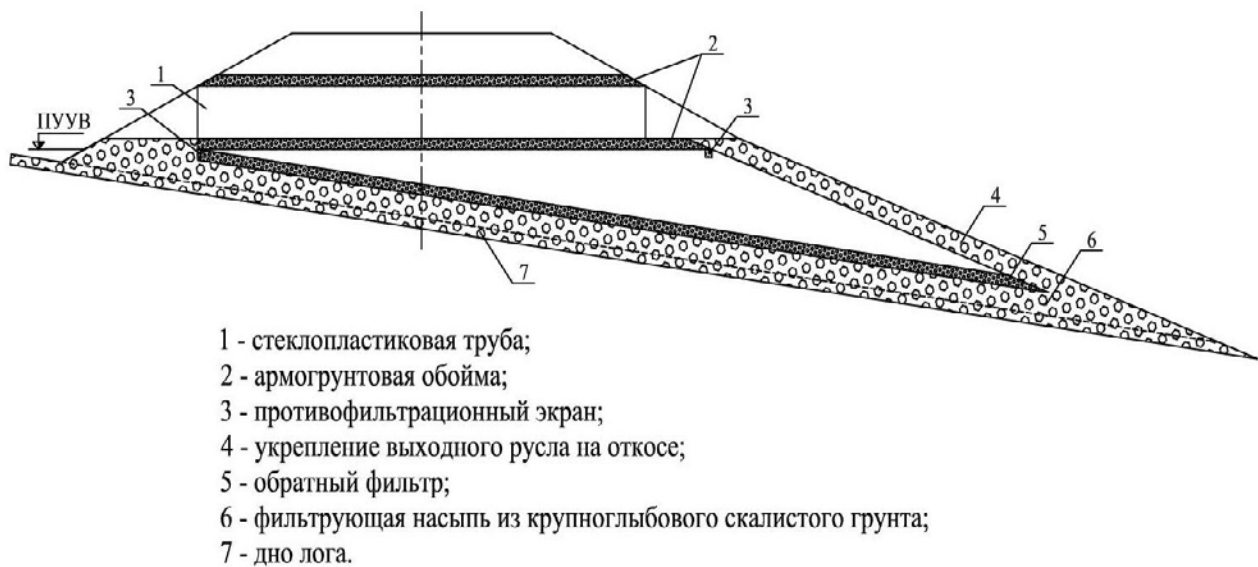


Рисунок 5 – Устройство ПКТ на косогоре

Уклон низа ПКТ должен быть не меньше критического 0,002, но не должен превышать 0,03. Применение более крутых уклонов (до 0,05) допускается при индивидуальном проектировании со специальными мероприятиями гашения скорости потока в ПКТ и на выходе (например, водобойные колодцы и др.). При уклоне менее критического, пропускную способность ПКТ следует пересчитывать.

5.4.12 Для укрепления входного и выходного русел применяются габионы, камень, конструктивные элементы: бетонные и железобетонные блоки, тетраподы, тетраэдры.

Тип и размеры укреплений откосов насыпи у входных и выходных оголовков трубы, конструкции подводящих и отводящих русел определяются в соответствии со скоростью течения на выходе по гидравлическим расчетам.

5.4.13 При необходимости замены в основании трубы глубину заменяемого грунта следует определять расчетом, исходя из условия обеспечения несущей способности нижележащего грунта или по расчету осадок.

Ширина замены грунта основания или устройства искусственного основания должна назначаться по расчету, но не менее  $2D$  трубы.

5.4.14 ПКТ следует укладывать в ложе того же очертания, как и у низа ПКТ, вырезанное либо вытрамбованное в нулевом слое грунта толщиной, обеспечивающей центральный угол

опирания конструкции не менее 90°-120° в зависимости от формы отверстия ПКТ. Нулевой слой грунта должен быть отсыпан из материала, которым засыпается ПКТ или отсыпается подушка, и уплотнен не менее 0,95 максимальной стандартной плотности.

5.4.15 Более подробное описание по укладке ПКТ разработано в утвержденном ООО «БиоПласт» «Технологическом регламенте на монтаж водопропускных полимеркомпозитных труб».

## **6 Конструктивно - технологические требования, предъявляемые к звеньям ПКТ**

### **6.1 Требования к технологии изготовления звеньев ПКТ**

6.1.1 Звенья ПКТ, должны соответствовать требованиям [12] и иметь три градации кольцевой жёсткости SN 5000, SN 10 000, SN 15 000. ПКТ производятся методом намотки на оправку требуемой формы многослойного композиционного материала на основе ненасыщенной полиэфирной смолы, армированной стекловолокном (базальтовым волокном) и кварцевым наполнителем. Стенки звеньев труб заданной толщины формируются путём возвратно поступательного движения вдоль вращающейся оправки направляющей головки для укладки стекловолокна, снабжённой ванной с полиэфирной смолой. Срединный слой стенки звена трубы формируется с помощью смеси ненасыщенной полиэфирной смолы и кварцевого наполнителя.

6.1.2 Внутренний и внешний защитные слои звеньев ПКТ должны формироваться из ненасыщенной полиэфирной смолы с созданием повышенной стойкости поверхностей звеньев труб к внешним неблагоприятным воздействиям (климатическим, механическим и химическим). Гладкая внутренняя поверхность должна обеспечивать улучшенные гидравлические параметры трубы.

6.1.3 После отверждения звено трубы подвергается дополнительной механической обработке, с формированием гладкого конца трубы с одной стороны и раструба с вклеенным в него уплотнителем с другой. Уплотнители должны быть выполнены из эластомеров и соответствовать требованиям конструкторской документации по герметизации стыка звеньев труб.

Допускается производить звенья ПКТ без уплотнителей в местах установки оголовка.

### **6.2 Требования к внешним параметрам**

6.2.1 Звенья труб должны иметь конфигурацию и геометрические размеры, указанные в Приложении Г, а также соответствующую маркировку.

6.2.2 Овальность звена трубы определяемую, как разность значений диаметра трубы в двух взаимно перпендикулярных направлениях, отнесённую к номинальному значению внутреннего диаметра, не должна превышать 1 %.

6.2.3 Перпендикулярность торцевой поверхности к продольной оси звена трубы должна быть не более, указанной в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Предельные отклонения от перпендикулярности торцевой поверхности

| Номинальный диаметр трубы (DN), мм | Отклонение, мм |
|------------------------------------|----------------|
| От 500 до 700                      | 4,4            |
| От 800 до 1400                     | 8,0            |
| От 1500 до 2000                    | 10,0           |

6.2.4 Звенья ПКТ должны сохранять прямолинейность. Отклонение от прямолинейности (кривизна) не должно превышать для труб от DN 500 до DN 2000 включительно – 1 мм на 1 пог. м трубы.

6.2.5 Звенья ПКТ должны иметь гладкую однородную внутреннюю поверхность без расслоений, раковин, углублений, царапин, неоднородностей и инородных включений

допускается наличие газовых вкраплений. На внутренней поверхности не должны быть видны оголенные полосы стекловолокна. На наружной поверхности допускается волнистость, неровности, наплывы, небольшие раковины, если они не влияют на долговечность труб.

Поверхности и торцы звеньев труб должны соответствовать требованиям, приведенным в приложении Д.

### 6.3 Требования к материалам

6.3.1 Звенья ПКТ выполняются из полимерного композита, который должен представлять собой конструкционный многослойный материал, состоящий из слоев ненасыщенной полиэфирной смолы, армированной стеклотканью в виде перекрестно расположенных слоёв непрерывного стекловолокна.

Срединный слой стенки звена трубы формируется с помощью смеси ненасыщенной полиэфирной смолы и кварцевого наполнителя.

Основное сырьё, применяемое для производства труб и фасонных частей должно соответствовать технологической документации, утверждённой в установленном порядке. Качество используемых сырьевых материалов и комплектующих изделий должно быть подтверждено соответствующими документами о качестве. Контроль качества должен осуществляться при входном контроле по методике предприятия – изготовителя, исходя из требований ГОСТ 24297.

6.3.2 В качестве термореактивного связующего следует использовать полиэфирные смолы.

6.3.3 Армирующие элементы звеньев труб должны быть изготовлены из стекловолокна :

- одно- и многонаправленные (мультиаксиальные) ткани (в том числе, нитепрошивные полотна);
- однонаправленные волокна (ровинги, ленты, полотна);
- маты из непрерывных волокон.

6.3.4 В состав полимерных композитов вводится инертные наполнители, предназначенные для обеспечения свойств звеньев труб в соответствии с требованиями настоящего стандарта и проектной документации:

- стабилизаторы ультрафиолетового излучения и озона;
- ингибиторы горения;
- цветные пигменты;
- кварцевый песок;
- оксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ).

6.3.5 Введение в состав полимерных композитов инертных наполнителей не должно приводить к снижению средних значений физико-механических показателей данных материалов. Физико-механические показатели полимерных композитов должны соответствовать требованиям, приведённым в таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Физико-химические характеристики полимерных композитов и методы их контроля

| Наименование показателя   | Значение | Нормативный документ |
|---|----------|----------------------|
| Плотность, г/см <sup>3</sup> , не более                                 | 1,90     | ГОСТ 15139           |
| Модуль упругости при растяжении в продольном направлении, МПа, не менее | 16000,0  | ГОСТ 9550            |
| Модуль упругости при растяжении в поперечном направлении, МПа, не менее | 24200,0  | ГОСТ 9550            |
| Абразивный износ, мм <sup>3</sup> /м, не более                          | 10,0     | ГОСТ 11012           |

\*\* Данные значения получены экспериментальным путем.

6.3.6 В случае применения бетонных оголовков, класс бетона по прочности (на сжатие) должен быть не ниже В30. Марка бетона по морозостойкости должна быть не ниже F300.

6.3.7 Бетон оголовков и материал звеньев ПКТ, пропускающих агрессивные воды, должен соответствовать требованиям [6, раздел 2].

6.3.8 Допускается применение в конструкциях оголовков габионов и подпорных стенок каркасного типа с армогрунтовым заполнением.

6.3.9 Конструктивные элементы из полимерных композитов должны быть пригодны для эксплуатации в следующих условиях:

- интервал рабочих температур, °С, - от минус 50 до плюс 60;
- степень агрессивности наружной среды - слабоагрессивная;

- сейсмичность - не более 9 баллов (подтверждается испытаниями в ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко 2011 году).

6.3.10 Расчетные сроки службы водопропускных труб ПКТ под насыпями должны быть не менее 50 лет;

6.3.11 Водопоглощение стеклопластика ПКТ, определенное по ГОСТ 4650 должно быть не более 0,5%.

Показателем влагостойкости является изменение средних значений прочности при растяжении водонасыщенных образцов стеклопластика ПКТ (по ГОСТ 4650).

6.3.12 Климатическую стойкость ПКТ определяют по ГОСТ 9.708. Определение снижения средних значений прочности при растяжении образцов стеклопластиков после испытаний производят по ГОСТ 11262. Уменьшение прочности на растяжение образцов до воздействия циклов искусственной погоды не должно превышать значений 5%.

6.3.13 Показатель абразивного износа стеклопластика ПКТ определяют по ГОСТ 11012 и должен составлять не более 10 мм<sup>3</sup>/м.

## 6.4 Маркировка

6.4.1 Каждая водопропускная труба из полимерного композита должна иметь четкую, легко читаемую маркировку. Маркировка наносится путем покраски по трафарету на наружной поверхности трубы.

6.4.2 Маркировка должна сохраняться в течение всего срока годности несущей конструкции из полимерного композита при хранении, транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и эксплуатации, причем маркировка должна оставаться легко читаемой.

6.4.3 Маркировка, нанесенная на водопропускную трубу из полимерного композита, должна содержать следующие данные:

- наименование конструктивного элемента;
- условное обозначение (см. п.4);
- дата приемки (штамп ОТК);
- массу нетто в кг;
- год ввода в эксплуатацию.

6.4.5 Транспортную маркировку наносят в соответствии с требованиями ГОСТ 14192.

6.4.6 Упаковку конструктивных элементов из полимерных композитов производят в соответствии с требованиями, определенными в договоре на изготовление (поставку) данной продукции.

6.4.7 Для районов Крайнего Севера упаковка производится по ГОСТ 15846.

## 7 Требования безопасности и охраны окружающей среды

7.1 При производстве и переработке стеклопластиковых материалов возможны выделения в воздушную среду паров стирола, перекиси метилэтилкетона, стеклопыли, ацетона, метилена хлористого. Предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны и классы опасности указанных веществ по ГОСТ 12.1.005 приведены в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 – Предельно-допустимые концентрации веществ

| Наименование веществ     | ПДК, мг/м <sup>3</sup> | Класс опасности |
|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Стирол                   | 30                     | III             |
| Перекись метилэтилкетона | 3                      | III             |
| Ацетон                   | 200                    | IV              |
| Стеклообразная пыль      | 6                      | III             |
| Метилен хлористый        | 50                     | IV              |

7.2 При попадании на кожу рук полиэфирной ненасыщенной смолы возможны раздражения и дерматиты. Стирол, ацетон, метилен хлористый, перекись метилэтилкетона обладают токсическим действием на нервную систему и печень, раздражают дыхательные пути.

7.3 Стеклообразная пыль раздражающе действует на слизистые дыхательных путей и кожу. Для защиты органов дыхания от пыли необходимо использовать респиратор типа «Лепесток» марки ШБ-1, общими средствами защиты по ГОСТ 12.4.011. Для защиты кожи рук необходимо применять защитные средства для рук по ГОСТ 12.4.068. Возможно применение других средств защиты не ниже классом. Правила безопасности при переработке полиэфирных материалов – по ГОСТ 12.3.030. Средства вентиляции - по ГОСТ 12.4.021. Полиэфирные материалы не взрывоопасны, горючи.

7.4 Средства пожаротушения – углекислотные и порошковые огнетушители, вода, пар, асбестовое полотно, песок – должны применяться в соответствии с правилами по безопасному ведению работ. К изготовлению и монтажу изделий могут допускаться лица не моложе 18 лет, предварительно прошедшие медицинское освидетельствование, специальное обучение, вводный инструктаж по технике безопасности, пожарной безопасности, а также сдавшие экзамены специальной аттестационной комиссии.

7.5 Готовые изделия в процессе хранения, монтажа и эксплуатации не должны выделять в окружающую среду токсичных веществ [11].

7.6 Стеклообразная пыль и пыль дисперсных наполнителей должна улавливаться и возвращаться в производство или утилизироваться. Правила контроля качества воздуха – по ГОСТ 17.2.3.01 и ГОСТ 17.2.3.02.

7.7 При аварийном загрязнении требования к контролю и охране почвы – по ГОСТ 17.4.3.04, воды – по ГОСТ 17.1.3.13.

7.8 Отходы, не подлежащие переработке, уничтожают в соответствии с санитарными правилами, предусматривающими порядок накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения промышленных отходов.

7.9 Для полимерных композитов, составляющих конструктивные элементы ПКТ должны быть определены характеристики пожарной опасности: группа горючести, группа воспламеняемости, группа дымообразующей способности, группа токсичности продуктов горения

Характеристики пожарной опасности полимерных композитов, составляющих конструктивные элементы ПКТ, должны быть не менее:

- Г4 по ГОСТ 30244.....для горючести;
- В2 по ГОСТ 30402.....для воспламеняемости;
- Д2 по ГОСТ 12.1.044.....для дымообразующей способности;
- Т2 по ГОСТ 12.1.044.....для токсичности продуктов горения.

7.10 Конструктивные элементы из полимерных композитов не должны оказывать вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте.

7.11 При производстве работ по сооружению водопропускных сооружений из полимерных композитов необходимо выполнять требования техники безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.3.009.

7.12 Производственные процессы должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002, применяемое оборудование ГОСТ 12.2.003, способы производства погрузочно-разгрузочных работ - ГОСТ 12.3.009.

7.13 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности должны осуществляться в соответствии с ГОСТ 12.1.004.

7.14 При выполнении окрасочных работ с применением электрооборудования необходимо до начала работы осуществлять проверку исправности оборудования, защитного заземления, сигнализации, а в процессе работы не допускать перегибания гидравлических и пневматических шлангов и их прикосновения к подвижным стальным канатам.

## **8 Правила приемки**

### **8.1 Общие правила.**

8.1.1 Для проверки соответствия конструктивных элементов требованиям настоящего стандарта проводятся, приемо-сдаточные, периодические и типовые испытания.

8.1.2 Приёмно-сдаточные испытания проводят с целью контроля соответствия конструктивных элементов из полимерных композитов требованиям настоящего стандарта для определения возможности приёмки продукции по следующим контролируемым показателям настоящего стандарта:

- дефекты внешнего вида;
- геометрические размеры;
- маркировка;
- кольцевая жёсткость

8.1.3 Периодические испытания проводят для периодического подтверждения качества ПКТ и стабильности технологического процесса, с целью подтверждения возможности продолжения изготовления ПКТ по действующей технологической документации и продолжения их приемки.

Периодические испытания проводятся не реже 1 раза в год на ПКТ, на изделиях, прошедших приемо-сдаточные испытания. Периодическими испытаниями подтверждается кольцевая жёсткость, снижение средних значений прочности при растяжении образцов стеклопластиков после воздействия циклов искусственной погоды.

8.1.4 Типовые испытания проводятся по контролируемым отдельным основным показателям настоящего стандарта при освоении производства ПКТ, а также в следующих случаях:

- при изменении технологического процесса изготовления;
- при изменении марок используемых сырьевых материалов;
- при изменении поставщика и/или изготовителя используемых сырьевых материалов.

В состав основных показателей при типовых испытаниях входят: дефекты внешнего вида, маркировка, группа горючести, группа воспламеняемости, группа дымообразующей, группа токсичности, кольцевая прочность, водопоглощение, абразивный износ.

8.1.5 Порядок отбора и число образцов для проведения испытаний определяется методами испытаний в соответствии с НТД.

8.1.6 По требованию заказчика в комплект сопроводительной документации может включаться:

- техническое свидетельство на изделие;
- документ, подтверждающий соответствие данной продукции требованиям настоящего стандарта (сертификат соответствия);
- паспорт качества;
- протокол приемо-сдаточных испытаний изделия завода - производителя.

## 8.2 Приёмка ПКТ на предприятии-изготовителе

8.2.1 Трубы ПКТ принимаются отделом технического контроля завода-изготовителя. Приемка труб производится партиями по мере их изготовления.

8.2.2 Партией считают количество труб одного номинального диаметра, класса жесткости и номинальной толщины стенки, изготовленных из композиций одного рецептурного состава по одной технологии, сдаваемых одновременно и сопровождаемых одним документом о качестве. Размер партии труб не должен превышать 1500 м, если иного не указано в конструкторской документации на проект.

8.2.3 Документ (паспорт) о качестве должен содержать:

- товарный знак;
- номер партии и дату изготовления;
- наименование и условное обозначение продукции;
- размер партии труб в метрах;
- подпись лица, ответственного за приемку;
- штамп ОТК;
- номер стандарта организации.

8.2.4 Приемо-сдаточные испытания осуществляют методом сплошного и выборочного контроля, при этом объем выборки от партии определяется на основе внутренних стандартов качества компании. Отбор изделий от партии проводят методом случайной выборки.

8.2.5 При сплошном контроле проверяют внешний вид, маркировку, комплектность продукции остальные показатели контролируют методом выборочного контроля (таблица 7).

Т а б л и ц а 7 – Состав испытаний звеньев труб

| Наименование показателя                                   | Частота приема сдаточного контроля                |
|---|---|
| Внешний вид поверхности, маркировка                       | На каждом изделии                                 |
| Геометрические размеры изделий и их предельные отклонения | На каждой партии                                  |
| Кратковременная кольцевая жесткость                       | На каждой партии                                  |
| Прочность материала в осевом и окружном направлении       | Первая труба при вводе в эксплуатацию новой линии |

8.2.6 При получении неудовлетворительных результатов приемо-сдаточных испытаний хотя бы по одному показателю по нему проводят повторные испытания на удвоенной выборке. При получении неудовлетворительных результатов повторных приемо-сдаточных испытаний партию труб бракуют.

8.2.7 После устранения выявленных причин дефектов должны быть изготовлены опытные образцы и проведены повторные испытания по каждому из показателей, по которому был получен неудовлетворительный результат.

8.2.8 При изменении конструкции изделий, технологии производства, сырьевых материалов проводят типовые испытания по всем установленным параметрам.

## 8.3 Приемка элементов ПКТ, поступивших на строительную площадку

8.3.1 Приемка ПКТ труб, поступивших на строительную площадку, осуществляется в виде входного контроля организацией (подрядчиком), осуществляющей монтаж водопропускного сооружения. Входной контроль включает в себя:

- проверку паспорта качества поступивших элементов труб, сопроводительных документов;

- проверку комплектности труб;
- проверку сохранности труб после транспортировки на предмет выявления внешних повреждений, снижающих несущую способность и долговечность звеньев ПКТ.

## 9 Методы контроля

9.1 Контроль качества сырья и материалов для изготовления изделий должен основываться на проверке документов, идентифицирующих их соответствие указанным в документах характеристикам сырья и материалов, требованиям нормативно-технической документации на это сырье. Также должно проверяться состояния упаковки, общего вида сырья и материалов и т.д. В случае отсутствия сопроводительных документов или при несоответствии технологическим требованиям - изделия применению не подлежат.

9.2 Образцы труб необходимо перед испытаниями выдерживать не менее 2 часов при постоянной влажности и температуре  $(23 \pm 4) \text{ }^\circ\text{C}$ . Допускается проводить измерения при иной температуре, если это не сказывается на результате проверки.

9.3 Внешний вид и качество наружной и внутренней поверхности проверяют визуально без применения приборов путем сравнения, с контрольным образцом, описанным в Приложении Д.

9.4 Контроль геометрических размеров труб производится с использованием следующих измерительных приборов:

- штангенциркуль по ГОСТ 166 с погрешностью измерения 0,1 мм;
- линейка металлическая по ГОСТ 427 с ценой деления 1,0 мм пределом измерения 1000 мм;
- микрометры типов МТ и МК по ГОСТ 6507;
- стенкомеры по ГОСТ 11358 с ценой деления 0,1 мм;
- рулетка по ГОСТ 7502 с ценой деления 1,0 мм пределом измерения 20 м;

Допускается применение других измерительных инструментов, обеспечивающих необходимую точность измерения и аттестованного в установленном порядке.

9.5 Измерение наружного диаметра для труб производят как среднее - арифметическое результатов четырех равномерно распределенных измерений диаметра, на расстоянии не менее 500 мм от торцов. Измерение внутреннего диаметра труб производят в двух взаимно перпендикулярных направлениях в сечении как среднее - арифметическое значение двух равномерно распределенных измерений диаметра, удаленном от торца не менее чем на 20 мм.

9.6 Овальность трубы определяют, как разность между полученными результатами измерений диаметров в двух взаимно перпендикулярных направлениях внутреннего сечения трубы.

9.7 Толщину стенки трубы и фасонных частей определяют на каждом отобранном образце, как половинную разницу между внутренним и внешним диаметрами. Измерение длины труб и фасонных частей проводят по наружной поверхности трубы металлической линейкой или рулеткой с ценой деления 1 мм.

9.8 Используя те же образцы, на которых была определена кратковременная кольцевая жесткость, определяют предельную относительную деформацию диаметра трубы, указанную в таблице 1.

9.9 Прочность на растяжение материала труб определяется на образцах трубы, отобранных от партии методом случайной выборки. Из звеньев труб, путем выпиливания образцов в поперечном и продольном направлении трубы, изготавливают образцы в виде лопатки типа 2 по ГОСТ 11262 с толщиной, равной толщине стенки трубы. Количество образцов в поперечном и продольном направлении трубы должно быть не менее 5 шт. для каждого из направлений. Допускается проводить испытание на образцах типа 3 по ГОСТ 11262, или других образцах, обеспечивающих крепление образца без его повреждений.

Перед испытанием определяют ширину и толщину рабочей части и другие размеры образца согласно требованиям ГОСТ 11262 или стандартам качества компании с точностью не менее 0,1 мм штангенциркулем по ГОСТ 166.



Испытание на растяжение производится на разрывной машине согласно ГОСТ 11262 при скорости движения захватов 10 мм/мин. Фиксируется нагрузка, соответствующая разрушению образца. Прочность на растяжение рассчитывается как отношение максимальной приложенной к образцу растягивающей нагрузки (F, Н) к ширине (S, мм) рабочей части образца до испытания. За результат принимают среднее, из не менее чем пяти испытаний в каждом направлении расположения образца.

9.10 Определение абразивного износа рабочих поверхностей ПКТ производится по ГОСТ 11012, при этом могут использоваться образцы типа а), б), в) (вырезанных из труб).

9.11 Определение климатического воздействия на ПКТ производится по ГОСТ 9.708 (метод 2). Уменьшение прочностных показателей должно составлять не более 10 %.

9.12 Определение водопоглощения по ГОСТ 4650 (метод А). Края образцов, полученные в результате вырезов из труб, должны быть обработаны смолой, используемой для изготовления изделий.

9.13 Определение плотности (объёмной массы) ГОСТ 15139-69.

9.14 Определение модуля упругости при растяжении ГОСТ 9550-81.

9.15 Определение кольцевой жесткости труб производится по приложению А.

## 10 Транспортирование и хранение

10.1 Трубы транспортируют любым видом транспорта (автомобильным, железнодорожным и т.д.) в закреплённом состоянии, препятствующим их перемещению, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта. Транспортирование следует производить с максимальным использованием вместимости транспортного средства с учётом данных таблицы 10. Трубы следует оберегать от столкновения, падения, ударов и нанесения механических повреждений на их поверхность. При перевозке труб их необходимо укладывать на ровную поверхность транспортных средств, предохраняя от острых металлических углов и ребер платформы.

10.2 Для перевозки труб одной длины, но разного диаметра их допускается помещать друг в друга с обязательной защитой внутренней поверхности от повреждений. В качестве защитных материалов используют различные мягкие материалы: резиновые жгуты и кольца, ткань и т.п.

10.3 Сбрасывание труб с транспортных средств не допускается. Погрузочно-разгрузочные работы на предприятии должны производиться в соответствии с ГОСТ 12.3.020. За качество погрузочно-разгрузочных работ и условий хранения на стройплощадке ответственность несет Заказчик.

10.4 При погрузке, разгрузке труб их подъем и опускание производят краном или другим погрузочно-разгрузочным механизмом, в зависимости от длины труб и типов стропов, обхватывая трубу в двух или в одном месте, соблюдая меры безопасности. Грузозахватное устройство (нейлоновые стропа) должны соответствовать весу трубы. Запрещается использовать стальные троса или цепи для поднятия или перемещения трубы для предотвращения повреждения торцов труб.

10.5 Не допускается волочение труб по каким-либо поверхностям при складировании, транспортировке и при подготовке и проведении монтажных работ.

10.6 Трубы могут храниться под навесом или на открытых площадках при любых погодных условиях. Обычно, трубы на строительных площадках хранят на открытом ровном месте, располагая их на подкладках из брусьев с учётом данных таблицы 8. Во избежание скатывания трубы фиксируются стопорами с двух сторон.

Т а б л и ц а 8 – Количество ярусов штабеля

| DN (мм)   | Количество ярусов |
|-----------|-------------------|
| 500 - 700 | Не более 3        |

|             |            |
|-------------|------------|
| 800 - 1200  | Не более 2 |
| 1200 - 2000 | 1          |

10.7 Трубы нельзя подвергать воздействию открытого пламени, длительному интенсивному воздействию тепла (нагревательные приборы не ближе 1 метра), различным жидким растворителям и т.д.

10.8 Внутри трубы не должно быть грязи и посторонних предметов. Для защиты раструбов, гладких концов труб от загрязнения допускается обматывать их пленкой из полимерных материалов. Диапазон температур хранения стеклопластиковых труб от -40 до +50 °С. В случае длительного хранения (более 1 года) стеклопластиковые трубы и резиновые кольца необходимо защищать от прямых солнечных лучей путем покрытия их плотным материалом.

## **11 Гарантии изготовителя**

11.1 Изготовитель гарантирует соответствие продукции требованиям настоящего стандарта.

11.2 Гарантийный срок хранения труб и фасонных частей при соблюдении правил транспортировки и хранения, установленных настоящим стандартом, составляет 24 мес. со дня отгрузки.

11.3 Срок службы стеклопластиковых водопропускных труб составляет 50 лет и более.

11.4 Изготовитель не несет гарантийные обязательства в следующих случаях:

а) если стеклопластиковые трубы и изделия использовались в целях, не соответствующих их прямому назначению;

б) в случае нарушения правил и условий эксплуатации и хранения стеклопластиковых труб и изделий;

в) если стеклопластиковые трубы и изделия имеют следы попыток некавалифицированного ремонта;

г) если дефект возник вследствие естественного износа при эксплуатации стеклопластиковых труб и изделий;

д) если дефект вызван изменением конструкции стеклопластиковых труб и изделий, не предусмотренными «изготовителем»;

е) если дефект вызван действием непреодолимых сил, несчастными случаями, умышленными или неосторожными действиями (бездействием) заказчика или третьих лиц;

ж) если дефект вызван воздействием высоких или низких температур, открытого пламени, попадание на внутреннюю или наружную поверхность в т.ч. на уплотнительное кольцо посторонних предметов, веществ, жидкостей.

11.5 Гарантийные обязательства не распространяются на механические повреждения, возникшие при погрузочно-разгрузочных работах, хранении на объекте, при производстве строительно-монтажных и демонтажных работ.

Приложение А  
(обязательное)

**Определение и расчёт значений кольцевой жёсткости труб**

Кольцевая жесткость  $SR$  определяется согласно зависимости:

$$SR = (f \cdot F)/(L \cdot y)$$

где: **SR** – кратковременная кольцевая жесткость, Н/мм<sup>2</sup>, при 3 % деформации в вертикальном направлении;

**f** – коэффициент деформации,

$$f = (1860 + 2500 \cdot y/dm),$$

**F** – нагрузка, Н;

**L** – длина образца, мм;

**y** – деформация образца, мм;

**dm** – средний диаметр образца.

Для определения кратковременной кольцевой жесткости к образцу с постоянной скоростью прикладывают нагрузку перпендикулярно продольной оси образца (рисунок А.1). Фиксируют нагрузку, вызывающую относительную вертикальную деформацию диаметра трубы, равную 3% для труб классов SN 5000 и SN 10000. Для труб класса SN15000 нагрузка фиксируется при относительной деформации 2.6%.

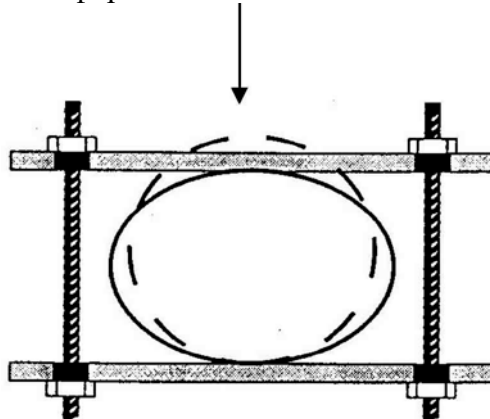


Рисунок А.1 – Схема приложения нагрузки

Образцы-фрагменты трубы отбирают из партии ПКТ методом случайной выборки. Для испытания от трубы отрезается перпендикулярно оси три образца длиной  $(0,3 \pm 0,02)$  м. Перед испытанием определяют фактическую длину образца металлической линейкой по ГОСТ 427, а также полную среднюю толщину стенки трубы (не менее чем по 4 точкам) с помощью штангенциркуля по ГОСТ 166 или стенкомера с точностью до 0,1 мм. Для испытания образцов следует использовать компьютеризированный пресс (разрывная машина) с регулируемой скоростью приложения нагрузки и силоизмерителем, имеющим допустимую погрешность не более 2%. Длина опор, через которые передается усилие, должна быть не менее длины образца.

Приложение Б  
(рекомендуемое)

**Выбор основных параметров и основные требования к проектированию водопропускных сооружений ПКТ**

Основные параметры водопропускного сооружения из ПКТ рекомендуется определять в соответствии с Приложениями «Е, Ж, В6, Г, Д, И, М» ОДМ 218.2.001-2009 "Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон)":

**1. Е** Гидравлические расчёты с определением:

- пропускной способности труб под насыпями и выбором диаметра;
- рациональных размеров укрепления русла и выбором типов оголовков труб;
- использование примеров расчёта.

**2. Ж** Расчёт устойчивости земляного полотна с водопропускным сооружением.

**3. В6** Расчёты ПКТ в насыпях под транспортными магистралями:

- устойчивость формы поперечного сечения;
- предельные значения относительных деформаций трубы (блок-схема приведена ниже);
- поперечные деформации на стадии отсыпки трубы.

**4. И** Расчёт ПКТ на сейсмические нагрузки.

**5. Г** Расчёт осадок ПКТ и назначение строительного подъёма труб.

**6. Д** Расчёт осадок ПКТ и назначение строительного подъёма труб на оттаивающих грунтах.

**7. М** Рекомендации при проектировании ПКТ в районах вечной мерзлоты.

При проектировании водопропускных сооружений из ПКТ рекомендуется учитывать следующие положения:

- проектирование конструкций водопропускных сооружений из ПКТ должно производиться на основе полных достоверных исходных данных, полученных в результате натурных изысканий расчетов и проработки возможных конструктивных решений. При этом конструкционная надежность ПКТ должна гарантироваться структурной прочностью и регламентированными значениями деформативности водопропускного сооружения, подтвержденными расчетами и обеспечивающими сохранение эксплуатационных параметров во всех режимах его работы.

- проектирование, расчет и назначение параметров ПКТ и всего водопропускного сооружения в целом, должны опираться на результаты детальных геотехнических изысканий.

- допускается использовать нормативные данные по значениям физико-механических характеристик грунтов, при этом значения коэффициента надежности по грунтам устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12248. Учет коэффициента надежности по грунтам осуществляется путем деления нормативных значений прочностных характеристик грунтов на величину коэффициента надежности, устанавливаемую в зависимости от изменчивости этих характеристик, числа определений и значения доверительной вероятности, принимаемой равной 0,95.

- проектирование водопропускного сооружения из ПКТ должно выполняться проектными организациями, имеющими соответствующий допуск СРО для выполнения проектных работ по транспортным сооружениям.

- перед проектированием водопропускного сооружения проводятся изыскательские работы в соответствии с [2].

- при разработке проектной документации водопропускных сооружений большого диаметра, являющихся альтернативой малым мостам, рекомендуется проводить технико-экономическое сравнение вариантов проектов.

- осуществлять гидравлические расчеты с целью определения размеров поперечного сечения для обеспечения безнапорного режима работы трубы;

- производить расчет конструкции трубы по предельному деформированному состоянию с учетом вертикального и бокового давлений грунта по контуру трубы для определения класса жесткости трубы, параметров грунтовой засыпки и основания;

- производить расчет стыковых соединений;

- производить необходимые расчеты конструкций укрепления входного и выходного русел и оголовков ПКТ;

- проводить расчеты осадки ПКТ под насыпью в ходе строительства и при последующей эксплуатации для назначения строительного подъема и принятия решения о конструкции основания;

- в необходимых случаях назначить устройство дополнительного защитного покрытия в зависимости от степени воздействия агрессивности среды.

Рекомендуется, чтобы в состав проекта водопропускного сооружения вошли следующие чертежи и документы:

- инженерно-топографический план местности с водопропускным сооружением;

- продольный профиль ПКТ с разрезами и узлами, а также указания на профиле геологических условий и типа основания под трубу;

- план в увязке с водоотводами и деталями укрепления русел и откосов насыпи;

- в необходимых случаях конструкция грунтовой обоймы ПКТ в теле насыпи;

- оголовки с сопряжениями с руслами и откосами;

- ограждения и лестницы;

- лотки, гасители скорости, детали обоймы;

- ведомости объемов;

- пояснительная записка с расчетами;

- смета.

В состав пояснительной записки входят главы:

- исходные данные;

- гидравлические расчеты;

- расчеты конструкции;

- технологический регламент с требованиями к последовательности и технологии выполняемых работ;

- безопасность и экология;

- стоимостные расчеты с данными оценки и сравнения вариантов;

- указания по мониторингу.

При проектировании водопропускного сооружения из ПКТ должны учитываться результаты проверки обеспечения стабильности насыпи, выполняемой при проектировании земляного полотна.

В процессе отсыпки и уплотнения грунтовой обоймы по бокам ПКТ относительное уменьшение диаметра трубы не должно превышать 3% его номинального размера, при этом выполняется проверка необходимости устройства временных креплений на стадии отсыпки и уплотнения боковых призм грунта.

Проектировать крепление следует так, чтобы оно включалось в работу только после трехпроцентного уменьшения горизонтального диаметра ПКТ.

Блок-схема определения относительных деформаций ПКТ под транспортной насыпью.



Т а б л и ц а Б.2 Экспериментальные данные по испытаниям труб в грунте (длина образца 1 м.)

| п/п | Диаметр трубы (мм) | Класс жесткости (SN) | Приложенная Нагрузка (тс) | Деформация трубы (мм) | Максимальное значение напряжений (растяжение/сжатие) (кгс/см <sup>2</sup> ) | Модуль упругости (кгс/см <sup>2</sup> ) | Состояние трубы |
|-----|--------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|---|---|-----------------|
| 1   | 2                  | 3                    | 4                         | 5                     | 6   | 7                                       | 8               |
| 1.  | 1000               | 5000                 | 120                       | 31,91                 | 695/701   | 242560                                  | Без разрушений  |
| 2.  | 1000               | 5000                 | 150                       | 52,34                 | 515/758   | 242560                                  | Без разрушений  |
| 3.  | 1000 (со стыком)   | 5000                 | 160                       | 23,1                  | 1151/1327   | 242560                                  | Без разрушений  |
| 4.  | 1000               | 15000                | 160                       | 46,41                 | 609/1103  | 242400                                  | Без разрушений  |
| 5.  | 1000               | 15000                | 160                       | 39,76                 | 829/520   | 242400                                  | Без             |

|    |                  |       |     |       |         |        |                |
|----|------------------|-------|-----|-------|---------|--------|----------------|
|    |                  |       |     |       |         |        | разрушений     |
| 6. | 1000 (со стыком) | 15000 | 160 | 32,37 | 582/396 | 242400 | Без разрушений |

\*\*\* -Экспериментальные данные получены в результате испытаний НИИ Мостов (г. С. Петербург).

Приложение В  
(обязательное)

**Расчёт характеристик материала ПКТ**

В.1 Значения расчётных характеристик материала  $R_s$  (расчётных сопротивлений растяжения, сжатия изгиба, сдвига, а также кольцевой жёсткости, модуля упругости и т.д.) определяются по формуле:

$$R_s = R/\gamma_c$$

где  $R$  – нормативное значение характеристик стеклопластика;  
 $\gamma_c$  – обобщённый коэффициент надёжности по материалу.

Нормативные значения характеристик стеклопластика  $R$ , определяются по формуле:

$$R = R_m (1-2.0v),$$

где  $R_m$  и  $v$  – среднее значение характеристик стеклопластика и коэффициент вариации свойств композита по данным экспериментальных испытаний. Объем испытаний должен составлять не менее 21 образца.

В.2 Допускается при отсутствии экспериментальных данных испытаний образцов композита (т.е. значений  $v$ ), нормативные значения  $R$  определять по формуле:

$$R = R_m / \gamma_{m,1} \cdot \gamma_{m,2}$$

где:  $\gamma_{m,1}$  – коэффициент надёжности, характеризующий неоднородность свойств стеклопластика, равный 1.35

$\gamma_{m,2}$  – коэффициент надёжности, связанный с неоднородностью свойств компонентов стеклопластика и способа изготовления звеньев ПКТ, равный 1.3.

В.3 Коэффициент надёжности по материалу  $\gamma_c$  принимается равным:

$$\gamma_c = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6$$

где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние увлажнения на механические характеристики стеклопластика. Принимается по таблице В.1;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий старение стеклопластика. Принимается равным 1,2 для 100 лет эксплуатации водопропускного сооружения;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры. Принимается равным 1,15;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий влияние ползучести для долговременных нагрузок. Рассчитывается по п.4 настоящего Приложения;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий фактор усталости для предельного состояния по жёсткости. Принимается равным 1.1;

$K_6$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности после циклов замораживания – оттаивания. Принимается равным 1,35 (при отсутствии экспериментальных данных).

Т а б л и ц а В.1 – Влияния увлажнения на расчётные характеристики полимерного композита за время эксплуатации сооружения

| Вид напряжённого состояния          | Коэффициент увлажнения, $K_1$ |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Растяжение в направлении $0^\circ$  | 1,35                          |
| Растяжение в направлении $90^\circ$ | 2,03                          |
| Сжатие в направлении $0^\circ$      | 1,33                          |
| Сжатие в направлении $90^\circ$     | 1,54                          |
| Изгиб в направлении $0^\circ$       | 1,35                          |



|                              |      |
|------------------------------|------|
| Изгиб в направлении 90°      | 2,03 |
| Сдвиг                        | 1,33 |
| Скалывание в направлении 0°  | 1,33 |
| Скалывание в направлении 90° | 1,54 |

Коэффициент  $K_5$  не учитывается в расчётах на прочность и выносливость, а коэффициент  $K_4$  в расчётах на выносливость и вибрационные воздействия.

В.4 При отсутствии экспериментальных данных коэффициент  $K_4$ , учитывающий фактор ползучести, допускается рассчитывать по формуле:

$$K_4 = t^n,$$

где  $t$  – продолжительность действия долговременной нагрузки в часах. Для 100 лет эксплуатации водопропускного сооружения  $t = 876\,600$  часов, для 40 лет эксплуатации  $t = 350\,640$  часов;

$n$  – показатель, зависящий от типа армирования. При расположении волокон по направлению нагрузки:  $n = 0.01$  для однонаправленных слоёв,  $n = 0.04$  – для тканых слоёв и  $n = 0.1$  – для слоёв из мата.

Расчётные значения коэффициента  $K_4$  приведены в таблице В.2

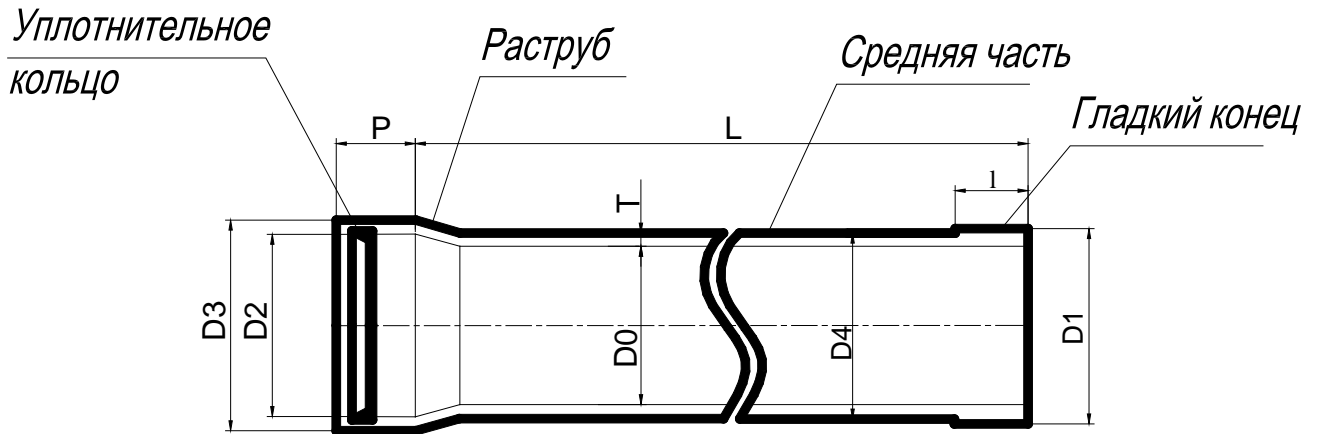
Т а б л и ц а В.2 – Значения коэффициента  $K_4$

| Продолжительность нагрузки, часов | Значение коэффициента $K_4$ для показателя $n$ равного |      |      |
|-----------------------------------|--|------|------|
|                                   | 0,01   | 0,04 | 0,1  |
| 876600                            | 1,15   | 1,73 | 3,93 |
| 350640                            | 1,14   | 1,67 | 3,59 |

Приложение Г  
(обязательное)

**Геометрические размеры звеньев ПКТ**

Г.1 Трубы диаметром от DN 500 до DN 2000 изготавливают в соответствии с рисунком Г.1 и размерами, приведёнными в таблицах Г.1, Г.2. Длина секций составляет 3, 6, 9, 12 м соответственно. Допускается изготовление ПКТ других диаметров и звеньев длиной от 1 до 12 м.



- D<sub>0</sub> – внутренний диаметр (прямой участок);
- D<sub>1</sub> – наружный диаметр (вставная часть)
- D<sub>2</sub> – внутренний диаметр (раструб);
- D<sub>3</sub> – наружный диаметр (раструб);
- D<sub>4</sub> – наружный диаметр (прямой участок);
- L – эффективная длина звена трубы;
- P – длина раструба;
- L – длина гладкого конца;
- T – толщина стенки трубы

Рисунок Г.1 – Общий вид трубы

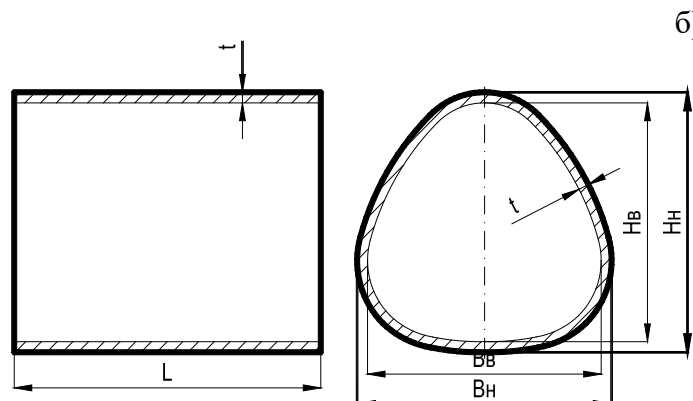
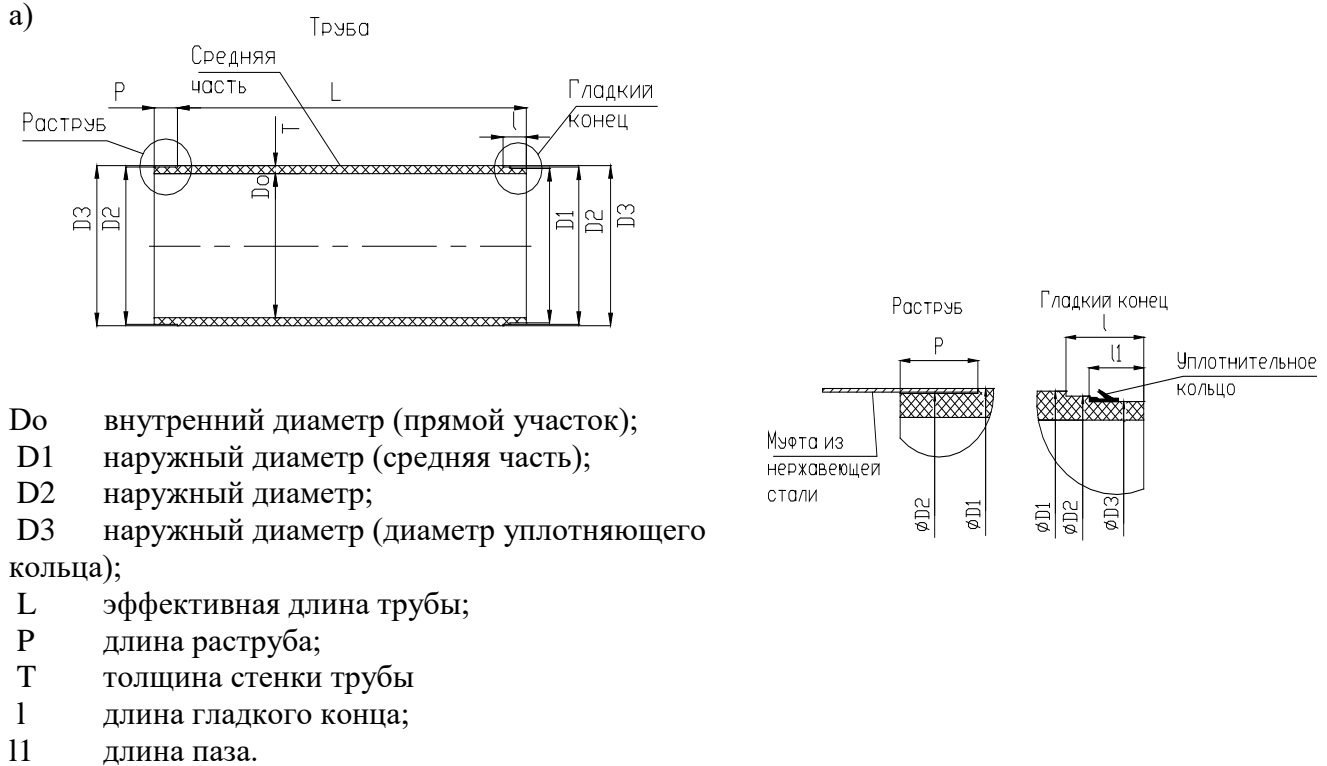
Т а б л и ц а Г.1 – Размеры труб, мм

| Внутренний диаметр DN, мм | Do   | D1   | D2   | D3 <sub>min</sub> | P   | I   |
|---------------------------|------|------|------|-------------------|-----|-----|
| 500                       | 500  | 523  | 532  | 560               | 200 | 200 |
| 600                       | 600  | 627  | 636  | 670               | 200 | 200 |
| 700                       | 700  | 731  | 740  | 780               | 200 | 200 |
| 800                       | 800  | 835  | 844  | 888               | 220 | 220 |
| 900                       | 900  | 939  | 948  | 998               | 220 | 220 |
| 1000                      | 1000 | 1043 | 1053 | 1109              | 220 | 220 |
| 1200                      | 1200 | 1251 | 1261 | 1321              | 220 | 220 |
| 1400                      | 1400 | 1460 | 1470 | 1534              | 220 | 220 |
| 1600                      | 1600 | 1668 | 1680 | 1748              | 250 | 250 |
| 1800                      | 1800 | 1877 | 1889 | 1961              | 300 | 300 |
| 2000                      | 2000 | 2085 | 2097 | 2173              | 330 | 330 |

Т а б л и ц а Г.2 – Трубы безнапорные PN1. Основные размеры.

| Номинальный<br>внутренний<br>диаметр, мм<br>DN | D4, мм<br>не менее |             | Класс жесткости                   |                               |                                |                                | D4, мм не<br>менее | Класс жесткости                   |                            |
|--|--------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------|
|  |                    |             | SN 5 000                          |                               | SN 10 000                      |                                |                    | SN 15 000                         |                            |
|  | SN<br>5000         | SN<br>10000 | Толщина<br>стенки<br>не менее, мм | Расчетная<br>масса*,<br>кг/6м | Толщина стенки<br>не менее, мм | Расчетная<br>масса, *<br>кг/6м | SN 15 000          | Толщина<br>стенки<br>не менее, мм | Расчетная<br>масса*, кг/6м |
| 500  | 520,3              | 520,3       | 10,2                              | 203,0                         | 10,2                           | 203                            | 521,2              | 10,6                              | 212                        |
| 600  | 620,3              | 622,9       | 10,2                              | 247,0                         | 11,5                           | 278                            | 626,5              | 13,3                              | 322                        |
| 700  | 723,9              | 725,8       | 12,0                              | 242,0                         | 12,9                           | 369                            | 729,3              | 14,7                              | 419                        |
| 800  | 824,0              | 829,8       | 12,0                              | 400,0                         | 14,8                           | 490                            | 832,6              | 16,3                              | 537                        |
| 900  | 926,5              | 933,4       | 13,3                              | 501,0                         | 16,7                           | 626                            | 936,6              | 18,3                              | 684                        |
| 1000   | 1030,1             | 1038,0      | 15,1                              | 620,0                         | 19,0                           | 779                            | 1041,8             | 20,9                              | 855                        |
| 1200   | 1236,9             | 1247,0      | 18,5                              | 917,0                         | 23,5                           | 1162                           | 1249,7             | 24,9                              | 1225                       |
| 1400   | 1442,8             | 1452,0      | 21,4                              | 1248,0                        | 26,0                           | 1506                           | 1459,2             | 29,6                              | 1710                       |
| 1600   | 1647,7             | 1661,4      | 23,9                              | 1599,0                        | 30,7                           | 2041                           | 1667,0             | 33,5                              | 2220                       |
| 1800   | 1855,4             | 1871,5      | 27,7                              | 2115,0                        | 35,8                           | 2700                           | 1875,4             | 37,7                              | 2837                       |
| 2000   | 2060,9             | 2079,7      | 30,5                              | 2604,0                        | 39,9                           | 3364                           | 2083,7             | 41,9                              | 3519                       |
| * Справочная величина для длины труб – 6 м     |                    |             |                                   |                               |                                |                                |                    |                                   |                            |

Допускается изготовление ПКТ других форм и размеров (рисунок Г.2), которые определяются конструкторско-технической документацией, утвержденной в установленном порядке. Конструктивно соединительные части могут быть выполнены из нержавеющей стали или композитного материала. Герметичность обеспечивается резиновым уплотнительным кольцом. Допускается изготовления труб для ремонта существующих водопропускных труб с наружной поверхностью, обсыпанной песком.



$H_n$  — наружная высота мм  
 $H_b$  — внутренняя высота мм  
 $B_n$  — наружная высота мм  
 $B_b$  — внутренняя высота мм  
 $t$  — толщина стенки мм

Рисунок Г.2 – Безраструбные и овалыные трубы

## Приложение Д

(обязательное)

**Требования к качеству поверхности труб**

Порядок оформления контрольных образцов внешнего вида и критерии допустимых дефектов поверхности труб

Д.1 Контрольные образцы-эталоны представляют собой один или несколько отрезков труб, но не более пяти, одного номинального наружного диаметра и номинальной толщины стенки, длиной не менее 500 мм, с маркировкой и раструбом на одном из них, пронумерованных и отобранных от серийной выпущенной партии труб, изготовленной в соответствии с требованиями настоящего (СТО).

Д.2 Каждый контрольный образец-эталон снабжают одним ярлыком, где указывают:

- условное обозначение трубы;
- наименование предприятия - изготовителя;
- гриф утверждения контрольного образца руководителем предприятия-изготовителя, заверенной круглой печатью с указанием даты утверждения.

Д.3 Контрольные образцы-эталоны оформляются и утверждаются на каждый номинальный внутренний диаметр в количестве не менее трех и хранят на предприятии-изготовителе.

Д.4 Контрольные образцы утверждаются на срок до пересмотра технических условий.

Д.5 При изменении данных технических условий контрольные образцы подлежат переутверждению.

Д.6 Дефекты поверхности труб оцениваются в соответствии с таблицей Д.1.

Т а б л и ц а Д.1 – Критерии допустимых дефектов поверхности

| Описание дефекта   | Допустимый уровень дефекта   |  |
|--|--|--|
|  | Внутренняя поверхность   | Наружная поверхность   |
| Участки внутреннего/наружного слоев, не пропитанные смолой (белые пятна) | Не допускаются   | Допускается в длину и ширину не более 100 мм.                                  |
| Складки (морщины) выступы на поверхностном слое смолы                    | Не допускаются   | Допускается,   |
| Царапины (например, в результате неправильной перевозки)                 | Допускается, если не обнажены волокна ровинга                              | Допускается, если не обнажены волокна ровинга                                  |
| Раковины   | Допускается, если не обнажены волокна ровинга                              | Допускается, если не обнажены волокна ровинга                                  |
| Газовые включения в слой смолы   | Допускается, глубиной не более 3,0 мм, шириной до 5,0 мм, длиной до 30 мм. | Допускается шириной не более 50мм, длиной не более 50мм, глубиной не более 3мм |
| Зоны без слоя песка  | Допускаются  | Допускается  |
| Расслоения   | Не допускается   | Не допускается   |
| Овальность   | 1%   | Допускается  |

Производитель оставляет за собой право производить ремонт раковин на поверхности трубы, при этом допускается наличие отремонтированных мест, отличающихся по цвету. Штамп ОТК на поверхности трубы подтверждает соответствие характеристик поставленной трубы спецификации договора поставки.

ООО «БиоПласт», т.м. HELYX  
ИНН/КПП: 7717588798 / 771701001  
ОГРН 5077746756258

Юрид.адрес: 129085, г. Москва, ул. Проспект Мира, д. 101,  
стр. 2, этаж 5, помещение I, комната 4

Почт. адрес: 125493 г. Москва, ул. Флотская, д.5, корп. А  
Р/счет 407 028 106 381 500 094 27

В ПАО «Сбербанк России» г. Москва,  
Кор/счет 301 018 104 000 000 002 25  
БИК 044 525 225

## ПАСПОРТ КАЧЕСТВА № \_\_\_\_\_

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Наименование</b>                 | Труба HELYX GRP DN____ SN____ L____<br>водопрopusкная СТО 80843267-003-2017. |
| <b>Производитель</b>                | ООО «БиоПласт»   |
| <b>Условное обозначение трубы</b>   | DN____SN____   |
| <b>Размер трубы, мм</b>             | L=_____  |
| <b>Заказ №</b>                      | _____  |
| <b>Номер партии</b>                 | _____  |
| <b>Размер партии</b>                | _____  |
| <b>Протокол заводских испытаний</b> | _____  |
| <b>Дата изготовления (приемки)</b>  | _____  |
| <b>Условия и сроки хранения</b>     | Хранят в соответствии с СТО 80843267-003-2017                                |

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

| № п/п | Наименование показателя   | Значение показателя в соответствии с СТО 80843267-003-2017                   | Результаты испытаний      |
|-------|---|--|---------------------------|
| 1     | Внешний вид поверхности   | Должен соответствовать СТО   | Соответствует требованиям |
| 2     | Геометрические размеры изделий и их предельные отклонения   | Должны соответствовать СТО   | Соответствует требованиям |
| 3     | Жесткость трубы   |  | Соответствует требованиям |
| 4     | Деформация трубы (недопустимо разрушение структурного слоя и наличия прогибов и расслоений при стандартной деформации). % | Допустимо до __ %  | Соответствует требованиям |
| 5     | Растяжение в поперечном направлении Н/мм  | —  | Соответствует требованиям |
| 6     | Растяжение в осевом направлении Н/мм  | —  | Соответствует требованиям |
| 7     | Устойчивость трубы к внутреннему давлению 0,2 мПа в течении 3 (трех) минут  | Труба не должна иметь протечек или трещин в ходе испытаний и после испытаний | Соответствует требованиям |

Сертификат соответствия: № \_\_\_\_\_, действует до \_\_\_\_\_ г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** продукция соответствует СТО 80843267-003-2017 и признана годной для эксплуатации

Начальник производства \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
Начальник ОТК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дата выдачи паспорта \_\_\_\_\_ г.

МП



**Библиография**

- [1] СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03-84\* Мосты и трубы. Актуализированная редакция»
- [2] СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения
- [3] СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
- [4] СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительных объектов. Основные положения
- [5] СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений
- [6] СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии
- [7] СП 131.13330.2012 Строительная климатология
- [8] СП 46.13330-2011 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы. Актуализированная редакция»
- [9] СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.
- [10] ОДМ 218.2.001-2009 Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон).
- [11] ГН 2.3.3.972-00 Предельно-допустимые количества миграции химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами.
- [12] ТУ 2296-001-80843267-2010 Трубы стеклопластиковые и фасонные изделия к ним для трубопроводов питьевого водоснабжения и канализации. Технические условия.
- [13] ОДМ 218.3.053.-2015 Рекомендации по применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов