

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
«РОССИЙСКИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
«АВТОДОР»)

Страстной б-р, д. 9, Москва, 127006
тел.: +7 495 727 11 95, факс: +7 495 784 68 04
<http://www.russianhighways.ru>,
e-mail: info@russianhighways.ru

26.02.2019 № 2326-ИТЦ
На № _____ от _____

Коммерческому директору
АО «СТЕКЛОНИТ»

М.В. Маркину

450027, Республика Башкортостан, г. Уфа,
ул. Трамвайная, д. 15

Уважаемый Михаил Викторович!

Рассмотрев материалы, представленные письмами от 29.10.2018 № 1647-03 и от 25.02.2019 № 275-01, продлеваем согласование стандарта организации АО «СТЕКЛОНИТ» СТО 00204961-017-2015 «Трубы водопропускные стеклопластиковые. Технические условия» с Изменением № 2 (далее – СТО) для добровольного применения на объектах Государственной компании сроком на три года с даты настоящего согласования.

Ежегодно в наш адрес необходимо направлять аналитический отчет с результатами мониторинга и оценкой применения изделий в соответствии с требованиями согласованного СТО на объектах Государственной компании и прочих объектах.

Контактное лицо: заместитель директора Департамента проектирования, технической политики и инновационных технологий Ильин Сергей Владимирович, тел. (495) 727-11-95, доб. 33-07, e-mail: S.Ilyin@russianhighways.ru.

Заместитель председателя правления
по проектированию
и инновационным технологиям

И.Ю. Зубарев

Акционерное общество «СТЕКЛОНИТ»

ГРУППА КОМПАНИЙ РУСКОМПОЗИТ
СТЕКЛОНИТ

СТАНДАРТ
ОРГАНИЗАЦИИ

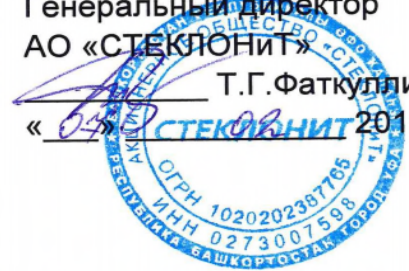
СТО 00204961-017-
2015

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
АО «СТЕКЛОНИТ»

Т.Г.Фаткуллин

« 04 » Апрель 2019 г.



ТРУБЫ ВОДОПРОПУСКНЫЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫЕ

Технические условия

(Измененная редакция, Изм.2)

Уфа
2019

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 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Тверьстеклопластик (ОАО «Тверьстеклопластик»)

2 ВНЕСЕН Научно-техническим центром «РУСКОМПОЗИТ»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Управляющего директора ОАО «Тверьстеклопластик» от « 21 » июля 2015 г. № 172

4 ИЗДАНИЕ (февраль, 2019) с Изменением 2

Информация об изменениях к настоящему стандарту ежегодно размещается на официальном сайте АО «СТЕКЛОНИТ» www.steklonit.com в сети Интернет, а текст изменений и поправок - ежемесячно. В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта уведомление будет размещено на вышеуказанном сайте.

АО «СТЕКЛОНИТ», 2019 г.

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

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения	5
4	Условные обозначения.....	7
5	Технические требования	7
	5.1 Основные технические требования.....	7
	5.2 Требования к конструктивным элементам водопропускного сооружения.....	12
	5.3 Требования к геометрическим параметрам.....	19
	5.4 Требования к материалам.....	20
	5.5 Требования к качеству изделий.....	22
	5.6 Комплектность.....	23
	5.7 Маркировка.....	23
	5.8 Упаковка.....	24
6	Требования безопасности и охраны окружающей среды	24
7	Правила приемки	26
	7.1 Приёмка на предприятии-изготовителе.....	26
	7.2 Приемка элементов труб, поступивших на строительную площадку.....	29
8	Методы контроля	29
9	Транспортирование и хранение	33
10	Гарантии изготовителя	35
	Приложение А (обязательное) Геометрические параметры труб	36
	Приложение Б (справочное) Геометрические параметры муфт	46
	Приложение В (обязательное) Требования к качеству поверхности труб. Порядок оформления контрольных образцов внешнего вида и критерии допустимых дефектов поверхности труб	49
	Приложение Г (обязательное) Определение и расчёт значений кольцевой жёсткости труб	51
	Приложение Д (обязательное) Расчет характеристик материала СПТ.....	54
	Приложение Е (рекомендуемое) Выбор основных параметров и основные требования к проектированию водопропускных сооружений... ..	56
	Приложение Ж (рекомендуемое) Расчет СПТ на прочность и устойчивость.....	59
	Приложение И (рекомендуемое) Расчет СПТ на деформации.	62
	Приложение К (рекомендуемое) Методика гидравлических расчетов водопропускных СПТ.....	66
	Библиография	67
	Лист регистрации изменений.	68

ТРУБЫ ВОДОПРОПУСКНЫЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫЕ
Технические условия

Дата введения - 2015-08-04

1 Область применения

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

Изделия могут использоваться в сетях ливневой канализации и в качестве водопропускных труб в насыпях автомобильных и железных дорог.

Стеклопластиковые трубы могут быть применены для строительства и ремонта водопропускных труб в условиях умеренного и холодного климата при температурах воздуха от минус 50 °С до плюс 60 °С.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ТР ТС 003/2011	Технический регламент Таможенного союза о безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта
ТР ТС 005/2011	Технический регламент Таможенного союза о безопасности упаковки
ТР ТС 014/2011	Технический регламент ТС безопасность автомобильных дорог
ТР ТС 019/2011	Технический регламент Таможенного союза о безопасности средств индивидуальной защиты
ГОСТ 9.708-83	Единая система защиты от коррозии и старения. Пластмассы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов
ГОСТ 12.0.004-2015	Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
ГОСТ 12.1.004-91	Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.1.007-76	Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.044-89	Система стандартов безопасности труда. 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 12.3.002-2014	Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.009-76	Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.030-83	Система стандартов безопасности труда. Переработка пластических масс. Требования безопасности
ГОСТ 12.4.011-89	Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
ГОСТ 12.4.021-75	Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования
ГОСТ 12.4.028-76	Система стандартов безопасности труда. Респираторы ШБ-1 «Лепесток». Технические условия
ГОСТ 12.4.068-79	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования
ГОСТ 15.309-98	Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

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 17.2.3.02-2014	Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями
ГОСТ 17.4.3.04-85	Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения
ГОСТ 25.601-80	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах
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 25.603-82	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на растяжение кольцевых образцов при нормальной, повышенной и пониженной температурах
ГОСТ 25.604-82	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на изгиб при нормальной, повышенной и пониженной температурах
ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 4650-2014	Пластмассы. Метод определения водопоглощения
ГОСТ 5378-88	Угломеры с нониусом. Технические условия
ГОСТ 7470-92	Глубиномеры микрометрические. Технические условия
ГОСТ 7502-98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 9378-93	Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия
ГОСТ 9550-81	Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе
ГОСТ 11012-69	Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ
ГОСТ 12423-2013	Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)
ГОСТ 33259-2015	Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на номинальное давление до PN 250. Конструкция, размеры и общие технические требования
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов
ГОСТ 15139-69	Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)
ГОСТ 15173-70	Пластмассы. Метод определения среднего коэф-

	фициента линейного теплового расширения
ГОСТ 15846-2002	Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение
ГОСТ 18829-73	Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств. Технические условия
ГОСТ 19300-86	Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры
ГОСТ 21650-76	Средства скрепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах. Общие требования
ГОСТ 24297-2013	Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля
ГОСТ 25100-2011	Грунты. Классификация
ГОСТ 30244-94	Материалы строительные. Метод испытаний на горючесть
ГОСТ 30402-96	Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость
ГОСТ 32871-2014	Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. Технические требования
ГОСТ 33123-2014	Трубы водопропускные из полимерных композитов. Технические условия
ГОСТ Р 51285-99	Сетки проволочные крученые с шестиугольными ячейками для габионных конструкций. Технические условия
ГОСТ Р 51474-99	Упаковка. Маркировка, указывающая на способ обращения с грузами
ГОСТ 32960-2014	Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения
ГОСТ Р 54560-2011	Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Технические условия
ГОСТ Р 54928-2012	Пешеходные мосты и путепроводы из полимерных композитов. Технические условия
ГОСТ Р 55077-2012	Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Методы определения химической стойкости внутренней поверхности в условиях нагружения
ГОСТ Р 55877-2013	Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Методы испытаний. Определение износостойкости внутренней поверхности
ГОСТ Р ИСО 3126-2007	Трубопроводы из пластмасс. Пластмассовые элементы трубопровода. Определение размеров
ГОСТ ИСО 12162-2006	Материалы термопластичные для напорных труб и соединительных деталей. Классификация и обозначение. Коэффициент запаса прочности

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действия ссылочных стандартов – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по 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 заменяющим (измененным) стандартом. 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:

3.1 стеклопластиковая водопропускная труба: Малое искусственное сооружение из пластмассы, армированной стекловолокном для беспрепятственного пропуска водного потока под земляным полотном автомобильной или железной дороги.

3.2 полимерный композит (полимерный композиционный материал); ПКМ: Композит, матрица которого образована из термопластичных или термореактивных полимеров или эластомеров.

3.3 пластмасса, армированная стекловолокном (стеклопластик): Реактопласт, армированный стекловолокном.

3.4 стекловолокно: Волокно или комплексная нить, формируемые из расплава стекла методом экструзии

3.5 реактопласт: Пластическая масса, которая формируется в результате отверждения термореактивной смолы.

3.6 термореактивная смола: Смола, которая при отверждении под действием температуры и/или в результате химической реакции необратимо превращается в твердый, неплавкий и нерастворимый материал с трехмерной сетчатой структурой.

Примечание – к термореактивным относятся ненасыщенные полиэфирные, эпоксидные, винилэфирные, фенольные и другие виды органических смол.

3.7 безнапорный режим работы водопропускной трубы: Режим работы, при котором подпор меньше высоты трубы на входе либо превышает ее не более чем на 20%, при этом на всем протяжении трубы водный поток имеет свободную поверхность

3.8 кольцевая жесткость трубы SR, Н/м²: Физико-механическое свойство полимерной композитной трубы, определяющее ее способность выдерживать нагрузку, направленную перпендикулярно продольной оси трубы.

Примечание - 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 % (для труб классов SN 5000 и SN 10000) и 2.6 % (для труб классов SN 15000) относительной деформации испытуемого образца, а также длина самого испытуемого образца. Среднеарифметическое из трех значений, так называемая кратковременная кольцевая жесткость (в кН/м²), 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).

3.9 номинальная жёсткость трубы SN: Числовое обозначение физико-механического свойства полимерной композитной трубы, численно равное кольцевой жёсткости трубы и округленное до ближайшего целого числа из стандартного ряда чисел.

Примечание - Класс кольцевой жёсткости (SN в МПа) 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 жёсткость трубы (SN) определяется по формуле:

$$SN = \frac{EI}{d^3}, \quad (1)$$

где: E - кратковременный модуль упругости материала трубы, кН/м²;
I - момент инерции профиля стенки трубы на единицу длины, м⁴/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.

4 Условные обозначения

4.1 Условные обозначения водопропускных труб должны содержать:

- наименование продукции слово «Труба», торговая марка «СТЕКОН»;
- краткое наименование материала трубы GRP;
- номинальный внутренний диаметр (DN), мм;
- класс жесткости трубы (SN);
- длина трубы L (6 м, 12 м и др.);
- 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 SN 10000, длина 6 м:

Труба «СТЕКОН» GRP DN 1000, SN 10000, L – 6.0 м, СТО 00204961-017-2015.

5 Технические требования

5.1 Основные технические требования

5.1.1 Водопропускные трубы должны соответствовать требованиям настоящего стандарта (СТО) и комплекта конструкторской (КД) и технологической документации (ТД) предприятия-изготовителя, утверждённой в установленном порядке.

5.1.2 СПТ производятся методом намотки на оправку требуемой формы многослойного композиционного материала на основе ненасыщенной полиэфирной смолы, армированной стекловолокном 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.

Внутренний и внешний защитные слои звеньев СПТ 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.

5.1.3 Трубы должны иметь конфигурацию и геометрические размеры в соответствии с Приложением А.

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

5.1.5 Предельные отклонения от перпендикулярности торцевой поверхности к продольной оси трубы должны соответствовать значениям, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – Предельные отклонения от перпендикулярности торцевой поверхности.

Номинальный диаметр трубы (DN), мм	Отклонение, мм, не более
от 500 до 700	4,4
от 800 до 1400	8,0
от 1500 до 2000	10,0

5.1.6 Трубы должны быть прямолинейными. Отклонение от прямолинейности (кривизна) не должно превышать для труб от DN 500 до DN 2000 включительно – 1 мм на 1 пог. м трубы.

5.1.7 СПТ 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 В.

5.1.8 Водопроницаемые СПТ должны иметь следующие значения номинальной жесткости: SN 5000, SN 10000, SN 15000.

5.1.9 Кратковременная кольцевая жесткость труб (SR) должна быть не менее величины, соответствующей ближайшему значению номинального класса жесткости (SN) (Приложение Г).

5.1.10 Физико-механические характеристики СПТ должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики стеклопластика и методы их контроля.

Наименование показателя	Значение	Метод испытания
Плотность, г/см, не более	1,9	ГОСТ 15139
Модуль упругости при растяжении в осевом направлении, МПа	16000,0*	ГОСТ 9550
Модуль упругости при растяжении в направлении окружности, МПа	24200,0*	
Предельное напряжение в осевом направлении при растяжении, МПа	40*	ГОСТ 25.603
Предельное напряжение в направлении	60*	

окружности, МПа	
-----------------	--

Примечания

1. * указанные значения соответствуют усредненным показателям, полученным экспериментальным путем в лаборатории.
2. Каждое конкретное значение показателя зависит от диаметра трубы, расчетного давления, кольцевой жесткости и состава сырья.

5.1.11 В расчётах по первому предельному состоянию характеристики материала водопропускной трубы допускается принимать в соответствии с данными таблиц 3 и 4.

Таблица 3 – Расчётные значения напряжений материала водопропускной трубы в продольном (σ_x) и поперечном (σ_y) направлении оси трубы, МПа, не менее

Внутренний диаметр, мм											
500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1500	1600	1800	2000
Поперечное направление, σ_y											
14,2	13,5	13,6	14,7	14,8	14,4	14,5	14,2	14,3	14,3	14,3	14,3
Продольное направление, σ_x											
26,2	21,1	19,7	18,4	16,9	15,3	14,5	13,5	13,1	13,1	12,7	12,4

Таблица 4 – Начальный модуль упругости E_0 при растяжении материала трубы в поперечном направлении (МПа) для номинальных классов жесткости.

Диаметр трубы, мм	SN5000	SN10000	SN15000
500	7508,42	15096,00	20181,09
600	12902,28	18029,10	17643,18
700	12534,72	20280,53	20686,77
800	18590,28	20022,26	22624,27
900	19428,41	19846,86	22744,93
1000	18228,55	18495,99	20978,54
1200	17117,88	16922,96	21427,56
1400	17567,14	19814,75	20278,60
1500	18347,46	17767,66	19393,37
1600	18810,54	17983,96	20868,84
1800	17193,24	16131,04	20848,47
2000	17672,25	15998,12	20832,12

Примечание - Значения получены из теоретической формулы определения кольцевой жесткости трубы (SN):

$$E_0 = \frac{SN \times d^3}{I}, \quad (2)$$

где d – диаметр водопропускной трубы;

$$I = \frac{\delta^3}{12} - \text{момент инерции профиля стенки трубы на единицу длины, м}^4/\text{м}.$$

5.1.12 Предельные значения относительных деформаций при действии поперечной сжимающей нагрузки на стенки труб номинальной жесткостью SN 5000, SN 10000, SN 15000 должны составлять не более 18,0 %; 14,5 % и 12,5 % соответственно.

5.1.13 Расчёт значений механических характеристик, в том числе, относительных изменений диаметра трубы для каждого класса кольцевой жёсткости следует производить в соответствии с указаниями Приложения Д.

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

5.1.15 Допускается в расчётах труб значения жёсткости (EI) для нормируемых классов кольцевой жесткости SN звеньев водопропускных труб принимать по таблице 5.

Таблица 5 – Жёсткости СПТ (EI) (кНм²/м)

Диаметр 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
1500	17,649	35,739	53,956
1600	21,400	43,363	65,381
1800	30,452	61,678	93,093
2000	41,784	84,685	127,701

5.1.16 Для водопропускных СПТ необходимо обеспечить безнапорный режим работы, исключая гидравлический удар и резонансные колебания системы "труба - насыпь", чтобы избежать негативного влияния поверхностного стока воды на проезжую часть или железнодорожные пути.

5.1.17 Обеспечение безнапорного пропуска максимального расхода через СПТ достигается при выполнении следующих условий:

- проектирование водопропускного сооружения производится с использованием исходных данных по значениям расходов стока, определяемых с учетом возможного увеличения площади водосбора при сооружении насыпи и водоотводов и полученных на основе изыскательских работ в соответствии с положениями СП 47.13330 [2];

- расчет СПТ на воздействие водного потока на железных дорогах следует производить по гидрографам расчетного и наибольшего паводков, а на автомобильных дорогах – по гидрографам расчетного паводка.

Примечание - Вероятности превышения расходов паводков и соответствующих им уровней воды на пике паводков на железных дорогах следует принимать:

расчетные - 1:100 (1 %) для линий I и II категорий; 1:50 (2 %) для линий III и IV категорий и подъездных путей;

наибольшие - 1:300 (0,33 %) для линий I и II категорий; 1:100 (1 %) для линий III и IV категорий.

Для труб на подъездных путях промышленных и сельскохозяйственных предприятий, не допускающих перерыва движения по условиям технологии производства, вероятность превышения расчетных расходов и уровня воды следует принимать равной 1:100 (1%).

Вероятности превышения расходов паводков при проектировании труб на автомобильных дорогах следует принимать:

- 1% на дорогах I категории;
- 2% на дорогах II и III категории и городских улицах;
- 3% на дорогах IV и V категорий [3].

- исключение возможности образования подпора путем назначения соответствующего диаметра трубы с обеспечением зазора между поверхностью потока и шельги свода в трубе, равного не менее $1/4$ отверстия трубы;

- ограничения максимального продольного уклона дна СПТ величиной не более 50 ‰ для автомобильных дорог и 30 ‰ для железных дорог;

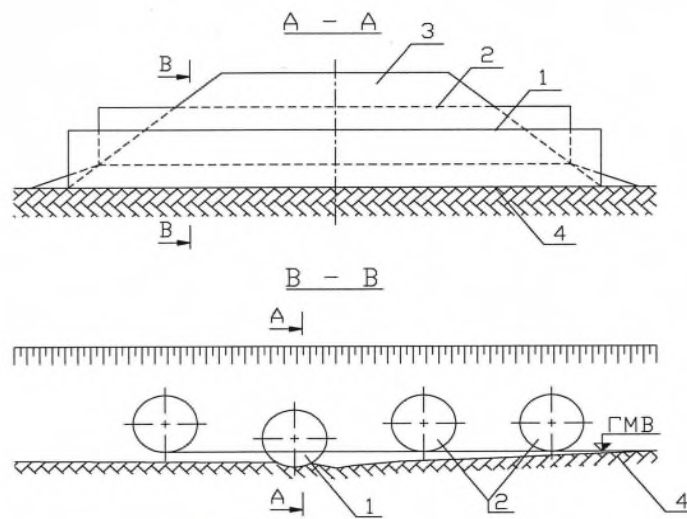
- обеспечение формирования плавного сжатия потока в пределах переходных участков;

- принятие входного и выходного оголовков, исключающих возможность появления затопленного водослива и возникновения бурного протекания воды на входе и на выходе из трубы.

5.2 Требования к конструктивным элементам водопропускного сооружения.

5.2.1 Водопропускное сооружение из СПТ может быть как одноочковое, так и многоочковое. В многоочковых сооружениях расстояние в свету между звеньями СПТ должно быть равно диаметру, но не менее 1 м. Количество СПТ в насыпи не ограничивается.

5.2.2 Многоочковые СПТ 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 1), что улучшает эксплуатационные характеристики сооружения.



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

Рисунок 1 – Многоочковое водопропускное сооружение из полимерных композиционных труб

5.2.3 Конструкция основания под СПТ должна удовлетворять требованиям и соответствовать принципиальным схемам, приведенным на рисунке 2:

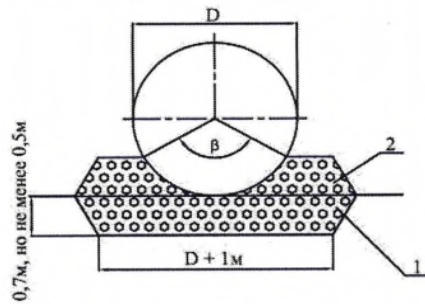
- подушку под трубу необходимо устраивать в тех случаях, когда основание сложено глинистыми, скальными и песчаными пылеватыми грунтами. На слабых основаниях должна производиться замена слабого грунта либо устраиваться искусственное основание с применением геосинтетических материалов;

- 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 полимерные композиционные трубы 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;

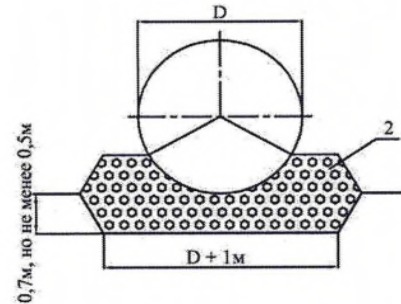
- обязательным элементом грунтовой обоймы является конструктивный демпфирующий слой вокруг трубы, толщиной до 0,5 м, устраиваемый из песчано-гравийного или щебеночного грунта при максимальном размере частиц грунта до 40 мм. В качестве такого элемента может быть использован геосинтетический материал,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

- при значительной высоте насыпи (более 8 м) над полимерной композиционной трубой с целью снижения уровня напряжений в теле трубы грунтовая обойма может быть устроена в виде горизонтальных упоров из армогрунта, стабилизирующих конструкцию в горизонтальном направлении.

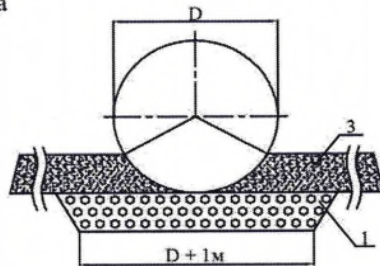
а) с устройством верхней части подушки после укладки трубы



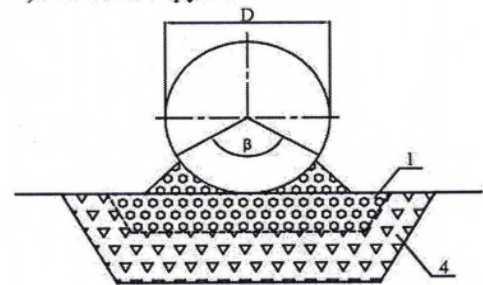
б) с предварительным устройством ложа



в) с отсыпкой нулевого слоя и устройством ложа



г) с заменой грунта



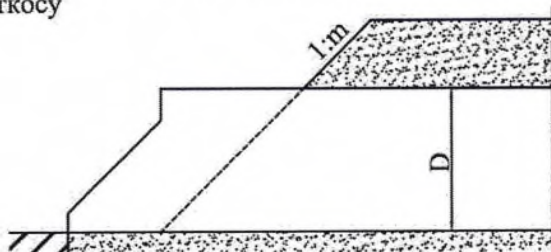
1 - первый этап отсыпки подушки; 2 – второй этап отсыпки подушки;
3 – нулевой слой; 4 – замена грунта основания песчано-гравийной, либо скальной отсыпкой; β - 120° при опирании на плоское основание;
 β - 90° при опирании на грунтовое ложе

Рисунок 2 – Конструкция основания под полимерные композиционные трубы

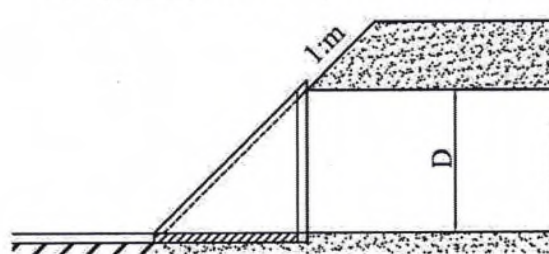
5.2.4 Очертание откосов насыпи над СПТ и возле нее в пределах армогрунтовой обоймы и непосредственно за ее границей следует проверять на устойчивость земляного полотна. С целью повышения устойчивости откосов и уменьшения длины трубы откосы сооружения могут быть также армированы геосинтетическим материалом.

5.2.5. В качестве основного типа следует применять трубы с вертикальным или скошенным параллельно откосу насыпи торцом концевого звена (рисунок 3).

а) без оголовка со срезом, параллельным откосу



в) с раструбным оголовком



б) без оголовка со срезом перпендикулярно оси СПТ

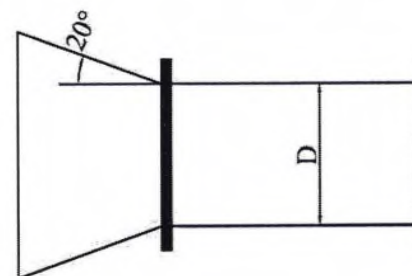
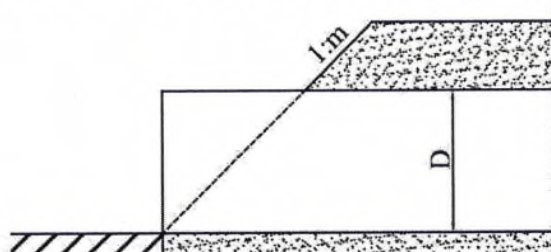


Рисунок 3 – Типы оголовков СПТ.

5.2.6 Для предотвращения подмыва основания СПТ и исключения скопления воды в основании под трубой следует предусматривать по концам конструкции противофильтрационные экраны преимущественно из цементно-грунтовой смеси, либо из железобетона, бетона. 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 $D/2$ (диаметра) + 1,0 м в каждую сторону от оси трубы.

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

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

5.2.7 Для увеличения водопрпускной способности СПТ (вместо сооружения трубы с большим отверстием) при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применение оголовков (рисунок 3).

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

5.2.8 СПТ на косогорах надлежит укладывать на естественное основание с уклоном, близким уклону лога (но не более, чем в п. 5.1.18), либо на отсыпке земляного полотна из скального грунта, устойчивого против выветривания в теле насыпи, с расположением выхода из трубы выше дна лога с устройством бермы из скального грунта.

5.2.9 На косогорах и на логах с периодическими водотоками допускается применение комбинированных водопропускных сооружений в виде СПТ и фильтрующих насыпей, либо в виде каскадных труб. При этом расчет фильтрующих насыпей производится на меженный уровень, а полимерная композиционная труба включается в работу по пропуску паводковых вод (рисунок 4).

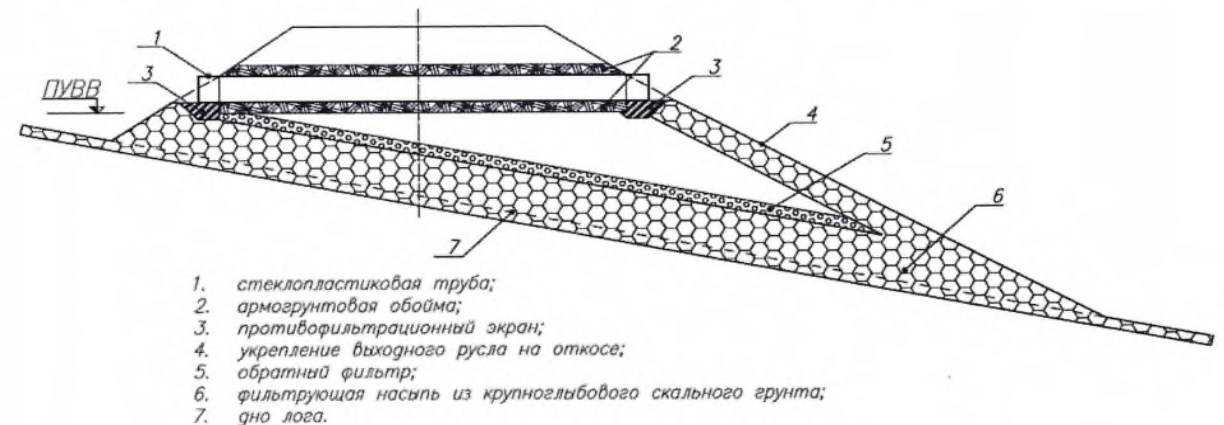


Рисунок 4 – Устройство полимерных композиционных труб на косогоре.

5.2.10 Трубы из полимерных композиционных материалов укладывают в профилированное ложе, вырезанное, либо вытрамбованное в нулевом слое грунта толщиной, обеспечивающей центральный угол опирания конструкции не менее 90°-120°. Нулевой слой грунта должен быть отсыпан из материала, которым засыпается трубы из полимерных композиционных материалов или отсыпается подушка, и уплотнен не менее 0,95 максимальной стандартной плотности.

5.2.11 Для устройства основания (подушки) и грунтовой засыпки труб применяют следующие материалы:

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

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

5.2.12 В необходимых случаях (необходимость использования слабых грунтов) вокруг труб устраивается грунтовая обойма на ширину (в уровне горизонтального диаметра), равную радиусу трубы плюс не менее 4 м с каждой стороны трубы, и высоту не менее 0,5 м над верхом конструкции трубы. Грунтовая обойма отсыпается грунтами, отвечающими требованиям 5.2.11.

5.2.13 Назначение грунтовой обоймы – повысить прочность и надежность конструкции сооружения в целом, снизить уровень напряжений и их неравномерность в материале стенок, уменьшить вертикальные деформации в верхней части трубы и горизонтальных в средней ее части. Выбор типа и параметров грунтовой обоймы производится на основе расчетов напряженно-деформированного состояния.

5.2.14 Грунтовая обойма обеспечивает прочность, устойчивость и геометрическую неизменяемость конструкции их полимерных композиционных труб в слабых грунтах. В зависимости от высоты сооружения, диаметра трубы, параметров грунтов основания и сооружения, системы нагрузок, наличия сейсмических нагрузок, технологии и организации строительства и других факторов в конструкции водопропускного сооружения из полимерных композитных труб и грунтовой обоймы в качестве конструкционных и несущих материалов могут быть использованы различные геосинтетические материалы или сварные сетки.

5.2.15 Наименьшая высота засыпки грунтом над водопропускными трубами должна быть равна:

- на автомобильных дорогах общего пользования, на дорогах и на улицах городов, поселков и сельских населенных пунктов, а также промышленных предприятий - 0,5 м, 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.

5.2.16 Бровка земляного полотна на подходах к трубам должна быть не менее чем на 0,5 м выше отметки подпорного уровня.

5.2.17 Для предотвращения несанкционированного доступа физических лиц в тело трубы, а также для защиты трубы от карчехода рекомендуется применять защитное ограждение в виде сварных сеток с полимерным покрытием. Защитное ограждение в виде сварных сеток не должно уменьшать пропускную способность сооружения.

5.2.18 При проектировании СПТ в условиях вечной мерзлоты следует руководствоваться указаниями по возведению их оснований, укреплению русла и засыпке труб на вечномерзлых и пучинистых грунтах с соблюдением норм и

требований действующих нормативных документов, в т.ч. СП 22.13330 [5], с учетом свойств грунтов слоя сезонного промерзания (оттаивания) и вечномерзлых грунтов при оттаивании.

5.2.19 При необходимости устройства оголовков, глубина заложения фундаментов оголовков СПТ 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.

5.2.20 Фундаменты оголовков на пучинистых грунтах следует рассчитывать с учетом воздействия касательных сил морозного пучения грунта в соответствии с СП 22.13330 [5].

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

5.2.22 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 (Приложение К).

5.2.23 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 2-х диаметров трубы.

5.2.24 Строительный подъем труб при высоте насыпи свыше 12 м следует назначать в соответствии с расчетом ожидаемых осадок от веса грунта насыпи. При расчете осадок труб допускается использовать методику, применяемую при расчете осадок фундаментов.

5.2.25 Трубы под насыпями высотой 12 м и менее следует укладывать со строительным подъемом (по лотку), равным $1/40h$ – при грунтовых подушках из песчано-гравийной или песчано-щебеночной смеси;

где h – высота насыпи.

5.2.26 Отметки лотка входного оголовка (или входного звена) трубы следует назначать так, чтобы они были выше отметок среднего звена трубы как до проявления осадок основания, так и после прекращения этих осадок. Стабильность проектного положения звеньев водопропускных труб в направлении продольной оси сооружений должна быть обеспечена устойчивостью откосов насыпи и прочностью грунтов основания.

5.2.27 При устройстве труб на скальных грунтах и на свайных фундаментах строительный подъем назначать не следует.

5.3 Требования к геометрическим параметрам

5.3.1 Минимальный диаметр СПТ назначается на основе гидравлических расчетов, класса кольцевой жёсткости СПТ и параметров грунтовой засыпки (обоймы).

5.3.2 Размер отверстия СПТ следует устанавливать не менее 1 м, а при длине трубы более 20 м - не менее 1,5 м. Размер отверстия СПТ следует назначать от 0,50 м - на съездах (при соответствующем технико-экономическом обосновании).

5.3.3 Размер отверстия СПТ в районах с расчетной минимальной температурой воздуха ниже минус 40°C должен быть не менее 1,5 м.

Допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании минимально допустимый диаметр трубы назначать равным 1,4 м.

5.3.4 Применяются следующие способы соединения труб между собой:

- раструбное соединение;
- муфтовое соединение;
- ламинированное соединение встык;
- механическое (ремонтное) соединение стяжной муфтой (хомутом).

5.3.5 В процессе производства СПТ с раструбами соединениями 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.

Допускается производить звенья СПТ без уплотнителей в местах установки оголовка.

5.3.6 СПТ выпускаются с раструбами оголовками трех типов (рисунок 3):

- с выступающим из тела насыпи вертикально срезанным торцом;
- с выступающим из тела насыпи торцом, срезанным по откосу насыпи;
- с порталным оголовком.

5.3.7 Для СПТ с муфтовыми соединениями предусматривается два вида соединительных муфт: стальная и стеклопластиковая.

Стальная муфта является покупным изделием и приобретается у сторонних организаций.

Стальные муфты комплектуются эластомерными уплотнительными кольцами. Стальные муфты изготавливаются по индивидуальному заказу.

5.3.8 Стеклопластиковые муфты изготавливаются по настоящему стандарту.

5.3.9 Муфты представляют собой отрезки установленной длины из предварительно изготовленных муфтовых труб.

5.3.10 Концы муфт должны быть обрезаны без заусенцев перпендикулярно оси трубы и обработаны в соответствии с конструкторской и технологической до-

кументацией. На внутренней поверхности муфт нарезаются канавки под эластомерные уплотнители.

5.3.11 Муфты классифицируются по типу (в зависимости от наличия центрального упора), и в каждом типе – по номинальному давлению. В зависимости от наличия центрального упора муфты могут изготавливаться:

- без центрального упора;
- с центральным упором.

В стандартном исполнении изготавливаются муфты с центральным упором.

5.3.12 Геометрические размеры муфт с центральным упором для номинальных давлений РУ 10, РУ 16 и РУ 20 атм. приведены в таблице Б.1 (Приложение Б).

5.3.13 Допустимые отклонения геометрических параметров муфты, показанной на рисунке Б.1, приведены в таблице Б.2 (Приложение Б).

5.3.14 В качестве уплотнений в муфтах должны использоваться кольца. В качестве центральных упоров также должны использоваться кольца или сегменты колец (для центрального упора в муфтах большого диаметра). Уплотнения и упоры являются комплектующими изделиями.

5.4 Требования к материалам

5.4.1 Стеклопластиковые трубы и муфты изготавливаются на основе метода непрерывной намотки стекловолокнистых армирующих материалов с одновременной пропиткой термореактивными смолами, с наполнением кварцевым песком и с добавлением дополнительных технологических компонентов.

5.4.2 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.

5.4.3 В качестве термореактивных смол могут использоваться типы смол согласно требованиям ГОСТ Р 54560, а также: полиэфирные (ненасыщенные), винилэфирные, эпоксидные и фенольные.

5.4.4 Стеклопластик армируют следующими типами армирующих наполнителей: стеклоровинги из стекла класса «Е», стеклосетки и облицовочные ленты (маты) из стекла класса «С», стеклоткани (кордная, двунаправленная, мультиаксиальная) и вуали из стекла класса «Е».

5.4.5 Допускается в состав стеклопластиковых труб вводить инертные наполнители, которые не оказывают негативного влияния на основные физико-механические свойства стеклопластика: стабилизаторы влияния ультрафиолетового излучения и озона, замедлители горения, пигменты, мел (CaCO_3), оксид кремния

(SiO₂), стеклянные и полимерные микросферы, не армирующие композит волокна по ГОСТ Р 54560.

5.4.6 Введение в состав стеклопластика инертных наполнителей не должно приводить к снижению средних значений физико-механических показателей данных материалов.

5.4.7 Конструктивные элементы из стеклопластика должны быть пригодны для эксплуатации в следующих условиях:

- интервал рабочих температур от минус 60 °С до плюс 60 °С;
- степень агрессивности наружной среды - слабоагрессивная;
- сейсмичность – не более 9 баллов.

5.4.8 Дополнительные требования представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Дополнительные требования к свойствам СПТ и методы их определения.

Наименование показателя	Значение	Нормативный документ
Водопоглощение, %, не более	0,5	ГОСТ 4650
Абразивный износ, мм ³ /м, не более	10	ГОСТ Р 55877 (метод А) с учетом ГОСТ 11012
Климатическая стойкость, %, не более	5	ГОСТ 9.708

5.4.9 Полимерные композиты должны удовлетворять требованию по химической стойкости к внешним воздействиям, указанным в таблице 7.

Таблица 7 – Требование по химической стойкости.

Наименование показателя	Норма	Нормативный документ
Химическая стойкость внутренней поверхности в условиях нагружения	Время до разрушения при утечке для каждого образца не менее 6000 ч при воздействии NaCl (10 %), H ₂ SO ₄ (30 %), HNO ₃ (40 %), NaOH (40%)	ГОСТ Р 55077

5.4.10 Допускается применение в конструкциях оголовков габионные конструкции согласно требованиям ГОСТ Р 51285.

5.4.11 При соединении с существующими железобетонными или гофрированными металлическими трубами для создания гидроизоляции стыка рекомендуется применять термостойкие рулонные армированные материалы.

5.4.12 Клеящие материалы, если они требуются для соединения, должны соответствовать указаниям изготовителя соединения. Изготовитель соединения дол-

жен обеспечить, чтобы клеящие материалы не оказывали какого-либо отрицательного воздействия на элементы, с которыми они используются, и не проводили к невыполнению испытываемым соединений требований по рабочим характеристикам.

5.4.13 Для защиты поверхности водопропускных труб от грунта отсыпки содержащего частицы более 40 мм рекомендуется при соответствующем технико-экономическом обосновании применять мультиаксиальный скальный лист.

5.4.14 Уплотнители должны быть выполнены из эластомеров и обеспечивать герметизацию стыка смежных звеньев труб согласно требованиям ГОСТ Р 54560. Уплотнители должны удовлетворять требованиям ГОСТ 18829.

5.4.15 Рекомендуемая проектная продолжительность эксплуатации СПТ принимается не менее 50 лет [7].

5.5 Требования к качеству изделий

5.5.1 Качество выпускаемых изделий контролируется на всех стадиях производства.

5.5.2 На готовых изделиях не допускаются:

а) На внутренних поверхностях труб и муфт не допускаются:

- нарушения целостности лайнерного слоя, в том числе - выходы стекловолокна;
- непропитанные связующим материалом участки;
- воздушные (газовые) включения во внутреннем слое лайнера;
- волнистость, вмятины, выступы (вздутия) различной формы высотой (или глубиной) более 1 мм;
- шероховатость на внутренних поверхностях труб более 30 микрон, кроме мест внутренней формовки герметизирующих слоев;
- трещины, раковины и посторонние включения глубиной (высотой) более 1 мм;
- не пропитанные связующим внутренние поверхности канавок под уплотнения и стопорные элементы в муфтах.

б) На наружных поверхностях труб, муфт и отрезков труб в составе фасонных частей не допускаются:

- воздушные включения, и раковины глубиной более 1,5 мм, нарушающие целостность наружного слоя с выходами стекловолокна;
- на посадочных поверхностях труб (в местах установки муфт) трещины, раковины и любые посторонние включения высотой более 1 мм и непропитанные связующим поверхности;
- волнистость, локальные вздутия и выступы высотой (глубиной) более 3 мм;
- наличие любых посторонних включений и выступов, в том числе - любых острых выступов отвержденного связующего;

- механические повреждения - пропилы, сколы, царапины глубиной более 1,0 мм, «побеление» (расслоение) наружного слоя вследствие удара по поверхности и термических деструкций или ультрафиолетовых воздействий.

в) На торцах изделий не допускаются:

- заусенцы, сколы, расслоения, выходы стекловолокна и посторонние включения;

- не гладкие, не перпендикулярные к осевой линии изделия и не пропитанные связующим торцевые поверхности.

5.6 Комплектность

5.6.1 Раструбные СПТ поставляются с двумя раструбными оголовками, выходной и входной.

5.6.2 В случае конструктивного решения с муфтовым соединением в стандартной комплектации потребителю поставляется СПТ с муфтой на одном конце, установленной в заводских условиях.

5.6.3 По требованию заказчика трубы и муфты поставляются отдельно.

5.6.4 При поставке по заказу трубы и муфты должны поставляться потребителю в комплекте со всеми необходимыми соединительными деталями и уплотнениями, а также с руководством по установке. Допускается изготовление заказного муфтового клеевого (ламинированного) соединения с уплотнителями и без уплотнителей, которое является аналогом раструбного соединения.

5.7 Маркировка

5.7.1 Каждая труба должна иметь четкую, легко читаемую маркировку. Маркировка наносится путем покраски по трафарету на наружной поверхности трубы.

5.7.2 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.

5.7.3 Маркировка, нанесенная на трубу, должна содержать следующие данные:

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

5.7.4 Транспортную маркировку наносят в соответствии с ГОСТ 14192.

5.8 Упаковка

5.8.1 Изделия не подлежат специальной упаковке с использованием упаковочных материалов. Для предотвращения перемещения изделий при транспортировке используются ложементы и стяжки.

5.8.2 Высота пакета труб не превышает 3 м при хранении труб при температуре не выше 50 °С.

5.8.3 При укладке труб друг на друга используются деревянные бруски в количестве не менее 3-х штук на одну секцию трубы.

5.8.4 Работы по упаковке труб проводятся на площадках, удаленных от мест проведения работ с открытым пламенем.

5.8.5 При упаковке труб методом «труба в трубе» (телескопически) используются резиновые прокладки.

5.8.6 Операции по упаковке изделий выполняются с учетом требований ГОСТ Р 51474.

5.8.7 Типы и виды упаковки должны соответствовать требованиям ТР ТС 005/2011.

5.8.8 Для районов Крайнего Севера упаковка по ГОСТ 15846.

6 Требования безопасности и охраны окружающей среды

6.1 В местах производства работ с использованием изделий из композиционных материалов, а также вблизи мест их складирования запрещается разводить огонь, хранить легковоспламеняющиеся вещества.

6.2 При работе с композиционными изделиями следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004.

6.3 При производстве и переработке стеклопластика возможны выделения в воздушную среду паров стирола, перекиси метилэтилкетона, стеклопыли, ацетона, метилена хлористого. Предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005 и классы опасности по ГОСТ 12.1.007 указанных веществ приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Предельно-допустимые концентрации и класс опасности веществ

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Стирол	30	III
Перекись метилэтилкетона	3	III
Ацетон	200	IV
Стеклопиль	6	III
Метилен хлористый	50	IV

6.4 При попадании на кожу рук термореактивной смолы возможны раздражения и дерматиты. Стирол, ацетон, метилен хлористый, перекись метилэтилкетона

обладают токсическим действием на нервную систему и печень, раздражают дыхательные пути.

6.5 Стеклообразная пыль раздражающе действует на слизистые дыхательных путей и кожу. Для защиты органов дыхания от пыли необходимо использовать средства индивидуальной защиты, соответствующие требованиям ТР ТС 019/2011, респиратор типа «Лепесток» марки ШБ-1 по ГОСТ 12.4.028, 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.

6.6 Помещения для производства водопропускной трубы должны быть оборудованы общеобменной, приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012[11];, ГОСТ 12.4.021.

6.7 Правила безопасности при переработке полиэфирных материалов – по ГОСТ 12.3.030.

6.8 Полиэфирные материалы не взрывоопасны, горючи. Средства пожаротушения – углекислотные ТУ 4854-001-72866739-04 или порошковые огнетушители ТУ 4854-157-21352393-96, вода, пар, асбестовое полотно, песок – должны применяться в соответствии с правилами по безопасному ведению работ.

6.9 Рабочие должны обеспечиваться спецодеждой, обувью в соответствии с ГОСТ 12.4.011 и типовыми отраслевыми нормами, проходить осмотр при приеме на работу и периодический осмотр в соответствии с действующим законодательством России (приказ № 302н от 12.04.2011г Минздравсоцразвития России).

6.10 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, обучение согласно ГОСТ 12.0.004, а также сдавшие экзамены специальной аттестационной комиссии.

6.11 Готовые изделия в процессе хранения, монтажа и эксплуатации не должны выделять в окружающую среду токсичных веществ.

6.12 Стеклообразная пыль и пыль дисперсных наполнителей должна улавливаться и утилизироваться. Правила контроля качества воздуха – по ГОСТ 17.2.3.01 и ГОСТ 17.2.3.02.

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

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

6.15 Для полимерных композитов, составляющих конструктивные элементы водопропускной трубы, должны быть определены характеристики пожарной опасности: группа горючести, группа воспламеняемости, группа дымообразующей способности, группа токсичности продуктов горения.

Характеристики пожарной опасности стеклопластика, составляющих конструктивные элементы труб, 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.

6.16 Конструктивные элементы из стеклопластика не должны оказывать вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте.

6.17 Производственные процессы осуществляются в соответствии с ГОСТ 12.3.002, применяемое оборудование по ГОСТ 12.2.003, способы производства погрузочно-разгрузочных работ по ГОСТ 12.3.009.

6.18 Требования безопасности, предъявляемые к трубам, должны соответствовать требованиям безопасности ТР ТС 003/2011, ТР ТС 014/2011.

7 Правила приемки

7.1 Приёмка на предприятии-изготовителе

7.1.1 Изготовленные трубы, муфты и фасонные детали должны быть приняты отделом технического контроля предприятия-изготовителя, который гарантирует соответствие изделий требованиям настоящих технических условий при соблюдении потребителем условий их погрузки/выгрузки, транспортирования и хранения. Производство изделий является заказным, поэтому преимущественный порядок изготовления и приемки изделий определяется в соответствии с конкретными заказами потребителей.

7.1.2 Приемка изделий производится по мере их изготовления партиями по заказам, принятым к изготовлению. Партией считают количество труб одного номинального диаметра, класса жесткости и номинальной толщины стенки, изготовленных по одному рецептурному составу, по одной технологии, сдаваемых одновременно и сопровождаемых одним документом о качестве. Размер партии труб не должен превышать 1500 пог. м, если иного не указано в конструкторской документации на проект.

Допускается поштучная приемка изделий, в том числе для муфт.

7.1.3 Для проверки соответствия изделий в партии (или поштучно) требованиям настоящему стандарту устанавливаются приемо-сдаточные, периодические, типовые и выборочные испытания в соответствии с ГОСТ 15.309.

7.1.4 Приемо-сдаточные испытания проводят с целью контроля соответствия конструктивных элементов трубы требованиям настоящего стандарта для определения возможности приёмки продукции по следующим контролируемым показателям настоящего стандарта:

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

7.1.5 Периодические испытания проводят для периодического подтверждения качества продукции и стабильности технологического процесса в установленный период с целью подтверждения возможности изготовления продукции по действующей конструкторской и технологической документации и продолжения ее приемки. Пери-

одические испытания проводит изготовитель с привлечением, при необходимости, других заинтересованных сторон, в том числе представителей заказчика. Календарные сроки проведения периодических испытаний устанавливаются в графиках, которые составляет изготовитель по согласованию с заинтересованными сторонами или с заказчиком.

7.1.6 Типовые испытания продукции проводят с целью оценки эффективности и целесообразности предлагаемых изменений в конструкции или технологии изготовления, которые могут повлиять на важнейшие потребительские свойства продукции или на соблюдение условий охраны окружающей среды.

7.1.7 Выборочные испытания проводятся с целью контроля стабильности качества выпускаемой продукции отделом технического контроля (ОТК) самостоятельно по установленному графику или по требованию заказчика.

7.1.8 Объем и последовательность проведения испытаний должны соответствовать данным, приведенным в таблице 9.

Т а б л и ц а 9 – Объем и порядок проведения испытаний

Наименование проверок и испытаний	Категория испытаний			Выборка по контролю и приемосдаточным испытаниям
	Приемосдаточные	Периодические	Выборочные	
Внешний вид, состояние внешних и внутренних поверхностей и торцов изделий	+			100 %
Геометрические размеры	+			100 %
Установка муфт на трубу	+			100 %
Показатели прочности материала изделия	По требованию и согласованному с заказчиком техническому заданию			
Показатель твердости внешней и внутренней поверхностей изделий	+	+		10 %, но не менее: - 2 шт. из партии <20 шт. - 1 шт. из партии <10 шт.
Кольцевая жесткость труб	+	+		1 образец из партии <100 шт. или 1 % из партии >100 шт.

7.1.9 При неудовлетворительных результатах проверок при приемке готовых изделий по любому показателю должен быть проведен анализ ситуации и определены причины неудовлетворительного результата, а также ликвидированы устранимые дефекты. После устранения выявленных причин должны быть изготовлены, в случае необходимости, опытные образцы и проведены повторные испытания.

7.1.10 При повторных неудовлетворительных результатах приемка изделий данной партии должна быть приостановлена до выявления и полного устранения причин несоответствия показателей требованиям настоящих технических условий и принятия решения по заделу.

7.1.11 На каждую принятую отделом технического контроля партию готовых изделий выдается паспорт-сертификат, где указываются:

- наименование предприятия-изготовителя и (или) его товарный знак, юридический адрес;
- наименование и условное обозначение продукции;
- номера партии;
- количество труб в партии;
- размер партии труб в метрах;
- результаты приемосдаточных испытаний;
- даты изготовления;
- номер стандарта организации;
- подпись лица, ответственного за приемку и штампа отдела технического контроля.

7.1.12 В случае, если в состав готового изделия входят комплектующие изделия, в паспорте-сертификате указываются сертификаты на комплектующие изделия и условия их эксплуатации (применения).

7.1.13 По требованию заказчика в комплект сопроводительной документации может включаться:

- документ, подтверждающий соответствие данной продукции требованиям настоящего стандарта (сертификат соответствия);
- паспорт качества;
- протокол приемо-сдаточных испытаний изделия завода – изготовителя.

7.2 Приемка элементов труб, поступивших на строительную площадку

7.2.1 Приемка труб, поступивших на строительную площадку, осуществляется в виде входного контроля организацией (подрядчиком) совместно с представителем технического надзора заказчика, осуществляющей монтаж водопропускного сооружения. Входной контроль включает в себя:

- проверку паспорта-сертификата поступивших элементов водопропускных труб, сопроводительных документов;
- проверку комплектности труб;
- проверку сохранности труб после транспортировки на предмет выявления внешних повреждений, снижающих несущую способность и долговечность звеньев труб.

8 Методы контроля

8.1 Контроль и испытания проводятся на всех стадиях производственного процесса и после предоставления изготовленного изделия с паспортом изделия на приемку в ОТК предприятия-изготовителя. Испытания проводят не ранее, чем через 6 часов после изготовления изделия, включая время полимеризации.

8.2 Контроль качества исходных материалов, комплектующих и готовых изделий производится в соответствии с установленными заводскими методиками, Регламентами и государственными стандартами.

8.3 Контроль геометрических размеров и форм изделий выполняется по ГОСТ Р ИСО 3126. Допускается применение дополнительного стандартного измерительного инструмента: рулетка измерительная по ГОСТ 7502; глубиномер микрометрический по ГОСТ 7470; угломер по ГОСТ 5378; измеритель фаски (шаблон); линейка измерительная по ГОСТ 427; профилографы-профилометры по ГОСТ 19300; образцы шероховатости по ГОСТ 9378.

8.4 Кроме того, для контроля размеров и форм допускается применение изготовленных на заводе-изготовителе или на специализированных предприятиях и принятые к использованию в установленном порядке измерительные инструменты и шаблоны.

8.5 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.

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

8.7 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.

8.8 Контроль прочностных характеристик заготовок труб и муфт выполняется по методикам ГОСТ 25.601, ГОСТ 25.602, ГОСТ 25.603, ГОСТ 25.604.

8.9 Коэффициент линейного теплового расширения определяется в соответствии с методиками ГОСТ 15173.

8.10 Определение кольцевой жесткости приведено в Приложении Г.

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

8.12 Контроль прочности и герметичности композиционных труб и соединительных муфт производится посредством гидравлических испытаний внутренним давлением.

Труба считается выдержавшей испытания, если, кроме выполнения условий испытаний по изменению испытательного давления, не будут визуально обнаружены разрывы, трещины, вздутия, просачивания рабочей жидкости на наружную поверхность в виде росы, капель, струек.

8.13 Плотность материала труб должна определяться одним из методов по ГОСТ 15139.

8.14 Методика определения количества смолы, армирующих добавок и наполнителя, входящих в состав слоистого материала

8.14.1 Выполнение анализа

Готовят 2 образца из композиционного материала размером (20x40) мм каждый.

В каждый из двух доведенных до постоянного веса тиглей помещают по одному образцу, взвешивают тигли с образцами и рассчитывают массу каждого образца.

Тигли с образцами помещают в муфельную печь, нагретую до (610 ± 10) °С, для сжигания. Обе пробы помещают в муфельную печь и выдерживают в ней до прекращения выделения пламени. Если толщина образца больше 6 мм, то образцы помещают в печь по одному. После сжигания образцы помещают в печь для прокаливания в течение 5-6 часов до постоянной массы. После выгрузки из муфельной печи тигли помещают в эксикатор с хлористым кальцием и охлаждают до взвешивания не менее 1 часа. Затем тигли с остатками проб взвешивают.

С остатками проб проводят следующие действия:

- высыпают остаток пробы из тигля на лист бумаги;
- отделяют кусочки ровинга от песка путем просеивания;

- отделяют намоточный ровинг от рубленного с помощью пинцета;
- взвешивают каждый материал.

8.14.2 Обработка результатов

Содержание компонентов слоистого материала (в процентах) рассчитывают по формулам:

$$P = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100, \quad (3)$$

$$GH = \frac{m_4 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100, \quad (4)$$

$$GC = \frac{m_5 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100, \quad (5)$$

$$S = \frac{m_6 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100, \quad (6)$$

где P – процент полиэфирной смолы;
 GH – процент намоточного ровинга;
 GC – процент рубленного ровинга;
 S – процент песка;
 m₁ – масса тигля, г;
 m₂ – начальная общая масса тигля и образца, г ;
 m₃ – масса тигля, намоточного ровинга, рубленного ровинга и песка, г;
 m₄ – масса тигля и намоточного ровинга, г;
 m₅ – масса тигля и песка, г.

Сумма процентного содержания компонентов должна быть равно 100 %. Если сумма меньше 99 % или больше 101 %, необходимо проверить вес и вычисления. Если ошибка не будет обнаружена, необходимо повторное испытание.

8.15 Контроль показателя твердости внутренней и наружной поверхностей по Барколу производиться в соответствии с методикой определения твердости поверхности ручным твердомером по Барколу

Твердость смолы определяется в единицах Баркола в полностью отвержденных образцах. Твердость по Барколу измеряется для определения степени полимеризации.

Анализ осуществляется прибором Твердомер.

Твердомер является высокоточным прибором и требует осторожного обращения. Когда прибор не используется, стрелка встроенного в твердомер индикатора обычно указывает на ноль. Наконечник индикатора имеет очень маленькие размеры вследствие высокоточной механической обработки. Во избежание повреждения индентора необходимо осторожное обращение с прибором.

Необходимо избегать скольжения или царапания наконечника индентора, когда он находится в контакте с испытываемой поверхностью.

Если наконечник индентора поврежден, его следует заменить.

Для испытания поверхности установить индентор и ножку прибора на плоскость испытываемой поверхности. Для обеспечения точности показаний убедиться в

отсутствии отпечатков от предыдущих испытаний в пределах 16 мм от текущей позиции индентора. Показания не следует снимать с обеих сторон испытательного диска толщиной 16 мм. Показания, полученные поверх старых отпечатков, отрицательно скажутся на точности измерений.

Сильно, но осторожно нажать на ручку прибора. Наблюдать за положением индикатора, отметив пиковое показание. При испытаниях мягких материалов будет наблюдаться некоторое падение показания от пикового значения. Это является нормальным и объясняется природой материалов.

Индентор всегда должен находиться перпендикулярно испытываемой поверхности. Для обеспечения перпендикулярности, ножка прибора должна находиться на одной поверхности с индентором, причем обе ее грани должны находиться на одной поверхности. При испытании объектов сложной формы они должны устанавливаться в приспособление для крепления, чтобы обеспечить перпендикулярность. Для плоских объектов временной подъем ножки прибора для соответствия толщине испытываемого объекта обеспечивается установкой шайб требуемой толщины между ножкой и корпусом твердомера. Точность показаний не может быть обеспечена без перпендикулярного приложения.

За результат анализа принимают значение пяти замеров прибором испытуемого образца, допускаемы сходимость двух и более наивысших результатов замера.

8.16 Метод определения степени отверждения смолы в композиционном материале методом экстрагирования в приборе Сокслетта

Для анализа предварительно изготавливают из двойного слоя фильтровальной бумаги патрончики высотой 55 мм. и диаметром 20 мм., из расчета проведения 2-3 параллельных определений.

Готовые патрончики помещают в сушильный шкаф и высушивают до постоянной массы, после чего помещают в эксикатор. Из исследуемого образца композиционного материала готовится стружка в количестве (10-12) г.

В готовые патрончики помещают стружку в количестве (3-4) г., после чего патрончики с навесками закрываются и помещаются в бюксы для взвешивания. Во избежание поглощения фильтровальной бумагой влаги из воздуха, действия данного пункта выполняются в течении 15 с.

Взвешенные патрончики с навеской стружки помещают в эксикатор аппарата Сокслетта, установленного на водяной бане. В колбу Сокслетта наливается не более 2/3 объема обезвоженного ацетона. В холодильник подают воду. Заливают горячей водой ($t = (55-60) ^\circ\text{C}$) и включают обогрев.

Производится экстрагирование стружки в течение 9 часов. Началом экстрагирования считается время, когда упадет первая капля ацетона в эксикатор.

В конце экстрагирования отключается электропитка и горячая вода сливается из водяной бани. Воду в холодильнике закрывают не ранее, чем через (30-40) мин после выключения обогрева.

После охлаждения аппарата из экстрактора вынимают патрончики с навеской и помещают на двойной лист фильтровальной бумаги для частичного удаления ацетона на воздухе. Затем патрончики высушивают в сушильном шкафу при температуре (100-105) $^\circ\text{C}$.

Патрончики высушивают до постоянной массы в течение 10 часов. Расхождения между результатами должны быть не более 0,001 г.

Содержание смолы в стеклопластике определяется выжиганием в муфеле двух-трех образцов, массой (5-15) г. при температуре 600 °С в течение (5-6) часов до постоянной массы. Выжигание образцов производится в прокаленных и доведенных до постоянной массы фарфоровых тиглях, которые после выгрузки из муфеля помещают в сушильный шкаф для охлаждения до 100 °С, затем в эксикатор с хлористым кальцием. Охлаждение в эксикаторе производится не менее 40 мин. Затем тигли с пробами взвешиваются.

Содержание смолы С, %, в композиционном материале определяется по формуле:

$$C = (C_2 - C_1) \times 100 / C_2 \quad (7)$$

где C_2 – навеска до выжигания, г;

C_1 – навеска после выжигания, г.

Расчет экстрагированной смолы Р, %, в композиционном материале производится по формуле:

$$P = (A - B) \times 100 / B, \quad (8)$$

где А – навеска до экстрагирования, г;

В – навеска после экстрагирования, г;

В – содержание смолы в навеске стружки стеклопластика, г.

Содержание смолы В, г., в навеске стружки определяется по формуле:

$$B = A \times C / 100, \quad (9)$$

где А – навеска до экстрагирования, г;

С – содержание смолы в стеклопластике, %.

Степень отверждения смолы Х, %, в композиционном материале определяется по формуле:

$$X = 100 - P \quad (10)$$

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,001 %.

8.17 Проверка внешнего вида наружной и внутренней поверхности изделий должна производиться визуально с применением, при необходимости, локального освещения и соответствующих измерительных инструментов. При этом следует руководствоваться нормативными документом предприятия.

8.18 Фасонные детали испытываются после монтажа в составе трубопровода.

9 Транспортирование и хранение

9.1 Готовые изделия транспортируются железнодорожным, автомобильным и водным видами транспорта в горизонтальном положении на открытых или закрытых платформах в соответствии с правилами перевозки грузов и техническими условиями погрузки и крепления грузов, действующими на данном виде транспорта.

9.2 Каждая партия изделий сопровождается паспортом-сертификатом и копией сертификата качества на продукцию завода-изготовителя.

9.3 Погрузочно-разгрузочные работы, складирование и транспортирование труб должны производиться с соблюдением мер, исключающих удары труб, смятие, кратковременное температурное воздействие выше 80 °С и другие возможные повреждения трубопроводов из композиционных материалов.

9.4 Запрещается сбрасывать изделия из композиционных материалов с транспортных средств.

9.5 При транспортировании допускается установка пакетов труб в несколько ярусов с опорой верхних ярусов на ложементы нижних ярусов. Установка пакетов на трубы не допускается. Трубы в пакетах укладываются с попеременной ориентировкой свободного конца трубы (или конца трубы с муфтой) в противоположных направлениях.

9.6 Подъем труб должен осуществляться с использованием мягких строп или ремней шириной не менее 80 мм с двойной сбалансированной строповкой.

9.7 Особую осторожность следует соблюдать для предотвращения повреждений торцов труб и муфт. Поднятие при помощи крючков за концы труб и муфт строго запрещено.

9.8 Во время перемещения торцы труб и муфт должны быть защищены. Защита может состоять из деревянных досок или полос мягкого пластика, которые крепятся на торцы при помощи металлических или пластиковых ремней.

9.9 При транспортировке, хранении и в процессе монтажа отверстия изделий рекомендуется закрывать полимерными материалами с целью предотвращения засоров строительным мусором.

9.10 Не допускается волочение труб по каким-либо поверхностям при складировании, транспортировке и при подготовке и проведении монтажных работ. Исключение – монтаж муфтового соединения при укладке трубопровода.

9.11 Изделия могут храниться под навесом или на открытых площадках при температуре окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С при любых погодных условиях.

Изделия, не имеющие наружного защитного слоя, предохраняющего поверхность изделия от воздействия солнечных лучей, запрещается хранить на открытых площадках, не защищенных от прямых солнечных лучей. Допускается длительное хранение изделий в закрытых помещениях при температуре от минус 50 °С до плюс 50 °С в условиях, исключающих воздействие атмосферных осадков и прямых солнечных лучей на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

9.12 Условия хранения труб у изготовителя и потребителя должны обеспечивать сохранность изделий от механических повреждений и падений. Трубы хранят в горизонтальном положении. Высота штабеля не должна превышать 3 м. Трубы диаметром свыше 1400 мм должны храниться в штабеле в один ряд. При транспортировке допускается укладка труб в штабеля, высота которых ограничивается габаритами транспортного средства.

9.13 На складе трубы укладываются на деревянные бруски и опираются на плотное основание. Выступающие детали должны находиться на расстоянии не ме-

нее 2 см от поверхности основания. Исключается непосредственный контакт поверхностей изделий друг с другом.

9.14 В условиях строительной площадки изделия должны храниться на горизонтальных площадках приобъектных складов. Изделия обычного исполнения должны быть защищенными от действия прямых солнечных лучей.

9.15 Все операции, связанные с транспортировкой изделий, не должны противоречить требованиям ГОСТ 21650, ГОСТ 14192.

9.16 Рабочий персонал, осуществляющий погрузо-разгрузочные работы, должен быть проинструктирован о методах осторожного обращения с композиционными изделиями во время их складирования и перемещения.

10 Гарантии изготовителя

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие продукции требованиям настоящего стандарта.

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

10.3 Срок службы труб составляет 50 лет.

10.4 Изготовитель не несет гарантийные обязательства в следующих случаях:

а) если трубы использовались в целях, не соответствующих ее прямому назначению;

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

в) если трубы имеют следы попыток неквалифицированного ремонта;

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

д) если дефект вызван изменением конструкции 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.

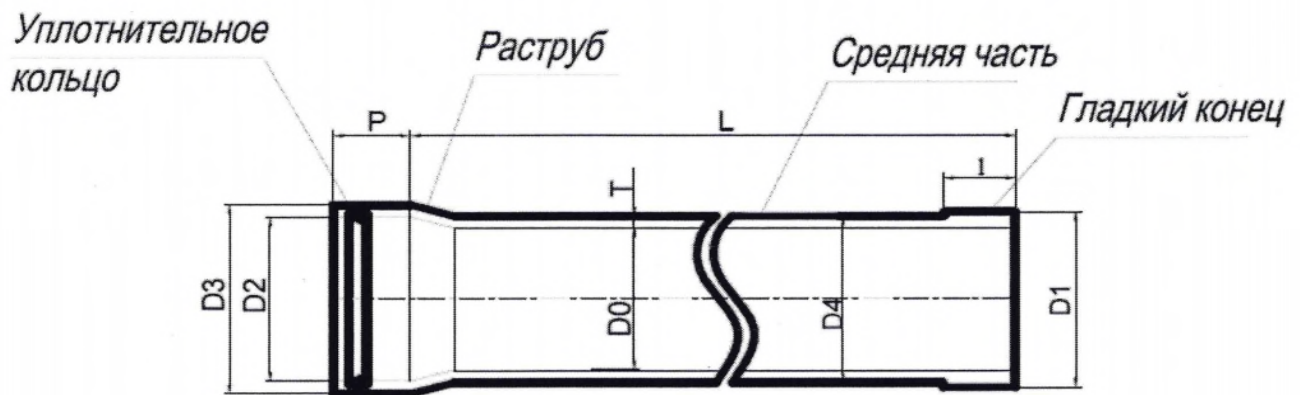
10.5 Гарантийные обязательства не распространяются на механические повреждения, возникшие при погрузочно-разгрузочных работах, хранение на объекте, при производстве строительно-монтажных и демонтажных работ.

**Приложение А
(обязательное)**

Геометрические параметры труб

Трубы диаметром от DN 500 до DN 3000 изготавливают в зависимости от способа их производства, в соответствии с рисунками Приложения А и размерами, приведёнными в таблицах Приложения А. Стандартные длины труб составляют 6 м и 12 м. По требованию заказчика и в зависимости от габаритов средства транспортировки допускается изготовление труб с длиной, отличной от стандартной.

**Геометрические параметры водопропускных труб
с раструбным соединением**



- D₀ – внутренний диаметр (прямой участок);
- D₁ – наружный диаметр (вставная часть)
- D₂ – внутренний диаметр (раструб);
- D₃ – наружный диаметр (раструб);
- D₄ – наружный диаметр (прямой участок);
- L – эффективная длина звена трубы;
- P – длина раструба;
- l – длина гладкого конца;
- T – толщина стенки трубы

Рисунок А.1 – Общий вид трубы с раструбным соединением (применяется к таблицам А.1 и А.2)

Таблица А.1 – Размеры труб с раструбным соединением, мм.

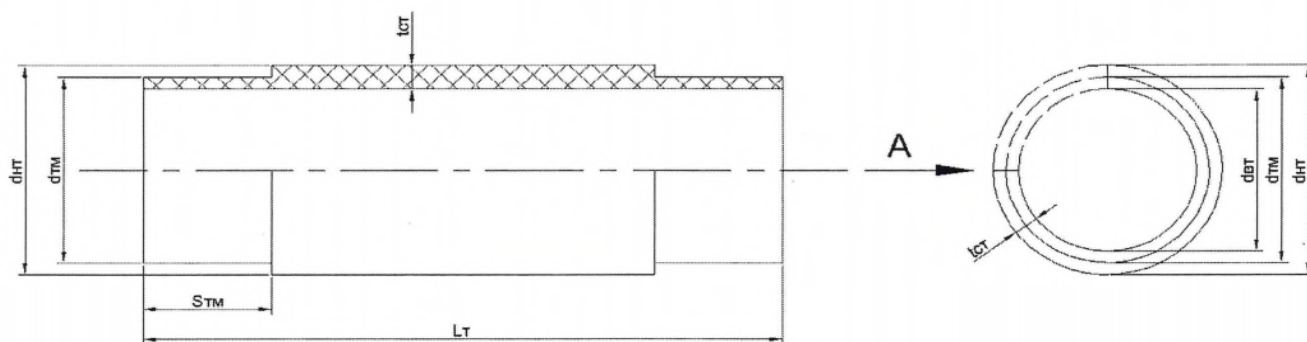
Внутренний диаметр DN, мм	Do	D1	D2	D3 _{min}	P	I
500	500	523	532	560	200	200
600	600	627	636	670	200	200
700	700	731	740	780	200	200
800	800	835	844	888	220	220
900	900	939	948	998	220	220
1000	1000	1043	1053	1109	220	220
1200	1200	1251	1261	1321	220	220
1400	1400	1460	1470	1534	220	220
1500	1500	1558	1580	1645	270	270
1600	1600	1668	1680	1748	250	250
1800	1800	1877	1889	1961	300	300
2000	2000	2085	2097	2173	330	330

Таблица А.2 – Характеристики водопропускных труб с раструбным соединением.

Номинальный внутренний диаметр DN, мм	Класс жесткости											
	SN 5000				SN 10000				SN 15000			
	D4 (диа- метр), мм не менее	Толщина стенки не менее, мм	Расчетная масса*, кг/бм	D4 (диа- метр), мм не менее	Толщина стенки не менее, мм	Расчетная масса*, кг/бм	D4 (диа- метр), мм не менее	Толщина стенки не менее, мм	Расчетная масса*, кг/бм	D4 (диа- метр), мм не менее	Толщина стенки не менее, мм	Расчетная масса*, кг/бм
500	520,3	10,2	203,0	520,3	10,2	203	521,2	10,6	212			
600	620,3	10,2	247,0	622,9	11,5	278	626,5	13,3	322			
700	723,9	12,0	242,0	725,8	12,9	369	729,3	14,7	419			
800	824,0	12,0	400,0	829,8	14,8	490	832,6	16,3	537			
900	926,5	13,3	501,0	933,4	16,7	626	936,6	18,3	684			
1000	1030,1	15,1	620,0	1038,0	19,0	779	1041,8	20,9	855			
1200	1236,9	18,5	917,0	1247,0	23,5	1162	1249,7	24,9	1225			
1400	1442,8	21,4	1248,0	1452,0	26,0	1506	1459,2	29,6	1710			
1500	1549,6	22,6	1511,0	1573,9	28,9	1985	1554,2	32,2	2199			
1600	1647,7	23,9	1599,0	1661,4	30,7	2041	1667,0	33,5	2220			
1800	1855,4	27,7	2115,0	1871,5	35,8	2700	1875,4	37,7	2837			
2000	2060,9	30,5	2604,0	2079,7	39,9	3364	2083,7	41,9	3519			
* справочная величина для длины труб – 6 м.												

Геометрические параметры труб с муфтовым соединением

Вид А



L_T – длина звена трубы;

$t_{ст}$ – толщина стенки водопропускной трубы;

$S_{ТМ}$ – длина участка муфтового соединения;

$d_{нрт}$ – наружный диаметр трубы;

$d_{ТМ}$ – диаметр трубы под муфтовое соединение;

$d_{вт}$ – внутренний диаметр трубы.

Рисунок А.2 – Геометрические параметры трубы с муфтовым соединением (применяется к таблицам А.3, А.4 и А.5)

Таблица А.3 – Размеры труб с муфтовым соединением, мм

Условный диаметр D_u , мм	Наружный диаметр $d_{нрт}$, мм	Геометрические параметры заходной части (диаметр $d_{ТМ}$), мм
300	314,6	314,0
350	366,6	366,0
400	413,1	412,5
450	464,1	463,5
500	515,0	514,5
600	617,1	616,5
700	719,1	718,5
800	821,1	820,5
900	923,1	922,5
1000	1025,1	1024,5
1100	1127,1	1126,5
1200	1229,1	1228,5
1300	1331,1	1330,5

1400	1433,1	1432,5
1500	1535,1	1534,5
1600	1637,1	1636,5
1700	1739,1	1738,5
1800	1841,1	1840,5
1900	1943,1	1942,5
2000	2045,1	2044,5
2200	2249,0	2248,5
2400	2453,1	2452,5
2600	2657,1	2656,5
3000	3066,1	3065,5

Таблица А.4 – Характеристики водопропускных труб с муфтовым соединением.

Номинал. диаметр DN, мм	Номинальное давление P_n , МПа (Атм)		
	0,1-0,4 (1,0-4,0)		
	Внутр. Диаметр $D_{в*}$, мм	Толщина стенки t^* , мм	Масса трубы m^* , кг/пм
Номинальная жесткость G 1250 Па			
300	307,1	3,8	6,5
350	258,1	4,3	8,6
400	403,7	4,7	10,8
450	453,7	5,2	13,4
500	503,6	5,7	16,6
600	604,0	6,5	22,7
700	704,0	7,5	30,6
800	804,3	8,4	38,0
900	904,3	9,4	49,1
1000	1004,3	10,4	60,5
1100	1104,6	11,2	70,6
1200	1204,8	12,2	85,0
1300	1304,8	13,1	98,0
1400	1405,1	14,0	114,3
1500	1505,2	15	129,2
1600	1605,1	16,0	149,2
1700	1705,7	16,7	163,7
1800	1805,4	17,9	187,9
1900	1905,8	18,6	204,8
2000	2005,7	19,7	230,3
2200	2206,0	21,6	277,0
2400	2406,0	23,6	330,9
2600	2606,7	25,2	383,4
3000	3007,4	29,3	510,7
Номинальная жесткость G 2500 Па			
300	305,8	4,4	7,6
350	356,7	5,0	10,0
400	402,3	5,4	12,4
450	451,8	6,2	16,0
500	501,7	6,7	19,3
600	601,5	7,8	27,0
700	701,1	9,0	36,5
800	800,5	10,3	47,8
900	900,4	11,4	59,5

1000	1000,2	12,5	72,5
1100	1099,6	13,7	86,8
1200	1199,2	15,0	104,6
1300	1298,9	16,1	120,8
1400	1398,4	17,4	142,1
1500	1498,7	18,2	158,1
1600	1598,3	19,4	181,2
1700	1697,9	20,6	203,0
1800	1798,1	21,5	226,2
1900	1898,1	22,5	248,0
2000	1997,2	24,0	279,9
2200	2196,5	26,3	338,6
2400	2396,3	28,4	399,2
2600	2595,5	30,8	468,7
3000	2995,0	35,5	619,2
Номинальная жесткость G 5000 Па			
300	303,5	5,6	8,8
350	353,6	6,6	12,4
400	398,4	7,4	15,7
450	448,0	8,1	19,6
500	497,5	8,8	24,0
600	597,0	10,1	33,1
700	696,0	11,6	44,7
800	794,8	13,2	59,0
900	894,2	14,5	73,2
1000	993,0	16,1	90,8
1100	1092,8	17,1	109
1200	1191,4	18,9	128,5
1300	1290,7	20,2	152,4
1400	1389,6	21,8	173,9
1500	1488,9	23,1	201,6
1600	1587,8	24,7	226,0
1700	1687,6	25,8	255,1
1800	1785,4	27,9	287,7
1900	1885,1	29,0	321,1
2000	1983,8	30,7	353,9
2200	2182,1	33,5	425,0
2400	2380,6	36,3	502,3
2600	2578,0	39,6	594,2
3000	2976,0	45,0	786,4
Номинальная жесткость G 10000 Па			
300	300,7	7,0	11,2
350	350,9	7,9	15,0
400	395,6	8,8	19,2
450	444,8	9,7	23,9
500	493,9	10,6	29,3
600	592,2	12,5	41,5
700	690,6	14,3	55,9
800	788,6	16,3	73,4
900	887,0	18,1	92,2
1000	985,4	19,9	113,1
1100	1084,9	21,1	134,8
1200	1182,0	23,6	161,4
1300	1281,7	24,7	186,8
1400	1379,0	27,1	218,2
1500	1477,6	28,7	251,4

1600	1575,4	30,9	284,0
1700	1674,6	32,3	320,3
1800	1772,2	34,5	358,0
1900	1872,7	35,2	390,5
2000	1970,6	37,3	430,6
2200	2165,3	41,9	534,1
2400	2362,4	45,4	631,9
2600	2559,0	49,1	740,2
3000	2954,8	55,6	974,6

П р и м е ч а н и я

1. * Данные являются справочными

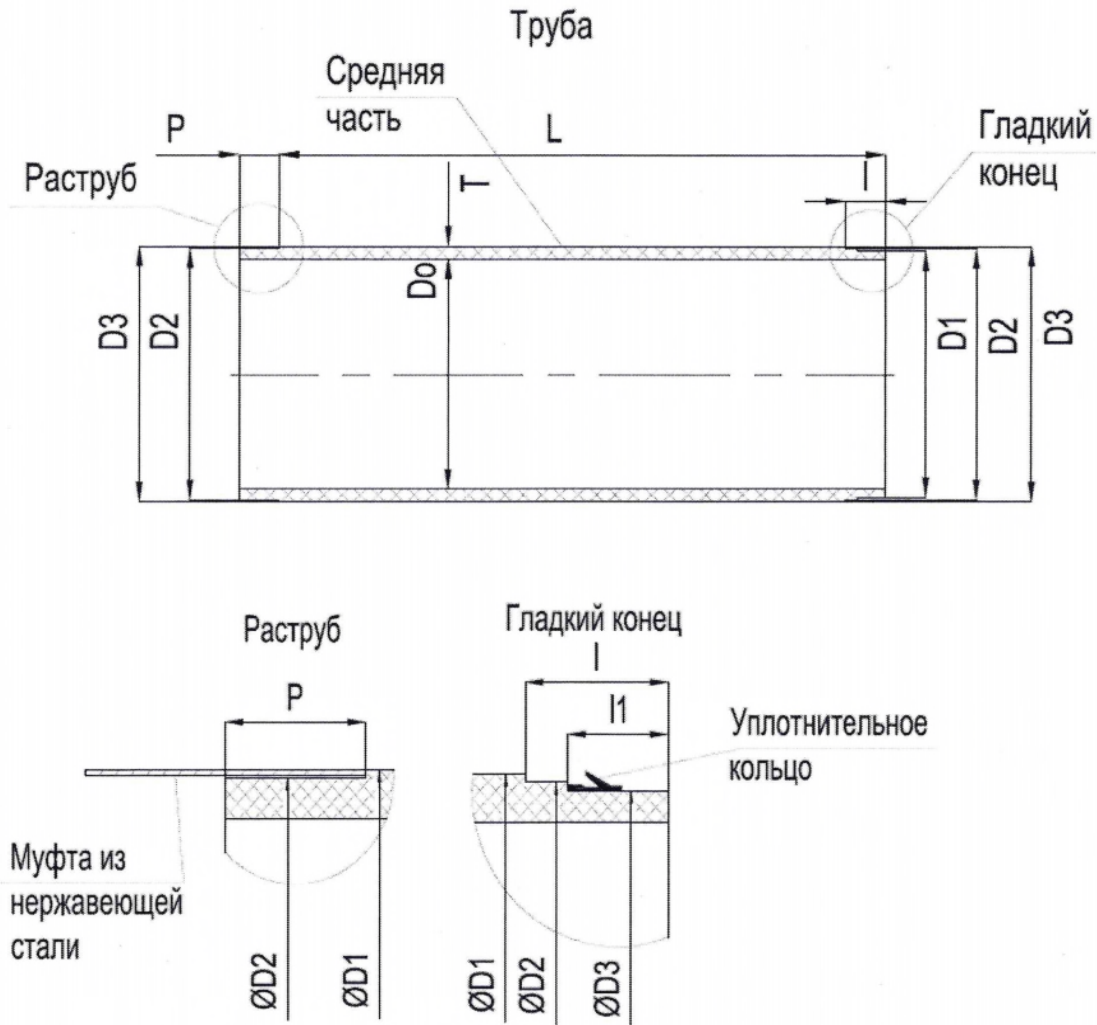
2. По согласованию между изготовителем и потребителем допускается изготовление труб с иными значениями диаметров, номинального давления и номинальной жесткости.

Таблица А.5 – Допустимые отклонения геометрических размеров труб, мм

Номиналь- ный диаметр D _н , мм	Допустимые отклонения						
	Длины трубы L _т	Внутреннего диаметра d _{вт}	Диаметра конца трубы под муфту d _{т/м}	Длины конца трубы под муфту S _{т/м}	Толщины стенки t _{ст}	Наружного диаметра d _{нт}	
300	± 10	<u>+0,5</u> -0,0	± 0,5	± 5	<u>+0,3</u> -0,5	<u>+0,5</u> -0,5	
350					<u>+0,5</u> -0,5		
400							<u>+0,5</u> -0,5
450							
500							
600							
700		<u>+0,8</u> -0,0			<u>+0,5</u> -0,8	<u>+0,9</u> -0,9	
800							
900							
1000							
1100		<u>+1,0</u> -0,0			<u>+0,5</u> -1,0	<u>+1,1</u> -1,1	
1200							
1300							
1400							
1500							
1600							
1700		<u>+1,3</u> -0,0			<u>+0,8</u> -1,5	<u>+1,7</u> -1,7	
1800							
1900							
2000							
2200							
2400							
2600							
3000							

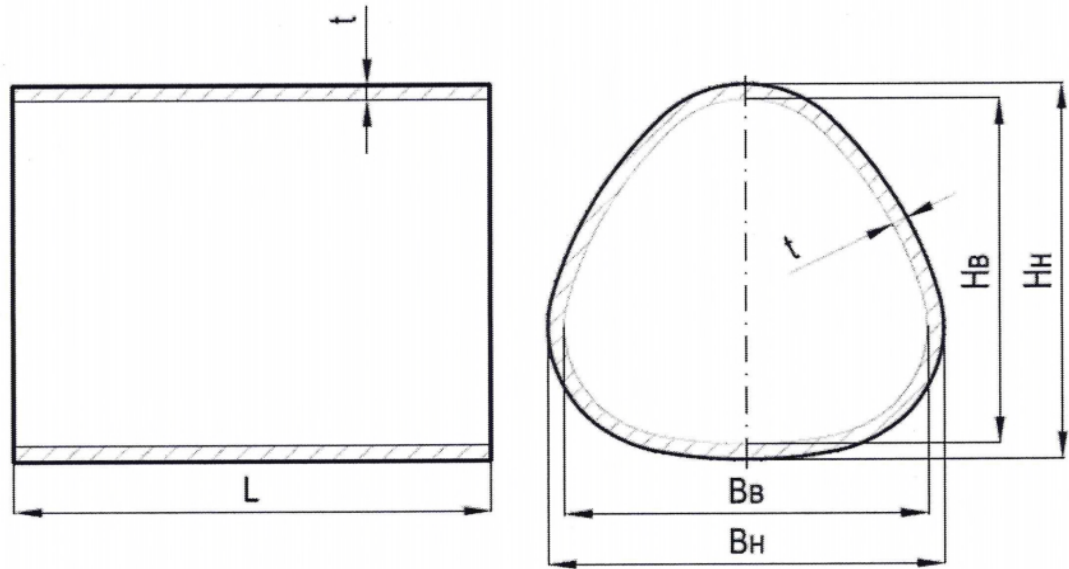
Допускается изготовление труб других форм и размеров (рисунки А.3 и А.4), которые определяются нормативными документами или технической документацией, утвержденными в установленном порядке.

Герметичность труб обеспечивается резиновым уплотнительным кольцом. Допускается изготовление труб для ремонта существующих водопропускных труб, с наружной поверхности обсыпанных песком.



- D_0 – внутренний диаметр (прямой участок);
 D_1 – наружный диаметр (средняя часть)
 D_2 – наружный диаметр;
 D_3 – наружный диаметр паза;
 L – эффективная длина трубы;
 P – длина раструба;
 T – толщина стенки трубы;
 I – длина гладкого конца;
 I_1 – длина паза.

Рисунок А.3 – Геометрические параметры безраструбных труб.

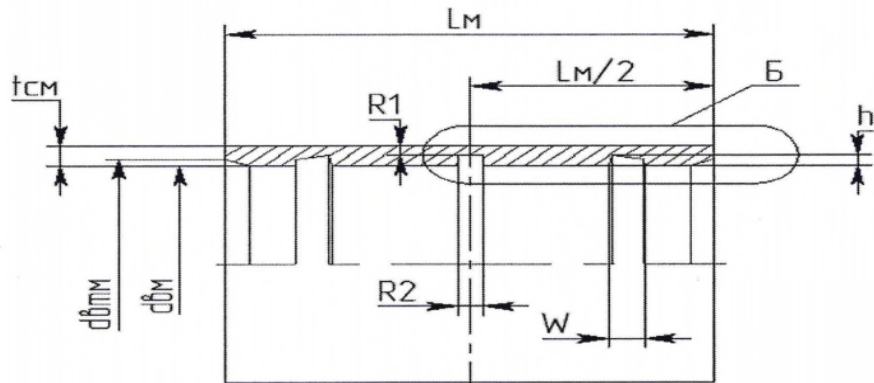


$Hн$ – наружная высота;
 $Hв$ – внутренняя высота;
 $Вн$ – наружная высота;
 $Вв$ – внутренняя высота;
 L – эффективная длина трубы;
 t – толщина стенки.

Рисунок А.4 – Геометрические параметры овальных труб.

**Приложение Б
(справочное)**

Геометрические параметры муфт



$d_{\text{внм}}$ - внутренний диаметр муфты;
 $d_{\text{вн}}$ - наружный диаметр муфты;
 $L_{\text{м}}$ - длина муфты;
 $t_{\text{см}}$ - толщина стенки муфты;
 w - ширина канавки под уплотнитель;
 h - глубина канавки под уплотнитель;
 $R1$ - толщина муфты в месте центрального упора;
 $R2$ - ширина канавки под центральный упор.

Рисунок Б.1 - Геометрические параметры муфты с центральным упором

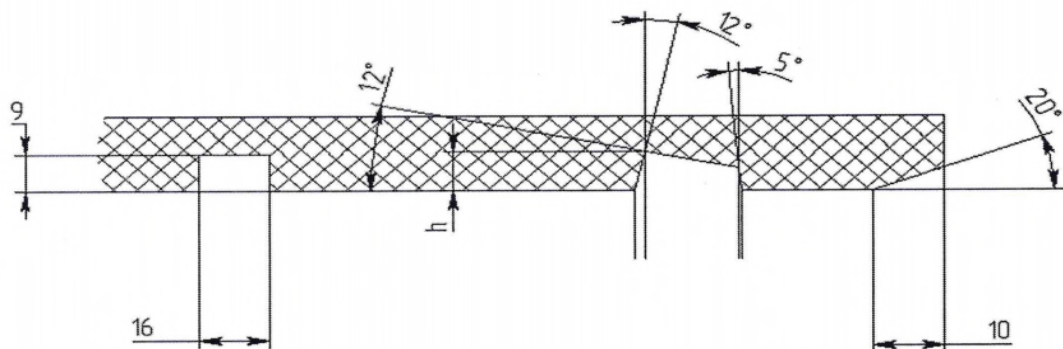


Рисунок Б.2 - Геометрические параметры канавки под уплотнение и упор

Таблица Б.1 – Геометрические параметры муфт с центральным упором.

Номинальный диаметр Dy, мм	d _{вм} , мм	d _{нм} *, мм	t _{см} *, мм	w*, мм	L _м *, мм	h*, мм	Вес m*, кг
300	316,5	350,8	17,2	24,0	270	11,5	9,1
350	368,5	403,6	17,6	24,0	270	11,5	10,7
400	415,0	450,1	17,6	24,0	270	11,5	12,0
450	466,0	501,9	18,0	24,0	270	11,5	13,6
500	517,0	553,9	18,5	24,0	270	11,5	15,5
600	619,0	665,7	23,4	34,0	330	14,5	29,0
700	721,0	768,7	23,9	34,0	330	14,5	34,2
800	823,0	871,9	24,5	34,0	330	14,5	39,8
900	925,0	975,7	25,4	34,0	330	14,5	46,2
1000	1027,0	1079,1	26,1	34,0	330	14,5	52,5
1200	1231,0	1285,9	27,5	34,0	330	14,5	66,0
1400	1435,0	1493,1	29,1	34,0	330	14,5	81,0
1600	1639,0	1699,9	30,5	34,0	330	14,5	96,7
1800	1843,0	1906,3	31,7	34,0	330	14,5	113,0
2000	2047,0	2113,3	33,2	34,0	330	14,5	131,1
2200	2251,0	2320,1	34,6	34,0	330	14,5	150,0
2400	2455,0	2526,9	36,0	34,0	330	14,5	169,9
2600	2659,0	2733,9	37,5	34,0	330	14,5	191,7
3000	3069,0	3144,0	37,5	34,0	330	14,5	220,7

Примечания

- * Данные являются справочными.
- Если из таблицы Б.1 выбран диаметр, не являющийся предпочтительным, диапазон диаметров и допусковых отклонений должен интерполироваться между предпочтительными непосредственно над и под неpreferred диаметром.

Таблица Б.2 – Допустимые отклонения геометрических параметров муфт, мм

Номинальный диаметр D_u , мм	Допустимые отклонения						
	$d_{вм}$	$d_{нм}$	L_m	$t_{см}$	w	h	$R1, R2$
300	$\begin{matrix} +0,5 \\ -0,0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,5 \\ -0,5 \end{matrix}$	± 5	$\begin{matrix} +0,0 \\ +0,3 \end{matrix}$	$\pm 0,5$	$\begin{matrix} +0,0 \\ -0,4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,5 \\ -0,5 \end{matrix}$
350							
400							
450							
500							
600							
700	$\begin{matrix} +0,8 \\ -0,0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,9 \\ -0,9 \end{matrix}$		$\begin{matrix} +0,1 \\ +0,4 \end{matrix}$			
800							
900							
1000							
1100							
1200							
1300							
1400							
1500							
1600							
1700							
1800	$\begin{matrix} +1,3 \\ -0,0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +1,7 \\ -1,7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,2 \\ +0,8 \end{matrix}$				
1900							
2000							
2200							
2400							
2600							
3000							

**Приложение В
(обязательное)**

Требования к качеству поверхности труб.

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

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.

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.

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

Контрольные образцы утверждаются на срок до пересмотра технических условий.

При изменении данных технических условий контрольные образцы подлежат переутверждению.

Дефекты поверхности труб оцениваются в соответствии с таблицей В.1.

Таблица В.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 100мм.
Складки (морщины) выступы на поверхностном слое смолы	Не допускаются	Допускается,
Царапины (например, в результате неправильной перевозки)	Допускается, если не обнажены волокна ро-винга	Допускается, если не обнажены волокна ро-винга
Раковины	Допускается, если не обнажены волокна ро-винга	Допускается, если не обнажены волокна ро-винга
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 50 мм, глубиной не более 3мм
Зоны без слоя песка	Допускаются	Допускается
Расслоения	Не допускается	Не допускается
Овальность	1 %	Допускается

**Приложение Г
(обязательное)**

Определение кольцевой жесткости

Г.1 Сущность испытания на кольцевую жесткость заключается в определении нагрузки, действующей на кольцевой образец трубы перпендикулярно ее оси, при заданной деформации поперечного сечения образца (рисунок Г.1).

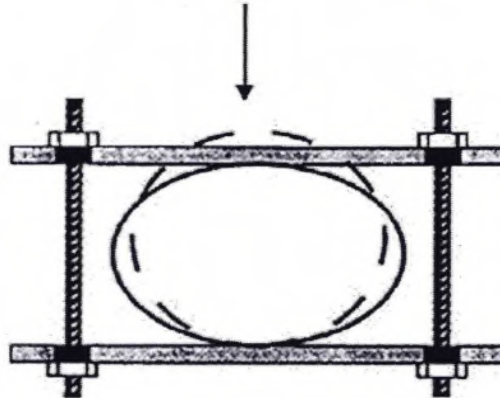


Рисунок Г.1 - Схема приложения нагрузки.

Г.2 Определение кольцевой жесткости на соответствие 4.1.10 должно выполняться на испытательной машине, обеспечивающей сжатие с постоянной скоростью образца трубы, установленного между горизонтальными параллельными стальными плитами. Точность измерения сжимающей нагрузки должна составлять $\pm 1\%$. Точность определения относительной деформации должна составлять $\pm 1\%$.

Относительная деформация определяется как отношение изменения диаметра образца под действием поперечной нагрузки к его первоначальному значению.

Г.3 Длина верхней и нижней плит должна быть не менее длины образца трубы, а ширина – не менее 100 мм.

Г.4 Образцом для испытаний является отрезок трубы длиной (300 ± 20) мм.

Г.5 Перед испытанием определяют длину образца металлической линейкой по ГОСТ 427, а также толщину стенки трубы (не менее чем по четырем точкам) с помощью штангенциркуля по ГОСТ 166 или стенкомера с точностью до 0,1 мм.

Г.6 Определяют средний диаметр образца, m , соответствующий центру поперечного сечения стенки трубы.

Г.7 Образец перед испытаниями кондиционируют по ГОСТ 12423 при температуре испытаний $(23 \pm 2)^\circ C$ не менее 30 мин, а в случае разногласий - не менее 24 час.

Г.8 Образец фиксируют между плитами. Прикладывают к плитам сжимающую нагрузку и деформируют образец с постоянной скоростью сближения плит (с постоянной скоростью деформации) до установления величины относительной де-

формации, равной 3 % для труб классов жесткости SN 5000, SN 10000 и 2,6 % для труб класса жесткости SN 15000. Установленное значение относительной деформации должно достигаться за (60 ± 1) с.

Г.9 Поддерживают постоянной нагрузкой или деформацией в течение 2 мин, после чего фиксируют значение нагрузки и деформации, затем снимают нагрузку и освобождают образец.

Примечание – В процессе испытания на наружной и внутренней поверхностях и в структуре стенки трубы не должно быть видимых нарушений (трещин, разрывов, расслоений).

Г.10 Рассчитывают величину кратковременной кольцевой жесткости, Н/м, по формуле:

$$SR = \frac{f F}{L y}, \quad (\text{Г.1})$$

где: SR – кратковременная кольцевая жесткость, Н/мм², при 3 % деформации в вертикальном направлении;

F – нагрузка, Н;

L – длина образца, мм;

y – деформация образца, мм;

f – коэффициент деформации:

$$f = 1860 + 2500 \frac{y}{d_{\text{cp}}}, \quad (\text{Г.2})$$

где: d_{cp} – среднее значение между внешним и внутренним диаметрами водопропускной трубы в расчетном сечении.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение трех определений кольцевой жесткости.

Пример определения и расчета кольцевой жесткости:

Исходные данные:

Стеклопластиковая труба класса жесткости SN15000 (внутренний диаметр DN = 1000 мм; толщина стенки T = 20,9 мм; длина образца L = 0,3 м; средний диаметр образца $d_m = 1,021$ м).

При вышеописанном испытании были получены следующие значения и подставлены в формулу Г.1:

F = 7,049 кН – усилие, соответствующее относительному укорочению вертикального диаметра образца трубы на 2,6 %;

y = 0,026 м – абсолютное значение укорочения вертикального диаметра кольцевого образца, соответствующее 2,6 % укорочения;

$$SR = \left(0,0186 + 0,025 \frac{y}{d_{\text{cp}}} \right) \frac{F}{L \cdot y} = \left(0,0186 + 0,025 \frac{0,026}{1,021} \right) \frac{7,049}{0,3 \cdot 0,026} = 17,38 \text{ кН/м}^2.$$

Полученная кратковременная кольцевая жесткость трубы $SR = 17\,380$ Н/м, согласно пункту 5.1.10 настоящего СТО, больше величины, соответствующей ближайшему значению номинального класса жесткости SN 15 000.

Приложение Д (обязательное)

Расчёт характеристик материала СПТ

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

$$R_s = R/\gamma_c, \quad (\text{Д.1})$$

где R – нормативное значение характеристик стеклопластика;

γ_c – обобщённый коэффициент надёжности по материалу.

Нормативные значения характеристик стеклопластика R , определяются по формуле:

$$R = R_m (1 - 2v), \quad (\text{Д.2})$$

где R_m – среднее значение характеристики стеклопластика;

v – коэффициент вариации свойств композита по данным экспериментальных испытаний.

Объем испытаний должен составлять не менее 21 образца.

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

$$R = R_m / \gamma_{m,1} \cdot \gamma_{m,2}, \quad (\text{Д.3})$$

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 СПТ, равный 1.3.

Коэффициент надёжности по материалу γ_c принимается равным:

$$\gamma_c = K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6, \quad (\text{Д.4})$$

где $K1$ – коэффициент, учитывающий влияние увлажнения на механические характеристики стеклопластика. Принимается по таблице Д.1;

$K2$ – коэффициент, учитывающий старение стеклопластика. Принимается равным 1,2 для 100 лет эксплуатации водопропускного сооружения;

$K3$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры. Принимается равным 1,15;

$K4$ – коэффициент, учитывающий влияние ползучести для долговременных нагрузок. Рассчитывается по п.4 настоящего Приложения;

$K5$ – коэффициент, учитывающий фактор усталости для предельного состояния по жёсткости. Принимается равным 1.1;

$K6$ – коэффициент, учитывающий снижение прочности после циклов замораживания – оттаивания. Принимается равным 1,35 (при отсутствии экспериментальных данных).

Таблица Д.1 – Влияния увлажнения на расчётные характеристики полимерного композита за время эксплуатации сооружения.

Вид напряжённого состояния	Коэффициент увлажнения, K_1
Растяжение в направлении 0°	1,35
Растяжение в направлении 90°	2,03
Сжатие в направлении 0°	1,33
Сжатие в направлении 90°	1,54
Изгиб в направлении 0°	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.

При отсутствии экспериментальных данных коэффициент K_4 , учитывающий фактор ползучести, допускается рассчитывать по формуле:

$$K_4 = t n, \quad (Д.5)$$

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 Д.2.

Таблица Д.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 Е (рекомендуемое)

Выбор основных параметров и основные требования к проектированию водопропускных сооружений

Е.1 В процессе проектирования следует:

- произвести гидравлические расчеты с целью определения размеров поперечного сечения для обеспечения безнапорного режима работы трубы (Приложение К);
- произвести расчет конструкции звеньев трубы по предельным состояниям с учетом давления грунта с назначением размеров и материала звеньев трубы, класса жёсткости трубы, а также параметров грунтовой засыпки и основания (Приложения Ж и И);
- расчет (в требуемых случаях) грунтовой обоймы и приспособлений, обеспечивающих ограничение поперечных деформаций трубы на стадии формирования грунтовой обоймы, засыпки и уплотнения боковых призм грунта и возведения насыпи до проектных отметок;
- произвести расчеты конструкций укрепления входного и выходного русел, а также оголовков труб по [8];
- провести расчеты осадки звеньев водопропускных труб в процессе строительства и эксплуатации с назначением строительного подъема и конструкции основания по [8].

Е.2 Звенья водопропускных труб из полимерных композитов должны быть рассчитаны по методу предельных состояний на неблагоприятные сочетания постоянных и временных нагрузок по первому предельному состоянию – на прочность и устойчивость стенок трубы, по второму предельному состоянию – на деформации и динамические воздействия в соответствии с требованиями [4].

Е.3 Расчетные нагрузки для расчета на прочность и устойчивость стенок звеньев труб определяют умножением нормативной величины нагрузки на коэффициент надежности, который для собственного веса грунта засыпки принимают равным $\gamma_f = 1,1$; для железнодорожных нагрузок $\gamma_f = 1,3$; для нагрузки от автотранспортных средств $\gamma_f = 1,1$. Расчетные нагрузки по второй группе предельных состояний принимают равными нормативным ($\gamma_f = 1$). При расчете трубы на действие сейсмических нагрузок $\gamma_f = 1$. Для оценки воздействия землетрясений в районах с расчетной сейсмичностью 7 и более баллов, расчеты напряженно-деформированного состояния звеньев трубы следует выполнять с учетом величины сейсмической силы, определяемой по линейно-спектральной методике.

Е.4 Расчет труб следует производить на нагрузку НК. Нагрузку НК следует располагать вдоль направления движения в пределах проезжей части (вне полос безопасности) и отсутствии над сооружением других временных нагрузок. Кроме того, следует проводить проверку на воздействие сдвоенных нагрузок НК, устанавливаемых на расстоянии 12 м (между последней осью первой и передней осью второй нагрузок), с учетом понижающего коэффициента 0,75. Следует учитывать распреде-

ление нагрузки в грунте. При расчете СПТ под насыпями следует учитывать их совместную работу с грунтовой обоймой.

Е.5 Допускается проводить расчёт водопропускных труб из полимерных композитов как аналитически (Приложение Ж), так и с использованием компьютерных программ, в том числе, учитывающих деформации изгиба при линейно-упругой работе материала звеньев труб в соответствии с положениями СП 40-102 [9].

Е.6 Рекомендуются сопоставлять результаты расчётов, выполненных аналитическим методом с численными расчётами, наиболее полно учитывающими внешние воздействия и свойства материала звеньев труб.

Е.7 При расчётах численными методами с использованием компьютерных программ должна быть установлена расчетная модель, описывающая работу водопропускной трубы при наиболее неблагоприятных условиях транспортирования, строительства и эксплуатации водопропускного сооружения. Расчетную модель следует принимать в двух- или трехмерной постановке с обеспечением необходимой точности определения значений напряжений и деформаций в звеньях трубы, а также в грунтовой засыпке (обойме). При этом грунт засыпки (обоймы), основания и насыпи рекомендуется рассматривать как упругопластическую среду.

Е.8 Расчет осадок водопропускных труб 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 по ОДМ 218.2.001-2009 [8]. Расчет осадок на оттаивающих вечномерзлых грунтах производится согласно прогнозу деградации мерзлоты по теплотехническим расчетам [8].

Е.9 Проектирование конструкций водопропускных композитных труб должно производиться на основе полных достоверных исходных данных по топографии, геологии, гидрологии, полученных в результате изыскательских работ в соответствии с СП 47.13330 и проработки оптимальных конструктивных решений.

Е.10 Рекомендуются в состав проекта водопропускного сооружения включить следующую документацию:

- инженерно-топографический план местности с водопропускным сооружением;
- продольный профиль труб с указанием геологических условий и типа основания под трубу;
- план водопропускной трубы в увязке с водоотводами и деталями укрепления русел и откосов насыпи;
- конструкция (в необходимых случаях) грунтовой обоймы в теле насыпи;
- оголовки с сопряжениями с руслами и откосами;
- ограждения и лестницы;
- лотки, гасители скорости и детали грунтовой обоймы (если таковая присутствует);
- ведомости объемов;
- пояснительная записка с расчетами;

- смета.

**Приложение Ж
(рекомендуемое)**

Расчет СПТ на прочность и устойчивость

Прочность СПТ обеспечена при условии соблюдения неравенства согласно СП 40-102 [9]:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \leq 1,0 \quad (\text{Ж.1})$$

где: ε_p – максимальное значение деформации растяжения материала в стенке трубы из-за овальности поперечного сечения трубы под действием грунтов и временной нагрузки;

ε_c – степень сжатия материала стенки трубы от воздействия грунта и временной нагрузки;

ε_{pp} – предельно допустимое значение деформации растяжения материала в стенке трубы в условиях релаксации напряжений (с учётом длительного модуля упругости материала трубы);

ε_{pn} – предельно допустимое значение деформации растяжения материала в стенке трубы в условиях ползучести (с учётом начального модуля упругости материала трубы).

Значения ε_p , ε_c , ε_{pp} , ε_{pn} определяются по формулам:

$$\varepsilon_p = 4,27 K_\sigma \frac{\delta}{D} Y \quad (\text{Ж.2})$$

$$\varepsilon_c = \frac{p}{2E_0} \cdot \frac{D}{\delta} \quad (\text{Ж.3})$$

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_t K_3} \quad (\text{Ж.4})$$

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 K_3} \quad (\text{Ж.5})$$

где: δ – толщина стенки трубы, м;

D – наружный диаметр трубы, м;

K_σ – коэффициент, учитывающий качество уплотнения грунта засыпки.

Принимается при операционной контроле основания – 0,75, при периодическом контроле – 1,0, при отсутствии контроля – 1,5.

p – суммарная постоянная и временная нагрузка, МПа. Значения постоянных и временных нагрузок определяются по СП 35.13330;

σ_0 – расчетная прочность при растяжении материала трубы в поперечном направлении оси трубы, МПа;

E_0 – начальный модуль упругости при растяжении материала трубы, МПа.

E_t – долговременный модуль упругости при растяжении материала трубы, МПа;

$K_3 = 1,6$ – коэффициент запаса по ГОСТ ИСО 12162.

Относительная деформация вертикального диаметра трубы (Y) в процессе строительства и эксплуатации:

$$Y = Y_{ГР} + Y_T \quad (\text{Ж.6})$$

где: $Y_{ГР}$ – относительная деформация вертикального диаметра трубы под действием грунта насыпи;

Y_T – относительная деформация вертикального диаметра трубы под действием временных нагрузок.

Относительная деформация вертикального диаметра трубы под действием грунта насыпи:

$$Y_{ГР} = \frac{K_T K_W P_{ГР}}{K_{Ж} G_0 + K_{ГР} E_{ГР}} \quad (\text{Ж.7})$$

где: K_T – коэффициент, зависящий от типа грунта, степени его уплотнения, гидрогеологических условий, геометрии траншеи. Допускается принимать при операционной контроле основания – 1,0, при периодическом контроле – 1,25, при отсутствии контроля – 1,5;

K_W – коэффициент, учитывающий осадку трубы в процессе эксплуатации. Принимается при операционной контроле основания – 0,09, при периодическом контроле основания – 0,11, при отсутствии контроля – 0,13;

$P_{ГР}$ – вертикальное давление насыпи на трубу (МПа);

$K_{Ж}$ – коэффициент, учитывающий влияние кольцевой жесткости трубы на овальность поперечного сечения. Допускается принимать равным 0,15;

G_0 – начальная кольцевая жесткость трубы (МПа), определяемая по формуле:

$$G_0 = 53,7 \frac{E_0 I}{(1 - \mu^2)(D - \delta)^3} \quad (\text{Ж.8})$$

где: I – момент инерции поперечного сечения трубы на единицу длины ($\text{м}^4/\text{м}$), определяемый по формуле:

$$I = \frac{\delta^3}{12} \quad (\text{Ж.9})$$

μ – коэффициент Пуассона материала трубы;

$K_{ГР}$ – коэффициент, учитывающий влияние отпора грунта засыпки. Допускается принимать равным 0,06;

$E_{ГР}$ – модуль деформации грунта в пазухах траншеи, МПа.

Относительная деформация вертикального диаметра трубы под действием временных нагрузок равна:

$$Y_T = \frac{K_Y K_W p_{BP}}{K_{Ж} G_0 + K_{ГР} E_{ГР}} \quad (\text{Ж.10})$$

где: K_Y – коэффициент уплотнения грунта. Рекомендуется принимать не менее 0,95;

p_{BP} – временная нагрузка, МПа.

Если в результате расчетов значение левой части неравенства (А.1) будет больше 1, то следует увеличить толщину стенки трубы.

Устойчивость стенки СПТ под действием внешней нагрузки проверяется с использованием выражения:

$$\frac{K_{YT} K_{OB} \sqrt{E_{ГР} G_t}}{K_{ЗУ}} \geq p \quad (\text{Ж.11})$$

где: K_{YT} – коэффициент, учитывающий влияние засыпки грунта на устойчивость трубы. Допускается принимать равным 0,5,

K_{OB} – коэффициент, учитывающий деформации поперечного сечения трубы:

$$K_{OB} = 1 - 0,7Y \quad (\text{Ж.12})$$

G_t – долговременная кольцевая жесткость трубы, МПа:

$$G_t = 53,7 \frac{E_t I}{(1 - \mu^2)(D - \delta)^3} \quad (\text{Ж.13})$$

$K_{ЗУ}$ – коэффициент запаса. Допускается принимать равным 3.

**Приложение И
(рекомендуемое)**

Расчет СПТ на деформации

Основным параметром, определяющим несущую способность и деформации СПТ, является кольцевая жесткость, зависящая от модуля упругости материала и геометрических параметров трубы: толщины стенки и диаметра.

Для СПТ предельную расчетную деформацию поперечного сечения следует рассчитывать в соответствии с учетом разброса свойств материала и коэффициентов надежности по материалу согласно ГОСТ Р 54928. При этом до проведения специальных обоснований, предельную расчетную относительную деформацию труб из полимерных композиционных материалов не следует принимать больше 3,5%.

Относительный прогиб трубы определяется по следующей формуле:

$$\frac{f}{D_{cp}} = \frac{0,11p}{8SR + 0,061E_{zp}} \quad (\text{И.1})$$

где: p – суммарная постоянная и временная нагрузка, МПа;

E_{zp} – модуль деформации грунта насыпи, МПа;

SR – величина, характеризующая кольцевую жесткость трубы, которая определяется по формуле:

$$SR = \frac{E_0 I}{D_{cp}^3} \quad (\text{И.2})$$

где: D_{cp} – средний диаметр трубы (м), определенный как среднее значение наружного и внутреннего диаметров;

E_0 – начальный модуль упругости при растяжении материала трубы, МПа.

I – момент инерции поперечного сечения трубы на единицу длины (м⁴/м), определяемый по формуле (Ж.9).

В расчетах значения жесткостей (EI) для нормируемых классов кольцевой жесткости SN звеньев водопропускных труб допускается принимать по таблице 5 настоящего СТО.

Пример расчёта СПТ по вычислительной программе МКЭ «SOFiSTiK»

Исходные данные:

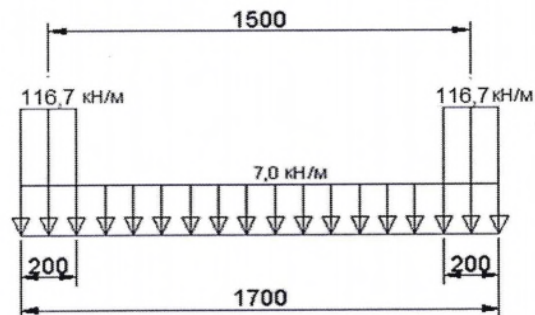
- Класс трубы SN 15000;
- Номинальный внутренний диаметр трубы $D_{вн}=2,0$ м;
- Толщина стенки трубы $\delta = 41,9$ мм;
- Модуль упругости материала трубы $E = 20300$ МПа;
- Коэффициент Пуассона материала трубы $\mu = 0,3$;
- Способ производства работ – открытый, насыпной грунт (без «прокалывания насыпи», таблица Ж.3);
- Высота насыпи $H=12,0$ м;
- Гидравлический режим работы трубы – безнапорный, глубина водного потока $0,75D_{вн}$, среднее значение коэффициента шероховатости $0,010-0,012$;

- Модуль деформации грунта основания $E_{\text{осн}} = 40$ МПа;
- Коэффициенты Пуассона грунтов засыпки и основания $\mu = 0,3$;
- Трубы гладкие. Гофр нет;
- Временные эквивалентные нагрузки А14 и Н14 (Рисунок Ж.1).

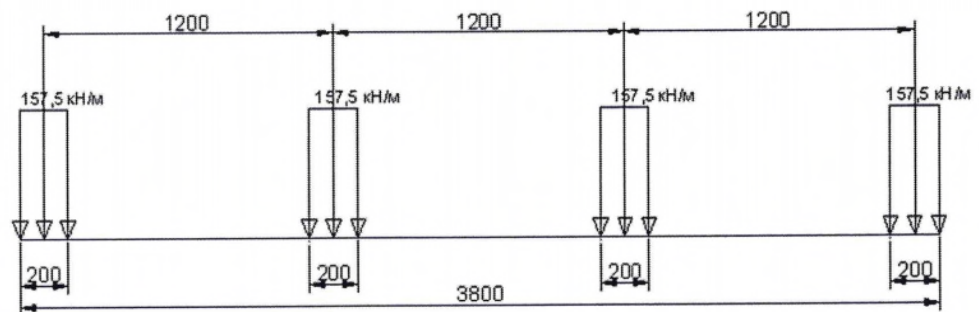
Таблица Ж.3 – Расчётные характеристики грунтов

Наименование ИГЭ, РГЭ по ГОСТ 25100	Плотность грунта	Модуль упругости грунта	Расчетные значения		Нормативные значения			
			ρ	E	C'	φ'	C''	φ''
			г/см ³	МПа	кПа	град	кПа	град
1 Грунт засыпки	1,8	14	0	27,3	0	30		
2 Грунт основания	1,7	40	0	27,3	0	30		

а)



б)



а) схема нагрузки А14; б) схема нагрузки Н14

Рисунок Ж.1 – Схемы эквивалентных временных нагрузок.

Некоторые особенности расчетной схемы водопропускной стеклопластиковой трубы:

- воздействие нагрузки от колеса на грунт моделируется в виде штампа длиной 0,2 м и шириной 0,6 м (в соответствии с СП 35.13330 [4]);
- применена плоско-напряженная модель расчета;
- учет нелинейности работы грунта принят по модели Мора-Кулона;
- собственная масса трубы и грунта учитывается программой;
- расчётные значения (рисунки Ж.2 – Ж.3) относительных деформаций стеклопластиковой трубы определены при наихудшем положении временной нагрузки на насыпи.

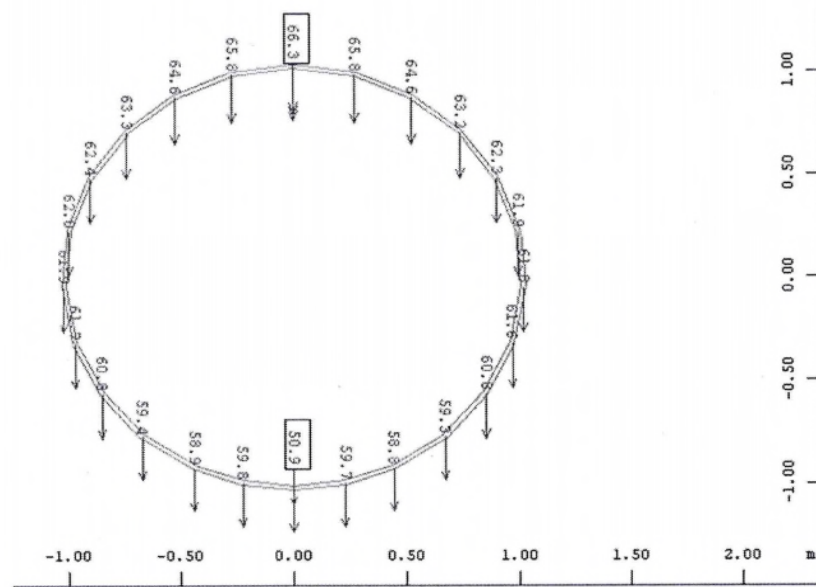


Рисунок Ж.2 – Деформации трубы под действием нагрузки А14

Изменение диаметра трубы: $\Delta D = 66,3 - 50,9 = 15,4 \text{ мм}$.

Относительная деформация: $\frac{\Delta D}{D_H} \cdot 100\% = \frac{15,4}{2041,9} \cdot 100\% = 0,75\%$.

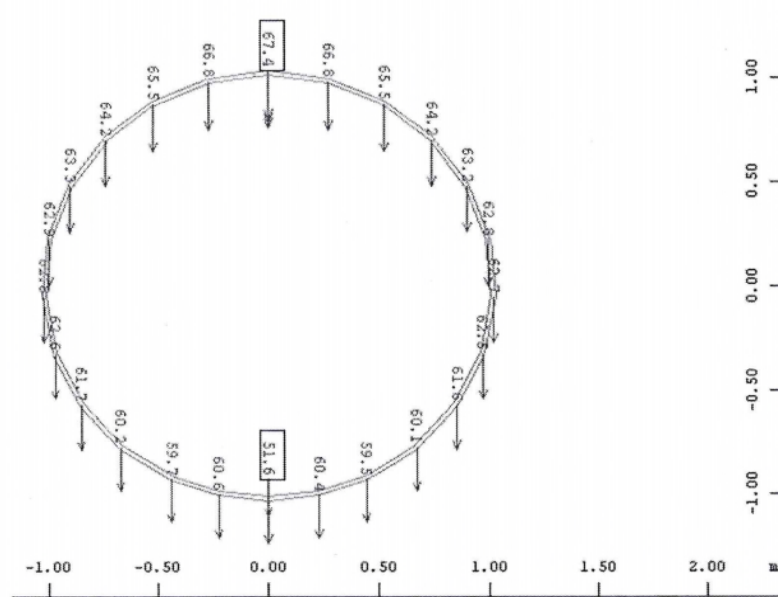


Рисунок Ж.3 – Деформации трубы под действием нагрузки Н14

Изменение диаметра трубы: $\Delta D = 67,4 - 51,6 = 15,8 \text{ мм}$.

Относительная деформация: $\frac{\Delta D}{D_H} \cdot 100\% = \frac{15,8}{2041,9} \cdot 100\% = 0,77\%$.

Вывод:

Принятая, в качестве водопропускного сооружения под транспортной насыпью, стеклопластиковая труба имеет рассчитанные значения относительных деформаций ниже величин (3.1%), нормируемых данным СТО и может быть использована для дальнейших проектных разработок.

Приложение К (рекомендуемое)

Методика гидравлических расчетов водопропускных СПТ

Гидравлические расчеты рекомендуется осуществлять в соответствии с положениями «Пособия по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений» [10], исходя из условия безнапорного режима пропуска потока и входа равнинного типа, при которых перед сооружением при пропуске расчетного расхода образуется емкость, характеризующаяся подпертой глубиной. При этом поток в СПТ поступает в спокойном состоянии.

В общем случае последовательность расчета следующая:

в) На основе анализа исходных данных по параметрам насыпи и характеристикам стока назначают тип трубы с учетом величины расхода, характера водотока. А также задаются начальным отверстием СПТ, исходя из того, что для водопропускных труб на постоянных дорогах допускается только безнапорный режим.

г) Задаются параметрами продольного профиля ПКТ (уклоны на входе, выходе и в трубе, тип оголовков) и рассчитывают параметры расходов Q_p и Q_{max} .

д) Определяют является СПТ «короткой» или «длинной», сравнивая критический уклон с уклоном трубы. Критический уклон определяют по графикам [10]. Проводят контрольную проверку по критерию относительной длины $\frac{l_T}{D} \leq 20$.

е) Определяют подпертые глубины при Q_p и Q_{max} по формуле В.11.

ж) Определяют (для низких насыпей) возвышение бровки над подпертым уровнем для проектирования высоты укрепления откоса.

з) Рассчитывают глубины и скорости на выходе из СПТ по графикам [10].

и) Назначают начальный тип укрепления выходного русла (каменной наброской, плитой, монолитным бетоном, сборными блоками и т.д.) по таблице Е.4 [8]. Если $v_{B(max)} > v_{дон}$, то меняют тип укрепления на более мощный, и так до тех пор, пока не будет удовлетворено условие $v_{B(max)} \leq v_{дон}$ либо не будут исчерпаны все возможные типы укреплений.

к) Определяют глубины возможного размыва в выходном русле принятого типа. Если максимальная глубина размыва больше 2,5 м, то переходят на следующий, более мощный тип выходного русла, и расчет повторяют. Если никакой из типов выходных русел не обеспечивает глубины размыва меньше допустимой, то увеличивают отверстие СПТ и переходят к п. б).

л) Рассчитывают скорости и глубины потока на укреплении.

м) Рассчитывают ширину укрепления и глубину заделки его концевой части с учетом растекания потока на укреплении и глубины воронки размыва.

н) Если в результате расчетов осуществлен перебор всех допустимых отверстий СПТ и при этом не найден вариант, удовлетворяющий всем необходимым ограничениям, то можно изменить уклоны и водопропускной тракт перепроектировать.

Библиография

- [1] СП 40-105-2001 Проектирование и монтаж подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб
- [2] СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
- [3] СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85
- [4] СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция» СНиП 2.05.03-84
- [5] СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83
- [6] СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99
- [7] ОДМ 218.3.053-2015 Рекомендации по применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов
- [8] ОДМ 218.2.001-2009 Рекомендации по проектированию и водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон); воздействия климатических факторов внешней среды.
- [9] СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.
- [10] Пособие по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений, М., 1992г.
- [11] СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа об изменении	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1		все				ИИ.51-18		<i>Р/р</i>	06.06.2018
2		все				ИИ.70-19		<i>Р/р</i>	15.02.2019