ОДМ 218.3.053-2015

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Руссинтэк» (ООО «Руссинтэк»), руководитель разработки Е.Ю. Крашенинин, исполнители разработки В.С. Шиковский, И.В. Никитин, Т.С. Парфенова.

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 15.05.2017 № 941-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Термины и определения 4

4 Основные положения 6

5 Конструктивно – технологические требования, предъявляемые к звеньям труб из полимерных композиционных материалов 9

6 Требования к конструктивным элементам водопропускного сооружения из полимерных композиционных труб 13

7 Требования к материалам основания и обратной засыпки 19

8 Проектирование и расчеты 20

9 Правила производства и приемки работ 31

10 Требования безопасности и охраны окружающей среды 67

11 Контроль качества работ 67

Приложение А (рекомендуемое) Расчет водопропускных труб на прочность и устойчивость 75

Приложение Б (рекомендуемое) Расчет водопропускных труб из полимерных композиционных материалов на деформации 90

Приложение В (рекомендуемое) Методика гидравлических расчетов водопропускных труб из полимерных композиционных материалов 104

Приложение Г (рекомендуемое) Методика расчета осадок трубы из полимерных композитных материалов и назначение строительного подъема 119

Приложение Д (рекомендуемое) Методика расчета осадок трубы из полимерных композитных материалов на оттаивающих грунтах122

Приложение Е (рекомендуемое) Методика расчета устойчивости земляного полотна с водопропускным сооружением 124

Приложение Ж (рекомендуемое) Требования к качеству и критерии допустимых дефектов поверхности труб и стыковых соединений125

Приложение И (рекомендуемое) Акт проведения входного контроля партии труб из полимерных материалов (соединительных деталей)..... 128

Приложение К (рекомендуемое) Акт приемки геодезической разбивочной основы для строительства..... 129

Приложение Л (рекомендуемое) Акт освидетельствования скрытых работ, выполненных на строительстве 130

Приложение М (рекомендуемое) Акт промежуточной приемки ответственных конструкций 131

Приложение Н (рекомендуемое) Перечень скрытых работ при устройстве водопропускной трубы, подлежащих освидетельствованию после их завершения с составлением актов скрытых работ 134

Приложение О (рекомендуемое) Форма общего журнала работ..... 136

Библиография 139

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендации по применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов

1 Область применения

Настоящие отраслевой дорожный методический документ устанавливает рекомендации на проектирование, строительство и ремонт водопропускных труб из полимерных композиционных материалов на автомобильных дорогах всех категорий в различных дорожно-климатических зонах.

Примечание – Для применения водопропускных труб в районах со средней температурой наружного воздуха наиболее холодной пятидневки ниже минус 40°С следует проводить дополнительные испытания, подтверждающие возможность применения данных труб.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.030-74	Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Методы испытаний на стойкость в ненапряженном состоянии к воздействию жидких агрессивных сред
ГОСТ 9.708-83 (СТ СЭВ 3758-82)	Единая система защиты от коррозии и старения. Пластмассы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов
ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84)	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.3.005-75	Система стандартов безопасности труда. Работы окрасочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.4.011-89	Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и

	классификация
ГОСТ 12.4.068-79	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования
ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
ГОСТ 8736-93	Песок для строительных работ. Технические условия
ГОСТ 11012-69	Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ
ГОСТ 11262-80 (СТ СЭВ 1199-78)	Пластмассы. Метод испытания на растяжение
ГОСТ 12248-2010	Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
ГОСТ 18829-73	Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств. Технические условия
ГОСТ 21924.0-84	Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. Технические условия
ГОСТ 25100-2011	Грунты. Классификация
ГОСТ 25607-2009	Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия
ГОСТ 27751-88	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету
ГОСТ 30244-94	Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть
ГОСТ 30402-96	Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость
ГОСТ 32871-2014	Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. Технические условия
ГОСТ 33119-2014	Конструкции полимерные композитные для пешеходных мостов и путепроводов. Технические условия
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 54257-2010	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования
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 (ISO 10952:2008)	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
СНиП 3.01.04-87	Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения
СНиП III-4-80*	Техника безопасности в строительстве
СНиП 12-03-2001	Безопасность труда в строительстве. Часть1. Общие требования
СП 22.13330.2011	Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*
СП 34.13330.2012	Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*
СП 35.13330.2011	Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*
СП 40-102-2000	Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования
СП 45.13330.2012	Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87
СП 46.13330.2012	Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91
СП 47.13330.2012	Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96
СП 79.13330.2012	Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний
СП 126.13330.2012	Геодезические работы в строительстве Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84

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

3 Термины и определения

В настоящих методических рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

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

Примечание – Разнородными компонентами являются матрица и наполнитель, связующим – матрица.

3.2 **матрица композита (матрица):** Структура, которая обеспечивает цельность и основные физико-механические свойства композита, а также отвечает за восприятие, передачу и распределение напряжений в армирующем наполнителе.

3.3 **наполнитель композита (наполнитель):** Материал, вводимый в матрицу до её отверждения с целью модификации физико-механических свойств композита или для снижения себестоимости конечной продукции.

3.4 **армирующий наполнитель:** Наполнитель, предназначенный для восприятия растягивающих, сжимающих и сдвигающих усилий.

Примечание – Армирующими наполнителями являются следующие типы наполнителей: волокна (фибра), нити, жгуты, ленты, пластины, ткани, сетки, холсты (маты), ровинги, мелкодисперсные частицы (микросферы) и т.п.

3.5 **полимерный композит** (ПКМ): Композит, матрица которого образована из термопластичных или термореактивных полимеров или эластомеров.

[ГОСТ 32794-2014, п. 2.1.234]

3.6 **композитная водопропускная труба** (ПКТ): Инженерное сооружение из полимерных композиционных материалов в теле насыпи автомобильной дороги для пропуска водного потока.

3.7 **геосинтетический материал:** Материал из синтетических или природных полимеров, неорганических веществ, контактирующий с грунтом или другими средами, применяемый в дорожном строительстве.

3.8 **армирование:** Усиление дорожных конструкций и материалов с целью улучшения их механических характеристик.

3.9 **защита:** Предохранение поверхности объекта от возможных повреждений.

3.10 **безнапорный режим работы трубы:** Ламинарное течение воды при пропуске водного потока через трубу с исключением турбулентности и свободной поверхностью, на которой давление воздуха равно атмосферному при расчетном и максимальном расходах потока.

3.11 **кольцевая жесткость труб:** Показатель вертикальной сжимающей нагрузки на единицу площади поверхности трубы при заданной относительной деформации её вертикального диаметра без учета бокового отпора грунта.

3.12 **класс кольцевой жесткости** (SN): Величина, округлённая до ближайшего наименьшего значения кольцевой жесткости трубы.

4 Основные положения

4.1 Водопропускные трубы из полимерных композиционных материалов следует использовать, как для пропуска периодически действующих водотоков, так и для пропуска постоянных водотоков. Допускается применение труб из полимерных композиционных материалов для удлинения существующих бетонных, железобетонных, каменных и металлических труб при уширении проезжей части и реконструкции дорог, для замены мостов и путепроводов, а также ремонтах существующих труб методом «труба в трубе».

4.2 Классификация водопропускных труб из полимерных композиционных материалов

4.2.1 По числу отверстий согласно ГОСТ 32871:

- одноочковые: сооружения, состоящие из одной трубы;
- двухочковые: сооружения, состоящие из одной трубы;
- многоочковые: сооружения, состоящие из трех и более труб.

4.2.2 По условиям опирания согласно ГОСТ 32871:

а) бесфундаментные:

- на земляном ложе, спрофилированном по очертанию трубы (крупнообломочные и плотные песчаные грунты, твердые и полутвердые глины);
- на гравийно-песчаной подушке, щебеночной подушке;

б) на фундаментах:

- на фундаментах из лекальных блоков;
- на фундаменте из монолитного бетона или железобетона.

4.2.3 По типу армирующего наполнителя:

- стекловолокно;
- базальтоволокно;
- углеволокно;

- арамидное волокно.

4.2.4 По типу соединений:

- раструбное;
- муфтовое.

4.3 Несущая способность конструкций из ПКТ под насыпями транспортных магистралей связана с совместностью работы ПКТ с грунтом засыпки, что должно достигаться путём применения соответствующих категорий грунта, степенью уплотнения грунта засыпки и, в необходимых случаях, созданием грунтовой обоймы с требуемым уровнем плотности грунта и строгим соблюдением технологии строительства.

4.4 Проекты водопропускных сооружений с применением труб из полимерных композиционных материалов выполняют с учетом необходимого набора потребительских свойств и удовлетворения требованиям по безопасности, надежности, долговечности, ремонтопригодности, а также экологическим, экономическим и эстетическим параметрам.

4.5 Сооружения с применением водопропускных труб из полимерных композиционных материалов проектируют с учетом беспрепятственного проведение профилактических работ и ремонтов по поддержанию требуемого уровня функциональной надежности ПКТ, а также работ по восстановлению функциональной надежности водопропускного сооружения после воздействия возможных экстремальных ситуаций.

4.6 Экономичность сооружения с применением водопропускных труб из полимерных композиционных материалов подтверждается меньшими строительными затратами и приведенными строительно-эксплуатационными расходами в сравнении с альтернативными техническими решениями. Это относится также к затратам труда и энергетических ресурсов на строительство и эксплуатацию сооружений и на технологические показатели – условия

транспорта и монтажа конструкций, сроки строительства, дефицитность материальных ресурсов.

4.7 Обеспечение требований экологичности и эстетичности при адаптации к местным условиям водопропускных сооружений с применением труб из полимерных композиционных материалов связано, в основном, с оптимальными геометрическими параметрами самих труб.

4.8 Экологичность сооружения применением водопропускных труб из полимерных композиционных материалов обеспечивают с учетом возможности выполнения требований и мероприятий по охране окружающей среды без ущерба для безопасности и функциональной надежности водопропускного сооружения в процессе его строительства и эксплуатации. Выполняют условия сохранения природных ландшафтов, исключаться заболачивание, подтопление и размывы на прилегающей территории, а также ущерб флоре и фауне.

4.9 Обеспечение потребительских свойств по экономичности, экологичности и эстетичности водопропускных сооружений с применением труб из полимерных композиционных материалов на автомобильных дорогах должно предусматриваться в проектах и подлежит оценке соответствия при приемке в эксплуатацию согласно порядку, установленного в СНиП 3.01.04.

4.10 Для применения водопропускных труб в районах со средней температурой наружного воздуха наиболее холодной пятидневки ниже минус 40°С следует проводить дополнительные испытания, подтверждающие возможность применения данных труб, согласно ГОСТ 11262.

5 Конструктивно – технологические требования, предъявляемые к звеньям труб из полимерных композиционных материалов

5.1 Требования к материалам

5.1.1 Полимерные композиты, применяемые для изготовления звеньев водопропускных труб имеют в своём составе термореактивные смолы (из термопластичных/термореактивных полимеров или эластомеров), армированные стекловолокнами и/или углеволокнами по ГОСТ Р 54560.

5.1.2 В качестве термореактивных смол следует использовать типы смол согласно требованиям ГОСТ Р 54560, а также: полиэфирные (ненасыщенные), винилэфирные, эпоксидные, эпоксивинилэфирные и фенольные.

5.1.3 Полимерные композиты армируют следующими типами армирующих наполнителей: ровинги, ткани (кордная, двунаправленная, мультиаксиальная), маты (из непрерывных, штапельных волокон) по ГОСТ Р 54560. При этом маты следует использовать совместно с другими выше перечисленными типами армирования.

5.1.4 Допускается в состав полимерных композитов для звеньев труб вводить инертные наполнители, которые не оказывают негативного влияния на основные физико – механические свойства композитов: стабилизаторы влияния ультрафиолетового излучения и озона, замедлители горения, пигменты, мел ($CaCO3$), оксид кремния ($SiO2$), стеклянные и полимерные микросферы, не армирующие композит волокна по ГОСТ Р 54560.

5.1.5 Допускается применение полимерного композита для звеньев труб, состоящего из слоев, содержащих связующее из ненасыщенной полиэфирной смолы с армированием слоёв перекрестно расположенными однонаправленными волокнами. При этом срединный слой стенки трубы допускается формировать из смеси ненасыщенной полиэфирной смолы и кварцевого наполнителя.

5.1.6 Полимерные композиты водопропускных труб выбирают с учетом требований по стойкости к внешним воздействиям и, в отдельных случаях, устанавливаемых проектом, их неблагоприятным сочетаниям, которые аналогичны требованиям, предъявляемым к традиционным материалам водопропускных труб для транспортных сооружений по: морозостойкости, влагостойкости, ползучести и износостойкости.

5.1.7 Свойства полимерных композиционных материалов, применяемых при изготовлении водопропускных труб, должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 54560 и требованиям, предъявляемым к бетону по СП 35.13330.

5.1.8 Дополнительные требования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные требования к свойствам звеньев водопропускных труб из полимерных композитов и методы их определения

Наименование показателя	Значение	Нормативный документ
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

5.1.9 Полимерные композиты должны удовлетворять требованию по химической стойкости к внешним воздействиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – 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_2SO_4(30%), HNO_3(40%),	ГОСТ Р 55077

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

5.1.11 При соединения к существующим железобетонным или гофрированным металлическим трубам для создания гидроизоляции стыка рекомендуется применять термостойкие рулонные армированные материалы, например, согласно ТУ-5774-015-32989231-2013 [1].

5.1.12 Клеящие материалы, если они требуются для соединения, должны соответствовать указаниям изготовителя соединения. Изготовитель соединения должен 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.

5.1.13 Для защиты поверхности водопропускных труб от грунта отсыпки содержащего частицы более 40 мм рекомендуется при соответствующем технико-экономическом обосновании применять мультиаксиальный скальный лист, например, согласно ТУ 8397-015-00205009-2010 [2].

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

5.1.15 Значения характеристик пожарной опасности полимерных композитов 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.

5.1.16 Рекомендуемая проектная продолжительность эксплуатации водопропускных труб из полимерных композитов принимается равной 50 лет.

5.2 Требования к технологии изготовления звеньев труб из полимерных композиционных материалов

5.2.1 Рекомендуется, чтобы звенья ПКТ имели градации кольцевой жёсткости, например, SN 5 000, SN 10 000, SN 15 000 по СТО 59589554-005-2012 [3].

5.2.2 После отверждения звено трубы, изготовленное методом намотки, следует подвергнуть дополнительной механической обработке, с формированием гладкого конца трубы с одной стороны и раструба с вклеенным в него уплотнителем с другой.

5.2.3 Допускается производить звенья труб из полимерных композиционных материалов без уплотнителей в местах установки оголовка.

5.3 Требования к конструкциям

5.3.1 Водопропускные трубы из полимерных композитных материалов следует конструировать сборными из отдельных звеньев.

5.3.2 Звенья труб должны иметь конфигурацию и геометрические размеры, регламентированные нормативными документами, а также соответствующую маркировку согласно требованиям ГОСТ Р 54560.

5.3.3 Трубы и фасонные части должны сохранять свои характеристики и быть пригодны для эксплуатации при температуре жидкости от 0°С до 60°С. Замерзание жидкости внутри трубопровода не допускается.

5.3.4 Овальность звена трубы определяемая, как разность значений диаметра трубы в двух взаимно перпендикулярных направлениях, отнесённая к номинальному значению внутреннего диметра, не должна превышать 1 % [3].

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

Таблица 3 – Предельные отклонения от перпендикулярности торцевой поверхности

Номинальный диаметр трубы (DN), мм	Отклонение, мм
От 500 до 700	4,4
От 800 до 1400	8,0
От 1500 до 2000	10,0
Более 2000	12,0

5.3.6 Звенья труб из полимерных композиционных материалов должны сохранять прямолинейность продольной оси. Отклонение продольной оси от прямолинейности (кривизна) не должно превышать – 1 мм на 1 пог. м трубы [3].

5.3.7 Звенья труб должны иметь гладкую однородную внутреннюю поверхность без расслоений, раковин, углублений, царапин, неоднородностей и инородных включений за исключением пузырьков газа.

5.3.8 На внутренней поверхности звеньев не должны визуализироваться оголенные полосы стекловолокна.

5.3.9 Допускается наличие на наружной поверхности волнистости, неровностей, наплывов, небольших раковин.

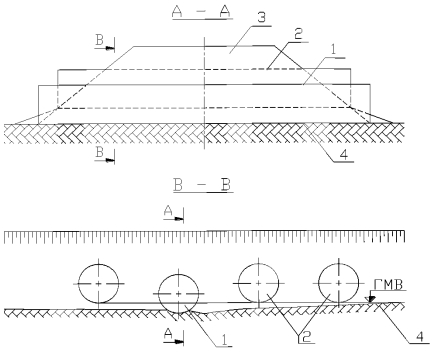
5.3.10 Поверхности и торцы звеньев труб должны соответствовать требованиям, приведенным в приложении Ж.

6 Требования к конструктивным элементам водопропускного сооружения из полимерных композиционных труб

6.1 Водопропускное сооружение из полимерных композиционных труб может быть как одноочковое, так и многоочковое. В многоочковых сооружениях, диаметром до 3 м, расстояние в свету между звеньями полимерных композиционных труб должно составлять не менее ширины рабочих органов трамбовочного оборудования (для удобства отсыпки и уплотнения грунта до требуемой плотности) и рекомендуется принимать

равным 1,0-1,2 м [4]. Количество полимерных композиционных труб в насыпи не ограничивается.

6.2 Многоочковые полимерные композиционные трубы 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.

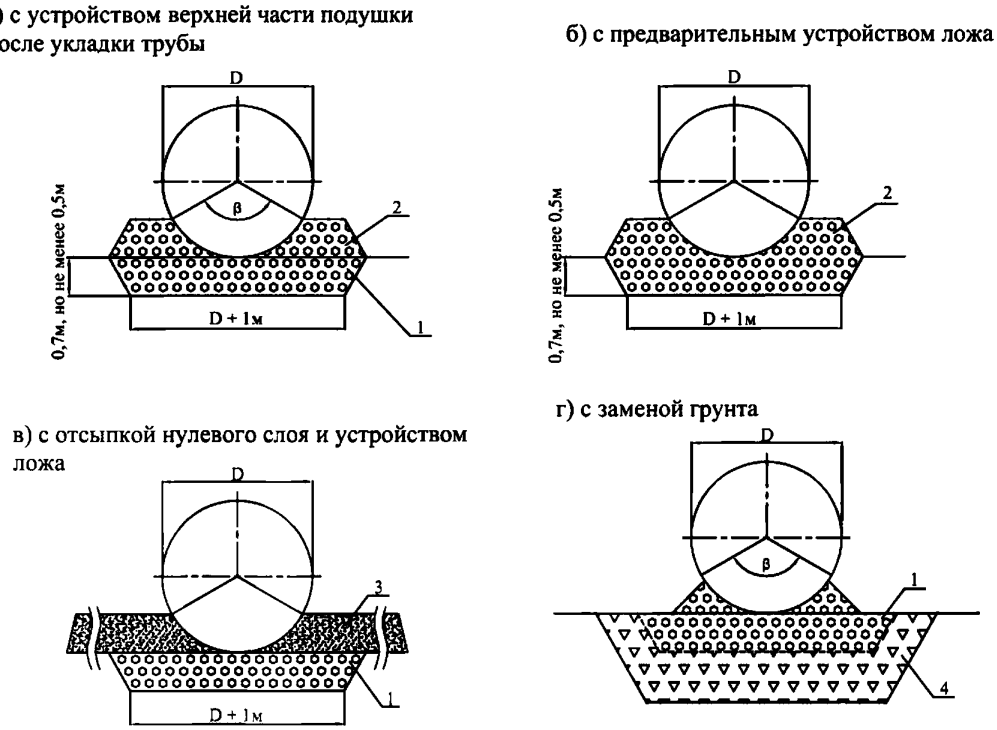
Рисунок 1 – Многоочковое водопропускное сооружение из полимерных композиционных труб

6.3 Конструкция основания под полимерные композиционные трубы 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 согласно требованиям [5];

- 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;



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

- 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 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.

Геосинтетический материал, укладывают с шагом по высоте не более чем 0,5 м. Ширина и конструкция упора определяется расчетом. В случае необходимости снижения нагрузки на верхнюю часть трубы, обойму развивают вверх, (не менее чем на 1 м от верха трубы) и объединяют между собой левый и правый упор над трубой (рисунок 1).

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

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

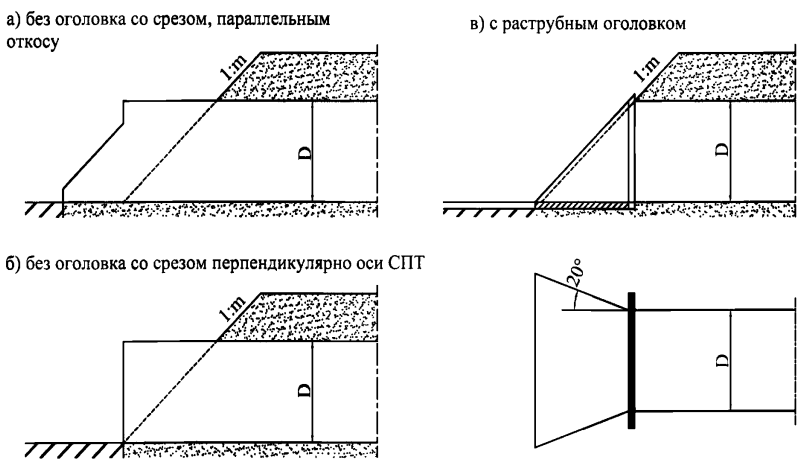


Рисунок 3 – Типы оголовков полимерных композиционных труб

6.5 Для предотвращения подмыва основания полимерных композиционных труб 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 полимерных композиционных труб, 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 полимерных композиционных труб на основаниях из крупнопесчаных, скальных и крупнообломочных грунтов применяют цементно-грунтовые или бетонные экраны с глубиной заложения, равной толщине подушки.

6.6 Для увеличения водопропускной способности полимерных композиционных труб (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.

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

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

6.9 На косогорах и на логах с периодическими водотоками допускается применение комбинированных водопропускных сооружений в виде полимерных композиционных труб 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).

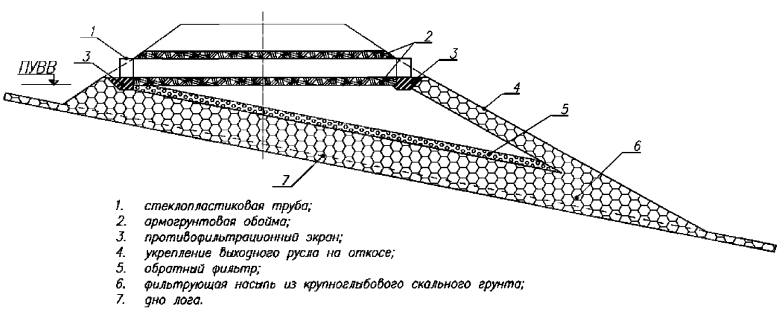


Рисунок 4 – Устройство полимерных композиционных труб на косогоре

6.10 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.

7 Требования к материалам основания и обратной засыпки

7.1 Для устройства основания (подушки) под водопропускную трубу из полимерных композиционных материалов допускается применять следующие материалы:

- пески средней крупности, крупные и очень крупные по ГОСТ 8736;
- песчано-гравийные смеси С1-С3 по ГОСТ 25607;
- щебень и гравий фракций от 5 до 40 мм по ГОСТ 8267;
- щебеночно-галечниковые и дресвяно-гравийные грунты, не содержащие обломков размером более 50 мм.

7.2 Перечисленные материалы не должны содержать более 10% частиц размером 0,1 мм, в том числе более 2% глинистых размером менее 0,005. Допускается применять пески мелкие, содержащие не более 10% частиц размером менее 0,1 мм, в том числе не более 2% глинистых размером менее 0,005.

7.3 Для устройства обратной засыпки (грунтовой обоймы) допускается применять грунты по 7.1 – 7.2, а также крупнообломочные грунты следующих фракционные составов:

- фракция крупнее 10 мм должна составлять не менее 30%;
- фракция менее 0,1 мм должна составлять не более 10%.

7.4 Допускается отсыпка грунтовой обоймы из глинистых грунтов при наличии обоснования в проекте, в районах, где исключается возможность интенсивного пучинообразования.

8 Проектирование и расчеты

8.1 Общие положения

8.1.1 Водопропускные сооружения из полимерных композитов должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 54257, ГОСТ 27751 в части их надёжности в процессе возведения и эксплуатации, в том числе, с учётом особых воздействий (например, пожара, землетрясения и т.д.), а также изменений свойств полимерных композитов во времени.

8.1.2 Геометрические параметры и механические свойства материала водопропускных труб назначаются на основе гидравлических расчетов и расчетов напряженно-деформированного состояния звеньев труб с учётом окружающей трубу грунтовой засыпки насыпи и основания сооружения.

8.1.3 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 СП 35.13330.

8.1.4 Допускается проводить расчёт водопропускных труб из полимерных композитов как аналитически (например, Приложение А), 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.

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

8.1.6 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.

8.1.7 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 ОДМ 218.2.001-2009 [4]. Расчет осадок на оттаивающих вечномерзлых грунтах производится согласно прогнозу деградации мерзлоты по теплотехническим расчетам [4].

8.1.8 Величину строительного подъема трубы назначают, исходя из величины осадки трубы в середине поперечного сечения насыпи, но не менее [4]:

- 1/80H при песчаных, галечниковых и гравелистых грунтах основания;

- 1/50H при глинистых, суглинистых и супесчаных грунтах основания;

- 1/40H при грунтовых основаниях из песчано-гравелистой (песчано-щебенистой) смеси.

где H – высота насыпи, м.

8.1.9 При расчете строительного подъема учитывают следующие ограничения:

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

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

8.1.10 Для ремонта существующих водопропускных труб допускается применять способ «труба в трубе», основанный на прокладке водопропускной трубы из полимерных композиционных материалов внутри ремонтируемой трубы с последующим бетонированием межтрубного пространства. Данный способ весьма эффективен и определяется на основе материалов обследования состояния ремонтируемой трубы, содержащих описание имеющихся дефектов и деформаций, оценку её несущей способности, характеристику геометрических размеров поперечного сечения и других необходимых параметров. При проектировании должен обеспечиваться необходимый уровень надежности и заданный срок службы для отремонтированной трубы.

8.2 Расчёт звеньев водопропускных труб по предельным состояниям

8.2.1 Расчетные нагрузки для расчета на прочность и устойчивость стенок звеньев труб определяют умножением нормативной величины нагрузки на коэффициент перегрузки, который для собственного веса грунта принимают равным n=1,1. Расчетные нагрузки по второй группе предельных состояний принимают равными нормативным (n=1). При расчете трубы на действие сейсмических нагрузок n=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.

8.2.2 Допускается, на стадии вариантного проектирования композитных труб, изготовленных методом намотки, с последующим экспериментальным подтверждением для данного объекта предприятием – изготовителем труб, принимать справочные значения основных физико-механических характеристик полимерного композита согласно ГОСТ Р 54560 и по таблице 1.

8.2.3 Расчётные значения относительных деформаций диаметров звеньев водопропускных ПКТ следует принимать для классов SN 5 000, SN 10 000, SN 15 000 равными 3,5%, 3,3%, 3,1% соответственно. Предельные средние значения деформации поперечного сечения водопропускных ПКТ для классов SN 5 000, SN 10 000, SN 15 000 должны составлять соответственно не более 18,0%, 14,5%, и 12,5 % [3].

8.2.4 Динамические расчёты труб следует проводить для толщины засыпки не более 5,0 метров [6].

8.2.5 Оценку живучести водопропускной трубы как единого сооружения рекомендуется производить на основе анализа несущей способности наиболее напряжённого сечения звена трубы.

8.3 Проектирование

8.3.1 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.

8.3.2 Рекомендуется 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.

8.3.3 Рекомендуется, чтобы в состав пояснительной записки вошли главы:

- исходные данные;

- гидравлические расчеты;

- расчеты конструкции;

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

- безопасность и экология;

- стоимостные расчеты с данными оценки и сравнения вариантов;

- указания по мониторингу.

8.3.4 Технико-экономические расчеты, включаемые в раздел стоимостных расчетов, выполняются для обоснования индивидуальных проектных решений по:

- применение ПКТ с отверстием меньшего диаметра;

- увеличению водопропускной способности ПКТ за счет применения оголовков;

- увеличению уклона ПКТ свыше 0,03 до 0,05;

- выбору схем укладки ПКТ на косогорах;

- сравнению замены грунта в основании с искусственным основанием;

- сопряжению ПКТ с насыпью.

8.3.5 Рекомендуется при разработке проектной документации водопропускных сооружений большого диаметра проводить технико-экономическое обоснование согласно положениям ГОСТ 32871.

8.3.6 В процессе проектирования следует:

- произвести гидравлические расчеты с целью определения размеров поперечного сечения для обеспечения безнапорного режима работы трубы (Приложение В);

- 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 (Приложение А);

- 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;

- провести расчеты осадки звеньев водопропускных труб в процессе строительства и эксплуатации с назначением строительного подъема и конструкции основания (Приложение Г).

8.3.7 Основным требованием, предъявляемым к ПКТ, является выполнение основной функции водопропускного сооружения, исключающего негативное влияние поверхностного стока воды на проезжую часть согласно СП 35.13330. В связи с этим, необходимо обеспечить безнапорный режим работы ПКТ, исключающий гидравлический удар и резонансные колебания системы «труба – насыпь», что отрицательно влияет на герметичность стыков звеньев трубы и создаёт условия для размыва грунта.

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

- проектирование водопропускного сооружения проводятся с использованием исходных данных по значениям расчетных и максимальных расходов стока, определяемых с учетом возможного увеличения площади

водосбора при сооружении насыпи и водоотводов и полученных на основе изыскательских работ в соответствии с положениями СП 47.13330;

- выполнение гидравлических расчетов всего водопропускного тракта, включая подходное и выходное русло, регуляционные и укрепительные сооружения, а также собственно ПКТ;

- расчет труб на воздействие водного потока следует производить по гидрографам расчетного и наибольшего паводков, с учетом:

в) вероятностей превышения паводка следует принимать согласно СП 34.13330:

- для автомобильных дорог I категории – 1%;

- для автомобильных дорог II и III категорий – 2%;

- для автомобильных дорог IV и V категорий – 3%.

г) назначения диаметра ПКТ с обеспечением зазора между поверхностью потока и шелыги свода в трубе равного не менее ¼ отверстия трубы для безнапорного протекания потока

д) ограничения максимального продольного уклона дна ПКТ величиной не более 50 ‰;

е) обеспечения формирования плавного сжатия потока в пределах переходных участков;

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

8.3.8 Диаметры отверстий ПКТ, с учётом их обслуживания при эксплуатации, как правило, должны быть не менее 1,0 м при длине трубы до 20 м. При длине трубы свыше 20 м диаметр отверстия должен назначаться не менее 1,25 м, в том числе, на автодорогах I – II категорий согласно СП 35.13330.

На автомобильных дорогах III-V категорий допускается применять ПКТ отверстием 1,0 м при их длине не более 30 м. Отверстия ПКТ в районах с

расчетной минимальной температурой воздуха ниже минус 40°С с обеспеченностью 0,92 по СП 35.13330 назначаются не менее 1,5 м независимо от длины трубы. Допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании минимально допустимый диаметр трубы назначать равным 1,4 м.

8.3.9 Наименьшую толщину засыпки над ПКТ следует принимать равной 0,5 м от верха звена трубы до низа конструкции дорожной одежды, но не менее 0,8 м от верха звена трубы до поверхности дорожного покрытия по СП 35.13330.

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

8.3.11 Допускается использовать нормативные значения физико-механических характеристик грунтов, с коэффициентами надежности в соответствие с ГОСТ 12248 с обеспеченностью 0,95.

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

8.3.13 Глубина заложения фундаментов оголовков водопропускных сооружений на скальных грунтах, на гальке и гравии, щебенистых, гравелистых песках и песках средней крупности не нормируется. При устройстве фундаментов оголовков на других грунтах глубина заложения должна быть не

менее чем на 0,25 м ниже расчетной глубины сезонного промерзания с учетом местных условий.

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

8.3.15 При проектировании полимерных композитных труб рекомендуется учитывать результаты проверки обеспечения прочности и устойчивости земляного полотна.

8.3.16 Расчет осадок 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. Расчет осадок на оттаивающих вечномерзлых грунтах производится согласно прогнозу деградации мерзлоты по теплотехническим расчетам.

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

8.3.18 В необходимых случаях (необходимость использования слабых грунтов) вокруг труб из полимерных композиционных материалов устраивается грунтовая обойма (рисунок 5) 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 раздела 7.



1 – слои армированного грунта толщиной 0,5 м;
2 – геосинтетический материал (георешетка вязаная на основе полиэфира), распределяющий нагрузку;
3 – горизонтальные упоры из цементо-грунта в соотношении 1:6.

Рисунок 5 – Конструкция обоймы из армированного грунта

8.3.19 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.

8.3.20 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 согласно требованиям [5] сварные сетки по [7].

8.3.21 При проектировании водопропускных труб 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, с учетом свойств грунтов слоя сезонного промерзания (оттаивания) и вечномерзлых грунтов при оттаивании.

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

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

8.3.24 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.

8.3.25 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.

8.3.26 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 по [7]. Защитное ограждение в виде сварных сеток не должно уменьшать пропускную способность сооружения.

9 Правила производства и приемки работ

9.1 Общие положения

9.1.1 При сооружении и реконструкции водопропускных труб из полимерных композиционных материалов следует применять открытый и бестраншейный способы прокладки.

9.1.2 При открытом способе производства работ звенья труб укладывают в открытую траншею на подготовленное основание. Производят подбивку пазух, боковую и обратную засыпку тела трубы с послойным уплотнением засыпки.

9.1.3 Бестраншейный способ прокладки включает строительно-монтажные работы по устройству трубы, осуществляемые закрытым способом с использованием следующих вариантов производства работ:

- щитовой способ проходки с применением микрощита и последующим удалением грунта;

- прессошнековое бурение с защитой внутренней поверхности трубы от повреждения во время проходки;

- продавливание пространства трубы с использованием стального оголовка и механическим удалением грунта.

Примечание – При использовании технологии щитовой проходки следует применять трубы, рассчитанные на восприятие осевых сжимающих нагрузок секциями и стыковочными узлами секций труб.

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

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

9.1.5 В процессе ведения строительно-монтажных работ должны также соблюдаться требования СНиП 12-03 по безопасности труда в строительстве и требования следующих стандартов: ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.4.011, ГОСТ 12.4.068, ГОСТ 15150.

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

9.1.7 До начала производства работ строительная организация должна получить от заказчика полную техническую документацию. Рабочие чертежи сооружений должны содержать:

- физико-механические характеристики грунтов основания и грунтов засыпки (пластичность, максимальную стандартную плотность, оптимальную влажность, общий компрессионный модуль деформации, коррозионную активность воды и грунта), а для труб в районах с расчетной минимальной температурой воздуха ниже минус 40 °С также данные о мерзлотно-грунтовых условиях

- глубину сезонного оттаивания-промерзания, температурный режим грунтов, в том числе температуру на уровне нулевых годовых амплитуд, данные о физико-механических свойствах грунтов в талом, мерзлом и оттаивающем состояниях (льдистость, теплофизические характеристики, просадочность при оттаивании и др.);

- полные физико-механические характеристики армирующих материалов грунтовой обоймы;

- полные физико-механические характеристики труб из полимерных композиционных материалов и их соединений;

- полные геометрические характеристики труб из полимерных композиционных материалов и их раскладку по сооружению;

- указания по технологии сборки водопропускного сооружения, включая устройство основания, фундаментов и формирование грунтовой (армогрунтовой) обоймы.

9.1.8 Устройство водопропускных труб из полимерных композиционных материалов включает следующие этапы работ, алгоритм которых указан на рисунке 6.

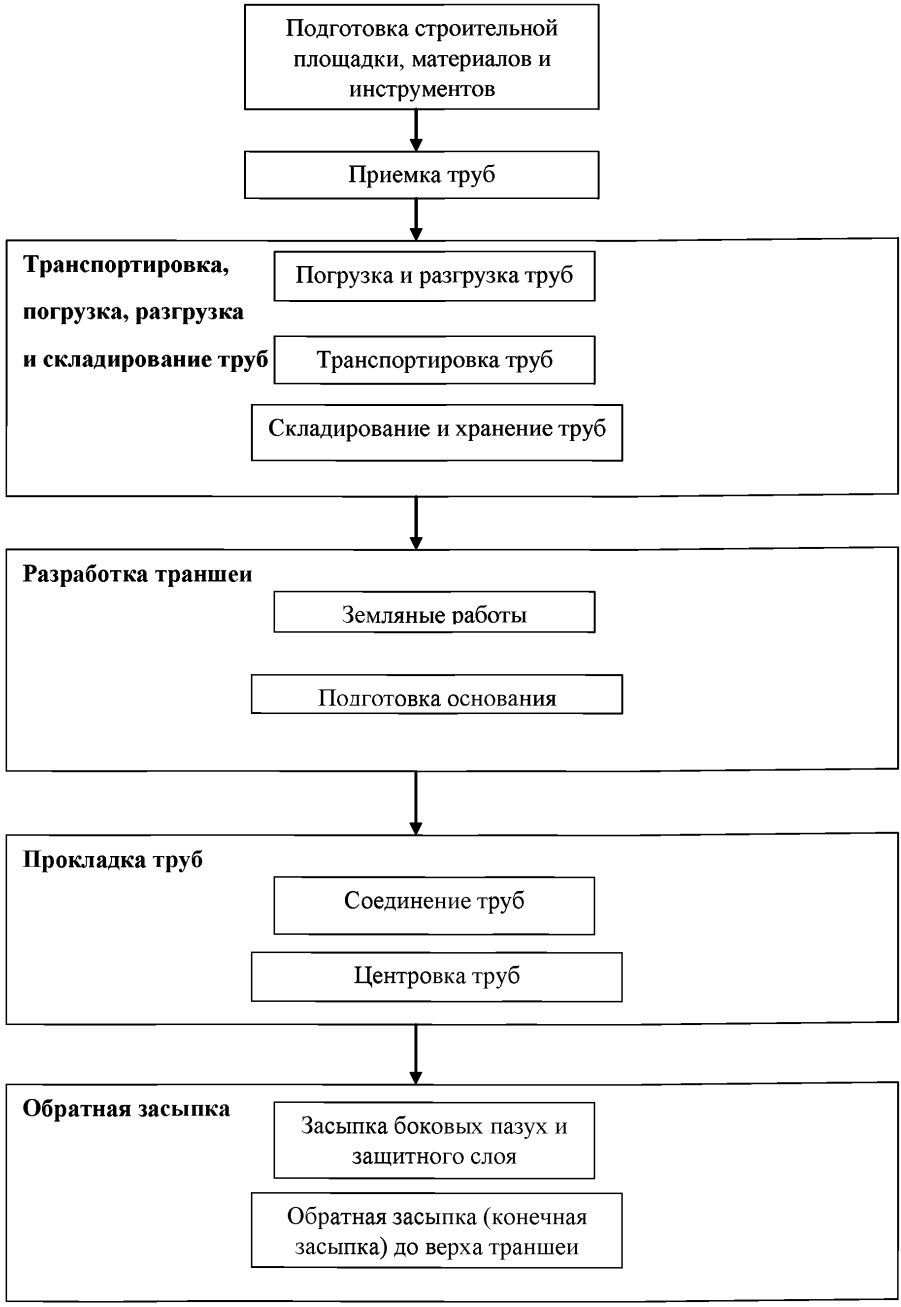


Рисунок 6 – Алгоритм прокладки труб

9.1.9 Водопропускные трубы из полимерных композиционных материалов, применяемые на водотоках с наличием ледохода, карчехода и

наледеобразования, устраиваются совместно с сооружениями противоналедной, противокарчеходной и ледовой защиты, конструкции которых должны быть предусмотрены проектом.

9.1.10 При проведении работ в зимнее время организовывают непрерывное выполнение всего цикла работ по установке отдельных секций труб: от подготовки дна котлована (траншеи) до обратной засыпки грунта на необходимую высоту над трубой. Для продолжения работ после остановки разрешается оставлять без обратной засыпки только соединительный элемент.

9.1.11 До начала монтажа труб должны выполняют следующие работы:

- организационно-техническая подготовка;
- установка временных зданий и сооружений, необходимых для производства работ;
- выполнение разбивки трасы трубы и определение границы траншеи;
- выполнение шурфовки коммуникаций (согласно проектной документации);
- проведение мероприятий по отводу поверхностных вод;
- установка вдоль трассы временных реперов, связанных нивелирными ходами с постоянными реперами;
- устройство временного электроосвещения трассы;
- обеспечение транспортировки и хранения труб.

9.1.12 В период производства работ по сооружению водопропускных сооружений из полимерных композиционных материалов следует составлять акты приемки отдельных видов работ и в целом сооружения. Образцы форм актов представлены в Приложениях З – Л.

9.1.13 Перечень скрытых работ при устройстве ПКТ, подлежащих освидетельствованию после их завершения с составлением актов скрытых работ, представлен в Приложении М.

9.2 Погрузка, транспортировка, разгрузка, складирование и хранение труб

9.2.1 При погрузке, разгрузке труб их подъем и опускание производят краном или другим погрузочно-разгрузочным механизмом, в зависимости от длины труб и типов стропов, обхватывая трубу в двух или в одном месте, соблюдая меры безопасности. Грузозахватное устройство (нейлоновая стропа) должна соответствовать весу трубы.

Запрещается использовать стальные троса или цепи для поднятия или перемещения трубы.

9.2.2 Трубы и фасонные части транспортируются любым видом транспорта (автомобильным, железнодорожным и т.д.), принятым в проекте производства работ. Трубы должны находиться в закрепленном состоянии, препятствующим их перемещению, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

9.2.3 Транспортировку следует осуществлять с максимальным использованием вместимости транспортного средства.

9.2.4 Трубы и фасонные части следует оберегать от столкновения, падения, ударов и нанесения механических повреждений на их поверхность.

9.2.5 При перевозке труб их необходимо укладывать на ровную поверхность транспортных средств, предохраняя от острых металлических углов и ребер платформы.

9.2.6 При перевозке труб одной длины, но разного диаметра их допускается помещать друг в друга с обязательной защитой внутренней поверхности от повреждений. В качестве защитных материалов следует использовать различные мягкие материалы: резиновые жгуты и кольца, ткань, пленку из поливинилхлорида, полиэтилена или полипропилена и т.п.

9.2.7 Сбрасывание труб и фасонных частей с транспортных средств не допускается.

9.2.8 Трубы и фасонные части могут храниться под навесом или на открытых площадках при любых погодных условиях. Хранение труб осуществляют на открытом ровном месте, располагая их на подкладках из брусьев. Во избежание скатывания трубы фиксируют стопорами с двух сторон.

Площадь склада должна предусматривать размещение труб, проход людей и проезд транспортных и грузоподъемных средств. На площадке должен быть предусмотрен отвод атмосферных осадков и грунтовых вод.

9.2.9 Запрещается волочение трубы по грунту до места складирования и монтажа.

9.2.10 Трубы и фасонные части нельзя подвергать открытому пламени, длительному интенсивному воздействию тепла (нагревательные приборы не ближе 1,0 м), различным жидким растворителям и т.д.

9.2.11 Если трубы раскладываются вдоль трассы до разработки траншеи, их располагают таким образом, чтобы при маневре техники трубы не были повреждены, и чтобы персонал, обслуживающий технические средства, мог видеть расположенные трубы.

9.2.12 При складировании труб вдоль разработанной траншеи их располагают таким образом, чтобы они не скатились в траншею, на расстоянии не менее 1,0 м от края траншеи и под углом 15° к оси траншеи.

9.2.13 В случае длительного хранения (более 1 года) трубы из полимерных композиционных материалов сортируют по размерам и маркам, размещают на ровной поверхности или под навесом, а резиновые кольца необходимо защитить от прямых солнечных лучей путем покрытия их плотным материалом.

9.2.14 Трубы и фасонные части, находящиеся на длительном хранении более 1 года, перед монтажом должны пройти повторный входной контроль согласно п. 11.4 и приложению Ж на предмет возможных механических повреждений, полученных за период хранения.

9.3 Приемка труб

9.3.1 Приемка труб из полимерных композитных материалов, 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 качества поступивших элементов труб из полимерных композитных материалов, сопроводительных документов;
- проверку комплектности труб из полимерных композитных материалов;
- проверку сохранности труб из полимерных композитных материалов после транспортировки на предмет выявления внешних повреждений, снижающих несущую способность и долговечность звеньев труб из полимерных композитных материалов (приложение Ж).

9.3.2 Документ (паспорт) о качестве должен содержать:

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

9.3.3 По требованию заказчика в комплект сопроводительной документации может включаться:

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

9.3.4 Входной контроль партии труб и фасонных частей оформляется «Актом входного контроля», образец которого приводиться в Приложении З и сдается Заказчику в составе исполнительной документации.

9.4 Геодезические и разбивочные работы

9.4.1 Геодезические и разбивочные работы должны обеспечить точное расположение трубы в плане и профиле и включать:

- привязку сооружения;
- разбивку сооружения в плане;
- контроль отметок дна котлована и верха основания;
- нивелирование продольного профиля трубы и входного и выходного русел.

Определение всех отметок должно производиться с привязкой к постоянному реперу, расположенному вблизи от строящегося объекта.

9.4.2 Перед началом выполнения строительно-монтажных работ проектное положение трубы должно быть закреплено в натуре и сдано по акту производителю работ. При этом должна быть указана точка пересечения оси трассы с продольной осью трубы. Продольная ось трубы должна быть закреплена кольями.

9.4.3 Промерами от оси трубы должен быть намечен контур котлована.

9.4.4 Работы должны выполняться в соответствии с требованиями СП 126.13330. Геодезическая разбивка трубы оформляется актом, приведенным в приложении И.

9.5 Устройство основания

9.5.1 Земляные работы должны выполняться в соответствии с проектной документацией, согласованной в производство работ, и со СП 45.13330.

9.5.2 При разработке траншей и котлованов должны соблюдаться правила техники безопасности в соответствии с требованиями СНиП III-4-80* (раздел 9).

9.5.3 В зависимости от высоты насыпи, типа грунтов основания и их несущей способности проектом могут быть предусмотрены следующие виды основания под ПКТ:

- спрофилированное ложе (крупнообломочные и плотные песчаные грунты, твердые и полутвердые глины) по 9.5.4 и 9.5.6;
- гравийно-песчаная подушка по 9.5.5 и 9.5.6;
- фундаменты различного типа по 9.5.7.

9.5.4 Основание трубы в виде спрофилированного ложа следует выполнять вручную, профильным ножом автогрейдера или профильным ковшом экскаватора. Затем необходимо выполнить распределение щебня слоем не менее 5 см, с втапливанием щебня и укаткой грунтового основания катком.

9.5.5 Основание трубы в виде гравийно-песчаной подушки должно устраиваться после зачистки дна котлована путем распределения слоя песчано-гравийной смеси проектной толщины и последующего уплотнения слоя катками вибрационного действия или уплотняющими средствами малой механизации.

9.5.6 Под входными и выходными оголовками следует устраивать щебеночное основание по той же технологии, что и основание под тело трубы. Уплотнение основания под оголовками рекомендуется выполнять уплотняющими средствами малой механизации.

9.5.7 Устройство фундаментов должно выполняться после зачистки дна котлована и устройства гравийно-песчаной подушки в соответствии с проектом.

9.5.8 При наличии слабых грунтов в основании назначают специальные мероприятия, обеспечивающие возможность применения данных грунтов

(устройство вертикального дренажа, грунтовых свай-дрен, свайного основания, армирование геосинтетическими материалами, силикатизация или цементация) или производят их удаление и замену. Необходимые специальные мероприятия должны быть указаны в проекте с обосновывающими их расчетами.

9.5.9 Основание под трубу должно состоять из нижнего выравнивающего слоя, укладываемого на дно котлована и исключающего образование точечных нагрузок от дна котлована на трубу, и верхнего слоя, укладываемого выше основания трубы и обеспечивающего необходимый угол опирания трубы на основание.

9.5.10 Для устройства основания должен использоваться несвязный уплотняемый грунт (раздел 7). Запрещается производить подготовку основания при наличии в траншеи снега, льда или использовать мороженый материал выравнивающего слоя.

9.5.11 Материал выравнивающего слоя подается механизированным способом в траншеи и разравнивается вручную. Неровности на дне траншеи устраняются вручную, а при помощи геодезических приборов создают необходимый уклон материалом выравнивающего слоя. Поверхность выравнивающего слоя необходимо тщательно уплотнить трамбовкой.

9.5.12 Устройство естественного основания, в том числе с заменой грунта, должно включать комплекс работ, который необходимо выполнять для обеспечения равномерного и надежного опирания конструкции на грунт, уплотненный до 0,95 максимальной стандартной плотности.

При устройстве песчаной подушки на естественном основании или на подготовленном грунтовом основании (при замене грунта) до вырезки ложа под трубу грунт подушки также подлежит уплотнению до 0,95 максимальной стандартной плотности.

9.5.13 Толщина нижнего слоя основания должна составлять 100 мм плюс 0,1D. Минимальная толщина нижнего слоя составляет 100 мм для обычных

грунтовых условий и 150 мм при устройстве водопропускных труб в скальных или текучепластичных грунтах, а также при устройстве бетонного основания.

9.5.14 Верхний слой основания должен обеспечить угол опирания трубы не менее 120°, и толщина этого слоя должна составлять не менее четверти внешнего диаметра трубы (0,25D).

9.5.15 После завершения работ по подготовке основания осуществляется его освидетельствование с составлением акта на скрытые работы по форме приложения К.

9.6 Монтаж труб из полимерных композиционных материалов

9.6.1 До начала монтажа трубы необходимо проверить отсутствие механических повреждений и расслоений на секциях трубы в соответствии с п. 11.4, а также наличие фаски на торце секций. При отсутствии заводской разметки отметить на трубе требуемую величину насадки муфты или раструба.

9.6.2 Доставленные на строительную площадку трубы раскладываются вдоль трассы в зоне действия работ. Возможно производить монтаж непосредственно с транспортных средств согласно часовому графику доставки элементов трубопровода, увязанному с общим графиком монтажных работ.

9.6.3 Опускание труб в траншею производится с помощью крана или другого грузоподъемного средства.

9.6.4 Укладка труб производиться на заранее подготовленное уплотненное выровненное по уклону основание.

9.6.5 Укладка труб производится с применением геодезических приборов с особо тщательной проверкой соблюдение проектного уклона и выравниванием по оси траншеи.

9.6.6 Запрещается: сбрасывать отдельные трубы в траншею; перемещать отдельные и трубы вдоль траншеи волоком, бить трубы о стенки траншеи.

9.6.7 При перерывах в укладке трубы необходимо трубу зафиксировать от смещения и прикрыть открытые концы труб временными заглушками исключающих попадания внутрь трубы грязи, воды или посторонних предметов.

9.6.8 Стыковка секций труб должна производиться при помощи механических приспособлений или строительной техники. Следует избегать точечных нагрузок на торец трубы или других соединительных элементов. Для защиты рекомендуется использовать специальные приспособления, конструкция которых должна быть приведена в проекте производства работ.

Примечание – В качестве специальных защитных приспособлений рекомендуется использовать деревянные щиты, упорные балки, рамы и т.д.

9.6.9 Осевое усилие при стыковке должно прикладываться равномерно и симметрично. Перекосы секций труб и других соединительных элементов в ходе стыковки не допускаются.

После выполнения стыковки очередной секции трубы на необходимую величину насадки механические осевые усилия не допускаются.

9.6.10 При выполнении стыковки звеньев труб с помощью сварки, бандажного соединения с термоусаживаемой лентой и винтового соединения перед соединением необходимо снять защитную пленку с концов труб. Там, где нет защитной пленки необходимо очистить внутренние и внешние поверхности стыкуемых труб от грязи, воды и масел способом, исключающим повреждение поверхности, с последующим их обезжириванием. При выполнении бандажного соединения дополнительно следует поверхность трубы покрыть водоотталкивающей смазкой. Произвести внимательный осмотр торцов труб на наличие рытвин, глубоких порезов, царапин на стенке, раковин в зоне сварки. Удалить заусенцы при наличии.

9.6.11 Трубы с резьбовыми соединениями поставляются на строительную площадку заводом-изготовителем. При этом при поступлении таких труб необходимо проверить не только состояние самих труб, но и состояние резьбы.

9.6.12 Качество стыковых соединений оценивают по внешним и внутренним дефектам. При наличии грата значительных размеров его необходимо удалить при помощи ножа или других подручных инструментов, не врезаясь в стенку трубы. При необходимости зачистить место среза наждачной бумагой. По окончании монтажа муфтовых соединений следует убедиться с помощью толщиномера (или инструмента для измерения зазоров), что уплотнительные кольца установлены должным образом. Следует проверять и оценивать соединение труб как до, так и после доработки.

9.6.13 Для труб диаметром до трех метров проектом может быть предусмотрено применение оголовков соответствующих п. 6.4. Конструкция оголовков и сопряжение оголовков с телом трубы должны быть указаны в проекте.

9.6.14 После завершения работ по монтажу трубы осуществляется её промежуточная приемка с оформлением акта по форме приложения Л.

9.7 Устройство грунтовой обоймы и засыпка труб из полимерных композиционных материалов

9.7.1 Боковая засыпка и начальная обратная засыпка (защитный слой) должны выполняться с применением того же материала, что и в основании (раздел 7). Толщина защитного слоя над трубой должна быть не менее 300 мм. Использование мерзлого грунта для боковой и начальной обратной засыпки не допускается.

9.7.2 Устройство грунтовой обоймы должно выполняться в едином технологическом процессе с засыпкой трубы до проектной отметки.

9.7.3 Устройство грунтовой обоймы должно производиться грунтами, перечисленными в п.п. 7.1 – 7.4. В обоснованных проектом случаях должно выполняться усиление грунтовой обоймы.

9.7.4 Процесс устройства неармированной грунтовой обоймы у труб диаметром до 3 м должен включать следующие виды работ:

- транспортировку грунта из карьера или резерва автосамосвалами или скреперами;

- разравнивание грунта бульдозером слоями заданной толщины;

- послойное уплотнение грунта виброкатками или пневмокатками, а в непосредственной близости от трубы (менее 1,0 м) – механизированными трамбовками с подштыковкой грунта;

- контроль плотности засыпки.

9.7.5 Первоначально должны быть засыпаны зазоры между нижней частью трубы и основанием с уплотнением грунта ручными штыковками. Необходимо производить подсыпку грунта в нижней трети трубы (до охвата грунтом не менее 120°) с уплотнением виброплитами или трамбовками, которые следует располагать на расстоянии 5 см от трубы и подштыковкой.

9.7.6 Отсыпку грунта следует производить с разворотом самосвала перед трубой и подачей его для разгрузки задним ходом вдоль оси насыпи (рисунок 7, а) или же кольцевым движением самосвалов и скреперов с въездом и съездом со стороны откосов насыпи (рисунок 7, б).

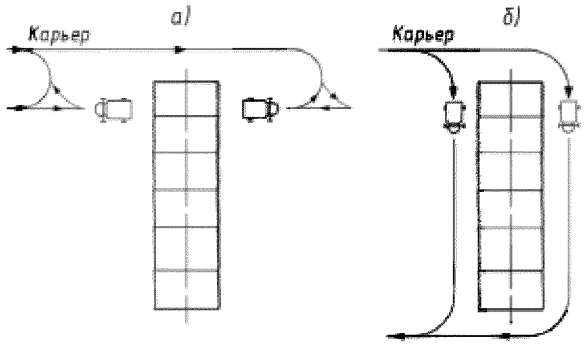


Рисунок 7 – Схемы движения автосамосвалов в процессе отсыпки грунта

9.7.7 Засыпка труб больших диаметров должна производиться наклонными от трубы слоями с уклоном не более 1:5, (рисунок 8). Толщина слоев отсыпки и засыпки над верхом конструкции в зависимости от грунтоуплотняющих средств, приведена в таблице 4.

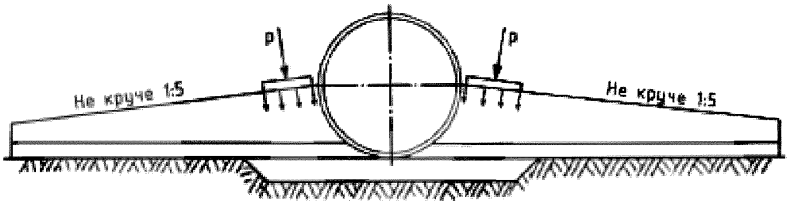


Рисунок 8 – Схема засыпки и уплотнения грунта наклонными слоями

Таблица 4 – Минимальное количество проходов при уплотнении, наибольшая толщина слоя и минимальный защитный слой над верхом металлической трубы

Механизмы для уплотнения грунта и их масса	Минимальное количество проходов по одному следу	Максимальная толщина слоя грунта после уплотнения, м	Минимальный слой грунта над верхом конструкции, м
Ручная трамбовка, 15 кг	4	0,20	0,20
Вибрационная трамбовка, 70 кг	4	0,30	0,30

Окончание таблицы 4

Вибрационная плита, 50 кг	4	0,20	0,15
Вибрационная плита, 100 кг	4	0,20	0,20
Вибрационная плита, 200 кг	4	0,30	0,30
Вибрационная плита, 400 кг	4	0,30	0,25
Вибрационная плита, 600 кг	4	0,40	0,40
Вибрационный каток со статической нагрузкой, 15 кН/м2	6	0,35	0,50
Вибрационный каток со статической нагрузкой, 15 кН/м2	6	0,60	1,0
Примечание – Максимальная плотность и оптимальная влажность грунта должны быть указаны в проекте и дополнительно уточнены до начала работ. Число проходов катка по одному следу следует устанавливать по результатам пробного уплотнения. Фактическая плотность грунта должна постоянно контролироваться в процессе выполнения земляных работ. В случае, когда не достигается требуемый коэффициент уплотнения, следует уменьшить толщину слоя или увеличить число проходов уплотняющей техники.			

9.7.8 Трубы должны засыпать одновременно с обеих сторон послойно, разница в уровнях засыпки не должна превышать 20 см. Уложенный грунт должен разравниваться бульдозером и уплотняться.

После уплотнения слоя грунта с одной стороны трубы должна производиться отсыпка следующего слоя, а с другой стороны – уплотнение грунта. В таком порядке должна осуществляться отсыпка и уплотнение всех слоев до верха трубы.

9.7.9 Уплотнение каждого слоя грунта, если оно производится при движении машин вдоль трубы, следует начинать с удаленных от нее участков и с каждым последующим проходом приближаться к стенкам трубы. Уплотнение

грунта непосредственно у трубы допускается в том случае, когда с противоположной ее стороны уже отсыпан слой грунта этого же горизонта по всей длине трубы.

9.7.10 Уплотнять грунт вокруг трубы следует машиной виброударного действия для стесненных условий. При уплотнении слоев, расположенных ниже горизонтального диаметра трубы, машина должна передвигаться вдоль трубы; слои, находящиеся выше этого уровня, целесообразно уплотнять челночным способом (рисунок 9), если труба засыпается до возведения насыпи. Последовательность отсыпки слоев, их толщина и допустимое приближение к трубе рабочих органов уплотняющих машин указываются в проекте производства работ.

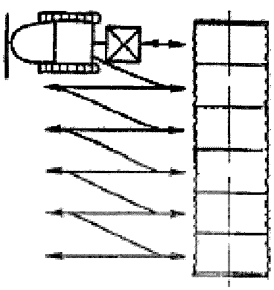
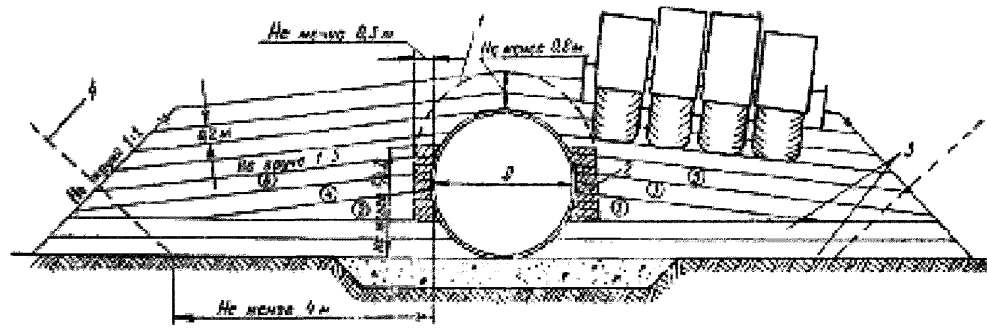


Рисунок 9 – Схема уплотнения грунта виброударной машиной челночным способом (направление движения -вверх)

9.7.11 При уплотнении грунта катком он должен перемещаться вдоль трубы по кольцевой или по челночной схеме. Приближение катка к трубе допускается на расстояние не менее 1,0 м. (рисунок 10).



1, 2 и т.д. - номера слоев в технологическом порядке их отсыпки; 1 - граница максимального приближения скатов катка к трубе; 2 - грунт, уплотняемый ручными механизированными трамбовками; 3 - нулевой слой; 4 - линии очертания границ торцов насыпи в случае устройства трубы в прогале;

Рисунок 10 – Технологическая последовательность и схема послойного уплотнения грунта засыпки труб пневмокатками

9.7.12 Допускается выполнять гидроуплотнение грунта при наличии обоснования в проекте. При этом необходимо следить, чтобы не произошел размыв грунта.

9.7.13 Грунтовая обойма вокруг труб должна быть отсыпана на ширину не менее 4 м с каждой стороны трубы и высотой не менее 0,5 над верхом конструкции.

9.7.14 Коэффициент уплотнения грунта после уплотнения слоев боковой и начальной обратной засыпки должен быть равным не менее 0,95 согласно СП 46.13330. Для уплотнения рекомендуется применять ручные трамбовки, легкие пневмо- и вибротрамбовки и виброплиты весом до 100 кг. Засыпка должна выполняться послойно с уплотнением в несколько проходов (от 3 до 6) до получения необходимой степени уплотнения. Толщина слоя должна быть не более 200 мм.

9.7.15 При выполнении начальной обратной засыпки необходимо обеспечить заполнение (подбивку) нижних пазух по бокам трубы ручными штыковками или механическими подбойками.

Примечание – Особую осторожность необходимо соблюдать при уплотнении защитного слоя непосредственно над трубой, с тем, чтобы не допустить повреждения трубы. Средние и тяжелые механизмы разрешается применять для уплотнения обратной засыпки выше 1 м от верха трубы.

9.7.16 Разрешается пропускать над трубой строительные машины с нагрузкой на ось до 10 т при высоте засыпки над ее верхом не менее 0,5 м при условии укладки дорожных плит по ГОСТ 21924.0 или мобильных дорожных покрытий из полимерных композиционных материалов [8]. Машины с нагрузкой на ось от 11 до 20 т разрешается пропускать при толщине слоя грунта над трубой не менее 0,8 м Пропуск машин с нагрузкой на ось от 21 до 50 т разрешается при толщине слоя не менее 1 м.

9.7.17 Если проектом предусмотрена меньшая толщина засыпки, то для пропуска таких машин через трубу в месте их проезда требуется временно присыпать грунт до указанной толщины (с последующей срезкой). Дальнейшая засыпка может выполняться с применением любых строительных машин без ограничения их прохода над трубой.

9.7.18 При выполнении обратной засыпки необходимо контролировать кольцевую деформацию засыпаемых труб, которая не должна превышать расчетную по проекту деформацию и во всех случаях быть менее 3%. При необходимости допускается использовать вертикальные и горизонтальные распорки, которые удаляются после выполнения засыпки.

9.7.19 При выполнении работ в зимнее время работы должны вестись с отсыпкой призмы полного профиля. Не допускается попадание мерзлых комьев, снега и льда в тело засыпки.

9.7.20 Окончание засыпки должно фиксироваться актом скрытых работ по форме приложения К.

9.7.21 При дальнейшем выполнении работ по сооружению насыпи должны быть приняты меры для предохранения концевых звеньев труб от

повреждения путем установки временных защитных щитовых экранов. Конструкция экранов должна быть приведена в проекте производства работ.

9.7.22 По окончанию строительства водопропускной трубы и сдаче ее в эксплуатацию рекомендуется установить мониторинг за напряженно-деформированным состоянием композиционных труб с замерами деформаций в пяти сечениях по длине трубы. Мониторинг целесообразно вести в течение не менее, чем двух лет, и затем на пятый год, на десятый и двадцатый год. В первые полгода замеры следует осуществлять ежемесячно, а в дальнейшем ежеквартально в течение оставшегося срока.

9.8 Устройство армогрунтовой обоймы в насыпи

9.8.1 Технологический процесс устройства армогрунтовой конструкции обоймы в насыпи у полимерных композиционных труб включает следующие операции [4]:

- подготовительные работы;

- установка выдвижных стабилизаторов (для первого яруса армогрунта) на уровне подошвы армогрунтового откоса;

- установка лицевых щитов по контуру внешней грани армогрунтового слоя (яруса);

- расстилка армирующих полотнищ с перекрытием в стыках на 15-20 см и с выпуском их за внешнюю грань лицевых щитов на 1,5 м. Вдоль лицевой грани поверх армирующего полотна расстилается геосинтетический материал;

- перемещение и засыпка грунта на разостланные полотнища геосинтетического материала;

- разравнивание и уплотнение грунта с выравниванием прибровочного участка по отметкам;

- укладка с натяжением на уплотненную поверхность грунта армирующих полотнищ геосинтетического материала, выпущенных за внешнюю грань лицевых щитов;

- закрепление уложенных и натянутых на уплотненную поверхность грунта армирующих полотнищ колышками;

- удаление (вытягивание) выдвижных стабилизаторов и снятие лицевых щитов;

- установка выдвижных стабилизаторов на поверхность первого армированного слоя (для создания второго яруса армогрунта).

9.8.2 Устройство последующего слоя армогрунтовой обоймы без зафиксированного контроля натяжения армирующих полотнищ и контроля плотности грунта предыдущего слоя армогрунтовой обоймы не допускается. Далее операции повторяются.

9.8.3 После завершения строительства внешняя поверхность армогрунтовой насыпи покрывается защитным слоем. Защитный слой выполняется по проекту укрепления откосов насыпи.

9.8.4 Работы по устройству армогрунтовой обоймы и полимерных композиционных труб могут осуществляться как в одну, так и в две смены.

9.8.5 Подготовительные работы включают в себя: вырубку кустарника, разбивку границ участка с фиксированием подошвы будущего армогрунтового откоса, изготовление выдвижных стабилизаторов и лицевых щитов, нарезку армирующих полотнищ геосинтетического материала необходимой длины, заготовку колышков, требующихся для закрепления полотнищ, и металлических штырей и скрепок для закрепления георешеток, доставку заготовленных материалов.

9.8.6 Устройство основания армогрунтовой обоймы:

- на выровненную площадку основания будущей армогрунтовой обоймы расстилается полотнища геосинтетического материала с перекрытием в стыках на 15-20 см и закрепляют колышками;

- на геосинтетический материал отсыпается грунт. Отсыпка грунта бульдозером осуществляется таким образом, чтобы перед отвалом все время

перемещался валик грунта толщиной не менее 0,2 м во избежание повреждения и сдвига гусеницами полотнищ армирующего материала;

- после разравнивания гравийно-песчаной прослойки грунт уплотняется катком (виброударного действия).

9.8.7 В процессе уплотнения берутся пробы грунта на плотность режущими кольцами или прибором Ковалева либо другими методами. Плотность должна быть достаточной величины, коэффициент уплотнения грунта должен быть равным не менее 0,95 согласно СП 46.13330.

На уплотненную гравийно-песчаную прослойку отсыпается гравийно-щебеночная смесь, разравнивается, уплотняется, и в процессе уплотнения берутся пробы.

9.8.8 Разбивочные работы ведутся от оси проектируемой насыпи с композитной трубой.

9.8.9 Дальнейшая отсыпка выполняется после монтажа полимерных композиционных труб при необходимости с устройством защитной изоляции мультиаксиальным скальным листом (п. 5.1.3) от механических повреждений при уплотнении.

9.8.10 Формирование откоса обоймы на участке выполняется в следующем порядке: на уплотненную поверхность гравийно-песчаной смеси устанавливаются выдвижные стабилизаторы с таким расчетом, чтобы внешняя грань первого армогрунтового слоя после установки щитов была на линии, соответствующей проектному очертанию. Наиболее рациональное расстояние между осями стабилизаторов ≈ 1,5 м.

9.8.11 Лицевые щиты устанавливаются таким образом, чтобы не было «ступеней» в расположении торцов соседних щитов. При расстановке щитов их целесообразно соединять в верхней части планками и закреплять к стабилизаторам вязальной проволокой.

9.8.12 Расстилка армирующих полотнищ геосинтетического материала производится после установки щитов. Армирующие полотнища геосинтетического материала нарезаются заранее, исходя из геометрических размеров яруса, и соответствующим образом условно маркируются, затем сматываются в рулоны.

9.8.13 Армирующие полотнища расстилаются поперек армогрунтовой обоймы по направлению к лицевым щитам с перекрытием в стыках на 15-20 см и с выпуском их за внешнюю грань щитов на величину, достаточную для последующего завертывания (после засыпки и уплотнения грунта рассматриваемого яруса). После раскатки армирующего полотна проверяют качество уложенной прослойки и оформляют акт на скрытые работы.

9.8.14 Перемещение и засыпка грунта на разостланные полотнища армирующего материала ведется в следующем порядке: при работе комплекса машин в составе бульдозера и катка бульдозер начинает засыпку грунта первого яруса. Целесообразна засыпка армогрунтовой обоймы с одного конца лишь до половины длины захватки (половины длины полимерной композиционной трубы), другая половина засыпки осуществляется этим же (или другим) бульдозером с другого конца насыпи аналогичным образом.

9.8.15 Засыпку грунта бульдозер осуществляет таким образом, чтобы перед отвалом все время перемещался валик грунта толщиной не менее 0,2 м во избежание повреждения и сдвига гусеницами полотнищ армирующего материала.

9.8.16 После разравнивания грунта в пределах первого яруса армогрунтовой обоймы осуществляется уплотнение его катком или грунтоуплотняющей машиной (ударного и виброударного действия).

9.8.17 В процессе уплотнения берутся пробы грунта на плотность режущими кольцами или прибором Ковалева. Величина плотности должна

быть достигнута не менее 0,95 от максимальной стандартной. Степень уплотнения проверяют лабораторно-строительные посты.

9.8.18 На уплотненную поверхность грунта укладываются и закрепляются с натяжением армирующие полотнища, выпущенные за внешнюю грань лицевых щитов, и укрепляются деревянными колышками.

9.8.19 Забивка деревянных колышков под углом на сравнительно небольшом расстоянии от лицевых щитов позволяет закрепить геосинтетический материал и натянуть его на лицевые грани слоя.

9.8.20 Для второго яруса армогрунтовой обоймы проводится удаление выдвижных стабилизаторов и снятие лицевых щитов, а затем на отсыпанный первый слой производится установка стабилизаторов и повторение операций.

9.8.21 Во избежание превышения допустимой величины деформации полимерных композиционных труб в процессе возведения грунтовой обоймы в ходе ее отсыпки и уплотнения устанавливаются временные распорки из деревянного бруса.

9.8.22 Места упора распорок для полимерных композиционных труб назначаются в точках, имеющих максимальные деформации по расчету. Расчет места точек упоров должен выполняться методом конечных элементов. Упоры в полимерных композиционных труб устанавливаются, как правило, через 4-5 м.

9.9 Устройство полимерных композитных труб методом «трубы в трубе»

9.9.1 Технологический процесс устройства полимерных композиционных труб методом «труба в трубе» включает следующие операции:

9.9.1.1 Подготовительные работы (очистка и подготовка существующей трубы к ремонту, заделка сколов и трещин, доставка композитных полимерных труб и оборудования на объект).

9.9.1.2 Установка в существующей трубе направляющего троса для протягивания шланга при бетонировании межтрубного пространства, с закреплением концов троса у входного и выходного оголовков. При монтаже звеньев следят, чтобы трос оставался в межтрубном пространстве и не был задавлен.

9.9.1.3 Укладка первого звена монтируемой трубы с помощью автокрана у входа существующей трубы, краем с раструбом или муфтой наружу.

9.9.1.4 Установка первого звена в корыто для транспортировки внутри существующей трубы или монтажной тележки с домкратами, чтобы домкраты находились у краев звена. Подъем домкратов для транспортировки внутри существующей трубы первого звена.

9.9.1.5 Укладка первого звена в существующей трубе согласно проекту в соответствии с осевой и высотной разбивкам. Установка проектного уклона с помощью нивелира и вспомогательных устройств.

9.9.1.6 Фиксация первого звена в четырех местах каждого края с помощью деревянных или металлических клиньев по окружности (рисунок 11).

9.9.1.7 Установка тележки с домкратами в исходное положение.

9.9.1.8 Укладка второго звена монтируемой трубы с помощью автокрана у входа существующей трубы, краем с раструбом или муфтой наружу.

9.9.1.9 Установка второго звена в корыто для транспортировки внутри существующей трубы или монтажной тележки с домкратами, чтобы домкраты находились у краев звена. Подъем домкратов для транспортировки внутри существующей трубы второго звена.

9.9.1.10 Совмещение по осям и высоте с помощью домкратов на тележке свободный край второго звена с раструбом или муфтой первого звена.

9.9.1.11 Установка упора на высоте 1/3 диаметра звена на свободном крае первого звена для соединения звеньев с помощью лебедки с цепным тросом.

9.9.1.12 Установка двух ручных лебедок с цепными тросами внутри звеньев. Строповка лебедок на упоре свободного края первого звена, крюков цепных тросов на упоре второго звена.

9.9.1.13 Очистка от грязи места соединения первого и второго звеньев с помощью волосяной щетки и ветоши.

9.9.1.14 Смазка посадочных частей звеньев трубы, соединяемых поверхностей и резинового уплотнительного кольца графитоглицириновой (силиконовой) смазкой или густым мыльным раствором.

9.9.1.15 Вставка с помощью лебедок свободного края второго звена в раструб или муфту первого звена до прохождения им уплотнительного кольца на раструбе или муфте.

9.9.1.16 Выставление с помощью домкратов на тележке край с раструбом или муфтой второго звена согласно проекту в соответствии с осевой и высотной разбивками.

9.9.1.17 Фиксация второго звена в четырех местах каждого края с помощью деревянных или металлических клиньев по окружности (рисунок 11).

9.9.1.18 Повторение операций в соответствии с п.п. 9.9.1.1-9.9.1.17, поочередно переставляя упор, для соединения звеньев с помощью ручной цепной лебедки, внутри смонтированного звена в стык двух звеньев.

9.9.1.19 Заполнение межтрубного пространства бетоном, при этом заложение кирпичом оба края межтрубного пространства по периметру, оставив в них по одному проему 100х100 мм для пропуска шланга подачи бетона.

9.9.1.20 Бетонирование межтрубного пространства проводят по всей длине трубы за три этапа по высоте:

- I этап – бетонирование лотковой части;
- II этап – бетонирование средней части;

- III этап – бетонирование свода трубы.

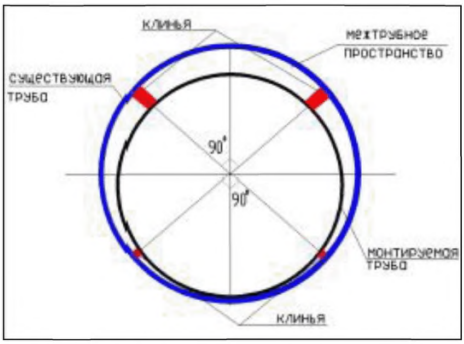


Рисунок 11 – Расположение клиньев

9.10 Устройство противоселевых, противокарчевых и противоледоходных конструкций

9.10.1 Сетка кольчужного типа для защиты водопропускного сооружения из полимерных композитных труб от карчехода, ледохода и селей изготавливается из шести взаимосоединенных колец (по принципу кольчуги) и крепится на несущем верхнем и нижнем тросах. Высота системы может составлять от 3 до 6 м, расстояние между стойками составляет от 5 до 10 м. Два несущих троса и боковая растяжка зафиксированы в один якорь. Стойки удерживаются в устойчивом положении двумя натяжными тросами (растяжками), зафиксированными при помощи анкерного крепления (якорем) в верхней части. Тормоза включены в систему несущих тросов и в систему натяжных тросов-растяжек. Кольца кольчужной сети диаметром 350 мм изготавливают из 4 мм стальной оцинкованной проволоки (разрывное усилие 1500/1800 Н/мм^2), поверхностная плотность цинка не менее 150 г/м^3. Сети двойного кручения поставляются пакетами, ряды сетки находятся строго один над другим. Вес 1 м^2 кольчужной сетки, как правило, составляет 7,5 кг (рисунок 12).

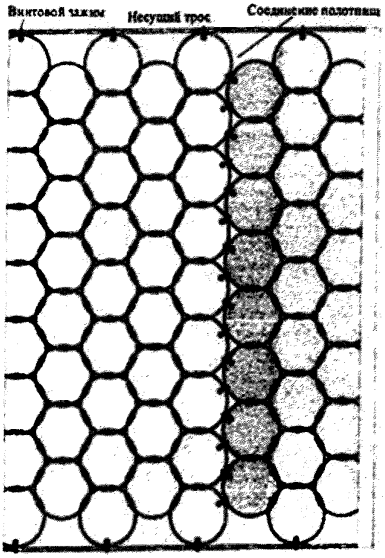


Рисунок 12 – Кольчужные сетки

Для районов с повышенной агрессивностью воды рекомендуется использовать проволоку (сеть) с дополнительным покрытием.

9.10.2 Соединение кольчужной сетки с несущим тросом осуществляется при помощи соединительных скоб. Соединение полотнищ сетки производится винтовыми зажимами и тросом методом свивки. С внутренней стороны барьера (системы) прикрепляется ограждение из сетки двойного кручения, что препятствует проскакиванию камней небольших размеров. Стойки барьера состоят из металлического швеллера, профиля, трубы (рисунок 13). В зависимости от сложности участка проектируются те или иные стойки.

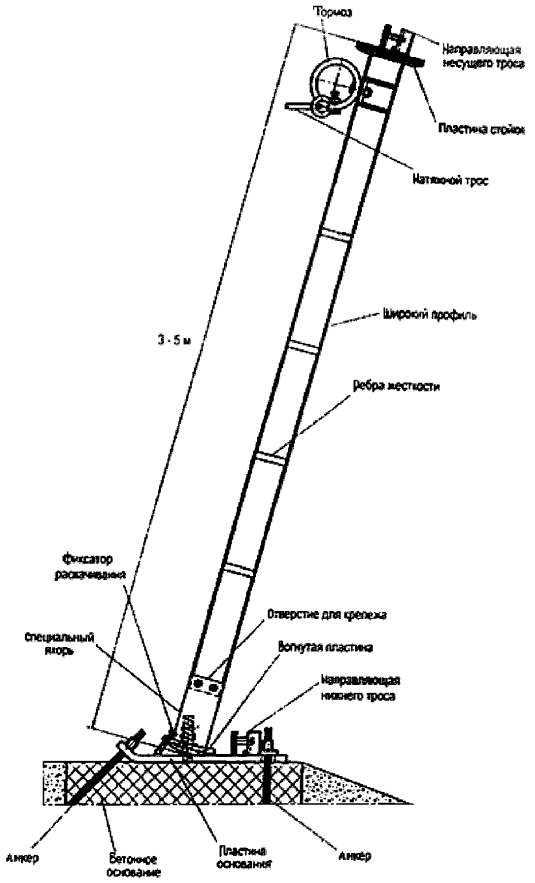


Рисунок 13 – Стойка барьера

Тормоза включены в систему несущих тросов и в систему натяжных тросов-растяжек. Тормоза изготовлены на основе плоской железной пластины, закрученной в жесткую спираль. Максимальный тормозной путь каждого витка составляет 0,5 м, что соответствует энергии, равной приблизительно 50 кДж. В зависимости от энергетической составляющей воздействия селевого потока, карчей или льда могут использоваться тормоза от 2,25 витков до 4,5 витков.

9.10.3 Защитная система должна быть оснащена несущими натяжными тросами в зависимости от энергетической составляющей воздействия селевого потока, карчей и льда.

9.10.4 Тормоза выставляются на боковых растяжках. Крепление стойки защитного барьера осуществляется анкером, при бетонном цоколе одним анкером крепления стойки и двумя анкерами крепления основания стойки. Конструктивная схема защитных барьеров приведена на рисунке 14.

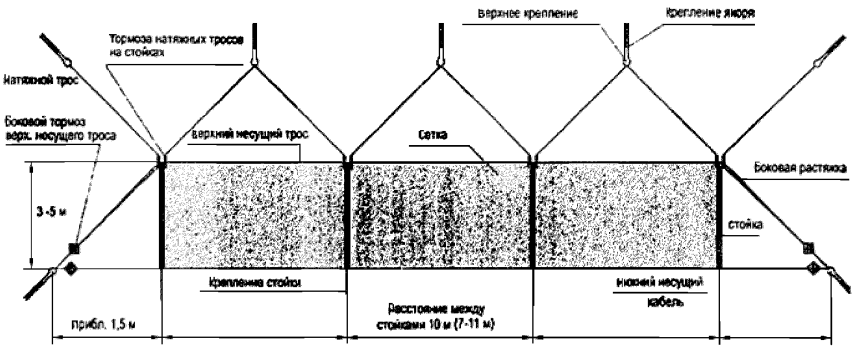


Рисунок 14 – Конструкции противоселевых, противокарчевых и противоледоходных барьеров

9.10.5 Разбивка под конструкцию производится согласно схеме разметки (приведенной в проектной документации). Для размещения сетки относительно защищаемого объекта необходимо соблюдать минимальные размеры, соответствующие тормозному пути сетки.

9.10.6 Для натяжения тросов при диаметре 16-26 мм рекомендуется использование натяжителя размером 16. Для натяжения тросов рекомендуется использовать две (оптимально четыре) лебедки с максимальной силой натяжения 20 кН. Контроль зажима тросов выполняется при помощи динамометрического ключа.

9.10.7 Монтажные работы выполняются в следующем порядке:

- установка пластины основания на бетонном цоколе и фиксация ее двумя анкерами;

- выравнивание пластины и обжатие анкерными болтами;

- установка стойки на пластину основания, оставив при этом зазор относительно пластины для того, чтобы стойка могла наклоняться к нижней части склона; регулировка наклона стойки, фиксация вручную натяжение тросов при помощи зажимов; установка сетки между стойками, продев трос между верхними и нижними кольцами по всей длине полотна; фиксация сетки зажимами снизу/сверху; регулировка окончательного наклона стойки и тросов натяжения и фиксация при помощи 3-5 тросов;

- фиксация боковых растяжек с легким натяжением их;

- крепление тормоза внутренних несущих тросов на креплениях сверху и снизу;

- установка несущих тросов и натяжение их на стойках;

- соединение секций сетки между собой при помощи скоб;

- фиксация сетки по краям рядов на тросе, а также и сверху, и снизу;

- проверка натяжения тросов; в случае их ослабления проверка наклона стоек, а также натяжение тросов стоек;

- окончательная натяжка тросов барьера с помощью динамометрического ключа и обжатия зажимами (не менее четырех);

- резка оставшегося троса примерно на 1,0 м от зажимов и фиксация его;

- расправление сетки и крепеж ее при помощи скоб;

- установка внахлест сетки двойного кручения с внутренней стороны барьера по длине барьера на высоту 1,0 м от нижнего троса; фиксация сетки двойного кручения к сетке кольчужного типа при помощи каната или проволочных скруток на каждом 1 м^2.

9.10.8 Для окончательного контроля установки барьера необходимо проверить наклон стойки относительно проектного, натяжение тросов барьера, высоту сетки в центре секции, блокировку и зажим анкерных гаек, фиксацию болтов и скоб и зажимов тросов при помощи динамометрического ключа, состояние тормозов и ограждения.

9.11 Устройство противоналедных мероприятий

9.11.1 Противоналедные мероприятия и сооружения подразделяются на временные (сезонные) и постоянные.

9.11.2 Сезонные мерзлотные пояса применяются для борьбы с наледями от выхода подземных вод небольшой мощности на участках с неглубоким залеганием вечномерзлых грунтов или водоупоров. Они устраиваются посредством расчистки полосы земли от снега после каждого снегопада. Ширина расчистки колеблется в зависимости от мощности наледи и рельефа местности от 5 до 15 м, а длина полосы должна обеспечить полное перекрытие потока грунтовых вод. В случае если один пояс не обеспечивает задержание наледи, устраивается второй мерзлотный пояс и т.д. Сезонные мерзлотные пояса эффективны в местности, где нет больших снежных заносов.

Сезонные мерзлотные пояса для борьбы с речными наледями устраиваются на небольших водотоках при неглубоком залегании водонепроницаемого слоя под руслом и представляют собой канавы шириной 2-4 м, вырубаемые во льду. Канавы должны пересекать все русло и располагаться поперек долин водотоков на расстоянии 200-300 м от искусственного сооружения на отмелях и перекатах, где водоток может быть проморожен быстрее.

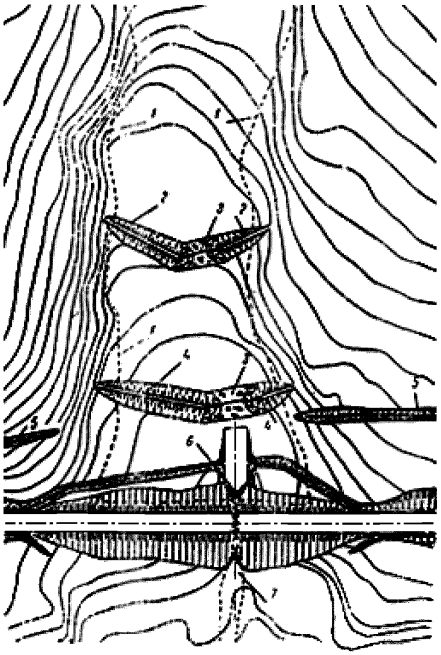
9.11.3 Канаву следует углублять на 0,3-0,5 м ниже дна русла, концы канав должны быть врезаны в берега водотока на такое расстояние, чтобы предотвратить возможность прохода в береговых наносах вод, питающих наледь. Скалываемый лед и грунт из канав нужно укладывать в вал, расположенный с низовой стороны.

9.11.4 Утепление русл может быть применено в районах со значительным снежным покровом на узких, шириной 1-2 м, речках и ручьях. Длина участка утепления назначается в зависимости от местных условий от 20 до 100 м в верховую сторону от водопропускного сооружения и от 20 до 50 м в низовую.

Утепление русел можно производить мхом, торфом, хворостом, валежником, ветвями хвойных деревьев, укладываемых слоем 0,3-0,5 м на настил из жердей и покрываемых рыхлым снегом.

9.11.5 При образовании речной наледи ниже полимерных композиционных труб и создании вследствие этого перед трубой подпора воды с ледяным покровом следует устраивать проруби с низовой стороны для свободного выхода подпертой воды на поверхность льда.

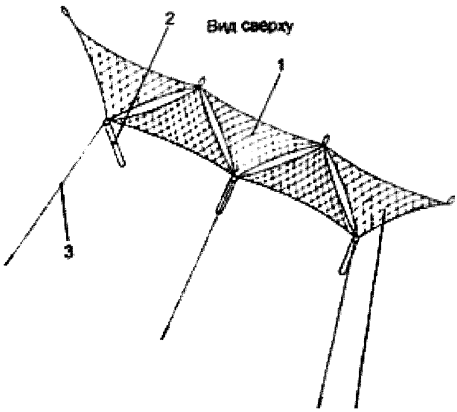
9.11.6 Примером постоянных противоналедных конструкций могут быть валы из грунта, которые следует применять преимущественно для борьбы с логовыми наледями с источниками питания, находящимися в удалении от трассы. Валы должны устраиваться с таким расчетом, чтобы они удерживали всю наледь. Валы сооружают высотой 1-3 м, шириной по верху 1,0 м с откосами 1:1,15. Валы необходимо отсыпать из глинистых грунтов с тщательным уплотнением. В зависимости от рельефа местности валы нужно располагать в плане под углом 140° - 170° оси водотока (рисунке 15).



1 - контур наледи до устройства противоналедных конструкций; 2, 4 - валы; 3 - сетка или забор-щит; 5 - нагорная канава, 6 - щит из досок; 7 - выходное русло

Рисунок 15 – Противоналедные валы

9.11.7 Для пропуска по логу поверхностных вод в валах необходимо оставлять просветы размерами, обеспечивающими пропуск максимального расхода, но не менее диаметра полимерных композитных труб. В просветы устанавливается конструкция из сварных сеток по [7] или забор из досок или бревен. Допускается применять сетчатую конструкцию, которая приведена на рисунке 16. Деревянные заборы устанавливаются на зиму, разбираются весной. Сетки стоят постоянно и должны периодически освобождаться от наносов.



1 - усиливающие канаты; 2 - стойки барьера; 3 - стальной канат (трос)

Рисунок 16 – Конструкции противоналедных сеток

9.12 Завершающие работы

9.12.1 После выполнения основных работ и до сдачи водопропускной трубы в эксплуатацию должны быть выполнены следующие работы:

- удаление из русла и вывоз грунта, отсыпанного на время производства работ;

- очищение русла и поймы от посторонних предметов;

- разборка и вывоз временных сооружений на строительной площадке;

- выполнение планировки и рекультивации земель; в случае указания в проекте или по предписанию контролирующих органов выполнение посадки кустарников и деревьев на всей территории строительства, включая подъездные дороги;

- выполнение благоустройства территорий в местах грунтовых карьеров.

Выполнение перечисленных работ должно быть указано в акте сдачи водопропускной трубы в эксплуатацию.

10 Требования безопасности и охраны окружающей среды

10.1 Готовые звенья ПКТ, при контакте с ними не представляют опасности для человека, и работа с ними не требует специальных мер безопасности.

10.2 Требования к рабочей зоне при производстве звеньев ПКТ представлены в ГОСТ Р 54560.

10.3 При транспортировке, монтаже и эксплуатации ПКТ специальные требования к охране окружающей среды не предъявляют.

Требования к охране окружающей среды при производстве звеньев ПКТ представлены в ГОСТ Р 54560.

11 Контроль качества работ

11.1 Безопасность сооружений с применением водопропускных труб из полимерных композиционных материалов при строительстве в насыпях автомобильных дорог должна гарантироваться надлежащим контролем качества при приемке работ. Система контроля качества на всех этапах ведения строительства водопропускных сооружений с использованием ПКТ должна обеспечивать гарантии безопасности эксплуатации на весь период существования сооружения с полной оценкой видимых и скрытых работ, что требует особого внимания на полноту оформления актов на скрытые работы, оценки качества ПКТ, приемочный контроль, технологические регламенты перевозки, складирования и монтажа ПКТ, а также своевременности ведения технического надзора за сооружением грунтовой засыпки. В целях определения долговечности ПКТ в сооружении, предполагается мониторинг ее напряженно-деформированного состояния в течении 10-20 лет специализированной организацией.

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

11.3 При выполнении работ по устройству и реконструкции водопропускных труб из композиционных материалов должен осуществляться:

- входной контроль;
- операционный контроль;
- оценка соответствия выполненных работ, конструкций совместно с заказчиком.

11.4 При входном контроле осуществляется:

- проверка полноты и качества проектной документации;
- контроль качества применяемых строительных материалов, конструкций и изделий;
- освидетельствование геодезической разбивочной основы.

11.4.1 При осуществлении контроля качества строительных материалов и изделий проверяется наличие маркировки, паспортов и сертификатов качества. Все поступающие на строительную площадку материалы и изделия должны соответствовать требованиям раздела 4. Соответствие применяемых материалов указанным требованиям подтверждается наличием на них паспортов, а качество – результатами лабораторных испытаний.

11.4.2 Доставленные на стройплощадку композитные трубы необходимо осмотреть на предмет выявления повреждений, полученных в ходе транспортировки. Перечень возможных дефектов поверхности труб, типы дефектов, критерии приемки и рекомендуемые корректирующие действия приведены в приложении Ж. Поврежденные трубы следует складывать отдельно для предъявления представителю поставщика. Входной контроль партии труб оформляется «Актом входного контроля» (приложение З), который должен сдаваться заказчику в составе исполнительной документации.

11.4.3 Геодезическая основа должна соответствовать требованиям СП 46.13330.2012 (п.5.1) и СП 126.13330. Геодезическая разбивка трубы оформляется актом, приведенным в приложении И.

11.5 При операционном контроле осуществляется освидетельствование скрытых работ, освидетельствование ответственных конструкций, контроль выполнения и завершения следующих работ:

- устройство оснований, (подраздел 9.5);
- монтаж труб, в том числе стыковка звеньев труб (подраздел 9.6). Контролируемые параметры и допуски при монтаже конструкций трубы приведены в приложении Ж;
- устройство обратной засыпки (подраздел 9.7);
- выполнение завершающих работ (подраздел 9.12).

Перечень скрытых работ при сооружении водопропускной трубы, подлежащих освидетельствованию после их завершения приведен в приложении М. Форма акта освидетельствования скрытых работ приведена в приложении К. Форма общего журнала работ приведена в приложении Н.

11.6 Оценка соответствия выполненных работ, конструкций совместно с заказчиком выполняется при:

- промежуточной приемке этапов выполненных работ;

- на заключительном этапе при приемке законченных строительством объектов.

11.6.1 Оценка соответствия выполненных этапов работ должна осуществляться сразу после завершения очередного этапа с составлением соответствующих актов. Форма акта промежуточной приемки ответственных конструкций приведена в приложении Л.

Оценка соответствия выполненных этапов работ производится комиссией в составе представителей:

- заказчика или технического надзора,
- подрядной строительной организации,
- проектной организации.

11.6.2 Заключительная оценка соответствия законченной строительством водопропускной трубы должна осуществляться приемочной комиссией, назначаемой заказчиком. Приемочная комиссия проверяет соответствие законченной строительством водопропускной трубы проектной документации, а также оценивает объем и качество выполненных работ с составлением актов приемки работ.

При заключительной оценке соответствия законченной строительством водопропускной трубы контролю подлежат:

- соответствие сооружения проектной документации;
- соответствие применяемых материалов, конструкций и изделий требованиям проекта, стандартов и других нормативных документов;
- соответствие объемов работ по отдельным видам требованиям проектной и исполнительной документации;
- полнота и качество промежуточной приемки ответственных конструкций, освидетельствование скрытых работ и ведение исполнительной производственно- технической документации.

Примечание – Исполнительная производственно-техническая документация включает:

- исполнительные чертежи, общие журналы работ и журналы авторского надзора;
- акты освидетельствования скрытых работ и промежуточной приемки ответственных конструкций;
- журналы лабораторного контроля, акты испытаний строительных материалов и контрольных образцов, паспорта, сертификаты на материалы и изделия.

11.6.3 По требованию заказчика может быть произведено вскрытие конструкций. В случае выявления несоответствия выполненных работ проектным решениям и требованиям нормативных документов, работы подлежат переделке.

Примечание – Выполнение данных работ во всех случаях производится за счет заказчика, а выявленные дефекты и брак устраняются подрядной строительной организацией.

11.6.4 Водопропускные трубы перед приемкой их в эксплуатацию должны быть обследованы в целях проверки их соответствия утвержденному проекту и требованиям, установленным настоящими нормами и правилами к качеству работ.

11.6.5 В процессе обследования труб производят:

- осмотр внутренних и наружных (не закрытых грунтом) поверхностей труб и оголовков;

- измерения вертикальных и горизонтальных диаметров труб;

- замеры величин зазоров в швах между звеньями, взаимных вертикальных деформаций звеньев;

- проверку положения оси трубы в плане.

11.6.6 Кроме того, при необходимости производят:

- замеры углов пересечения осей сооружения с осью дороги;

- съемку поперечников земляного полотна;

- осмотр укрепленных откосов конусов, подводящих и отводящих русел, а также примыкающих к трубам водоотводов;

- съемку планов и характерных сечений логов, проверку правильности гидравлической работы;

- выявление фильтрации воды через тело насыпи;

- выявление признаков пучения грунта или наледеобразования.

11.6.7 При обследовании труб, построенных на вечномерзлых грунтах, выявляют наличие просадок труб, которые могут быть вызваны деградацией вечной мерзлоты согласно СП 46.13330.

11.6.8 При отклонениях от проектных величии положения и размеров возведенных конструкций труб, обнаруженных во время обследований при контрольных промерах и инструментальных съемках, их необходимо оценивать с точки зрения влияния на несущую способность и эксплуатационные качества сооружений. При этом следует проверять соблюдение основных габаритных требований, размеров температурных зазоров, соблюдение назначенных проектом уклонов в соответствии требованиями СП 46.13330.

11.6.9 При толщине засыпки грунтом водопропускной трубы из полимерных композиционных материалов менее 5,0 м следует проводить ее статические и динамические испытания в соответствии с требованиями СП 79.13330.

11.6.10 Требования к контролю и приемке работ методом «труба в трубе»

11.6.10.1 При производстве работ по ремонту труб методом «труба в трубе» должны быть обеспечены:

- входной контроль качества материалов;

- пооперационный контроль качества выполнения работ.

При входном контроле качества проверяется наличие маркировки, паспортов и сертификатов качества материалов. Характеристики материалов, указанные в их маркировке и паспортах должны соответствовать проектным.

11.6.10.2 Пооперационный контроль качества выполнения работ проводится постоянно по мере их производства мастером или прорабом участка. Перечень видов работ, подлежащих контролю, методы и способы его проведения, а так же перечень контролируемых параметров и критерии их оценки представлены в таблицах 5 и 6.

11.6.10.3 При проведении пооперационного контроля качества в подготовительный период особое внимание следует уделять мероприятиям по изоляции зоны производства работ от протекающей воды, а так же качеству подготовки внутренней поверхности трубы.

11.6.10.4 Приемка работ производится приемочной комиссией, назначаемой Заказчиком. Комиссией проверяется объем и качество выполненных работ, соответствие отремонтированной трубы требованиям сводов правил, другим действующим нормативным документам и утвержденным рабочим проектом и сметам на производство работ. Приемка работ оформляется актом.

Таблица 5 – Пооперационный контроль качества работ при производстве методом «труба в трубе»

Наименование процесса подлежащего контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Периодичность контроля	Технические критерии оценки качества
Монтаж I звена	Соосность с геодезической разбивкой	Геодезическая разбивка	При монтаже	±3 мм
	Уклон	Нивелир		

Окончание таблицы 5

Расклинка Ізвена	Устойчивость звена	Визуально	Каждое место	±3 мм
	Уклон	Нивелир		
Монтаж последующего звена	Соосность с предыдущим звеном	Геодезическая разбивка	При монтаже	±3 мм
	Заход за уплотнительное резиновое кольцо в раструбе или муфте предыдущего звена	Визуально		
	Уклон	Нивелир		
Расклинка последующего звена	Устойчивость звена	Визуально	Каждое место	±3 мм
	Уклон	Нивелир		
Заполнение межтрубного пространства бетоном	Плотность заполнения	Объем затраченного бетона	При заполнении	-1 % объема заполнения
		Простукивание		

Таблица 6 – Приемочный контроль при производстве бетонных работ

Наименование процесса подлежащего контролю	Инструмент и способ контроля	Технические критерии оценки качества
Установка водопропускной трубы из композитных материалов	Визуально Нивелир	±3 мм
Заполнение меж трубного пространства	Простукивание Объем затраченного бетона	-1 % объема заполнения

11.6.11 По окончанию строительства водопропускной трубы и сдаче ее в эксплуатацию рекомендуется установить мониторинг за напряженно-деформированным состоянием композиционных труб с замерами деформаций в пяти сечениях по длине трубы. Мониторинг целесообразно вести в течение не менее, чем двух лет, и затем на пятый год, на десятый и двадцатый год. В первые полгода замеры следует осуществлять ежемесячно, а в дальнейшем ежеквартально в течение оставшегося срока.

Приложение А

(рекомендуемое)

Расчет водопропускных труб на прочность и устойчивость

Прочность трубы из полимерных композитов обеспечена при условии соблюдения неравенства согласно СП 40-102:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_{pp}} + \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{pn}} \le 1{,}0 \qquad (А.1)$$

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:

$$\varepsilon_p = 4{,}27 K_\sigma \frac{\delta}{D} Y \qquad (А.2)$$

$$\varepsilon_c = \frac{\mathrm{p}}{2E_0} \cdot \frac{D}{\delta} \qquad (А.3)$$

$$\varepsilon_{pp} = \frac{\sigma_0}{E_t K_э} \qquad (А.4)$$

$$\varepsilon_{pn} = \frac{\sigma_0}{E_0 K_э} \qquad (А.5)$$

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_t – долговременный модуль упругости при растяжении материала трубы, МПа.

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

$$Y = Y_{ГР} + Y_Т \tag{А.6}$$

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

$Y_Т$ – относительная деформация вертикального диаметра трубы под действием временных нагрузок.

Относительная деформация вертикального диаметра трубы под действием грунта насыпи:

$$Y_{ГР} = \frac{K_Т K_W p_{ГР}}{K_Ж G_0 + K_{ГР} E_{ГР}} \tag{А.7}$$

где: $K_Т$ – 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:

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

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

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

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

μ – коэффициент Пуассона материала трубы;

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

$Е_{гр}$ – модуль деформации грунта в пазухах траншеи, МПа.

Относительная деформация вертикального диаметра трубы под действием временных нагрузок равна:

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

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

p_{BP} – временная нагрузка, МПа.

$К_З$=1,68 – коэффициент запаса. На основании ГОСТ Р 54928 при проектировании рекомендуется использовать номинальное значение коэффициента запаса, с учетом влияния ползучести на изменение модуля упругости, и должно быть подтверждено экспериментально.

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

Устойчивость стенки трубы из полимерных композиционных материалов под действием внешней нагрузки проверяется с использованием выражения:

$$\frac{K_{УГ} K_{ОВ} \sqrt{E_{ГР} G_t}}{K_{ЗУ}} \geq p \quad (А.11)$$

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

$К_{ОВ}$ – коэффициент, учитывающий деформации поперечного сечения трубы:

$$К_{ОВ} = 1 - 0{,}7Y \quad (А.12)$$

G_t – долговременная кольцевая жесткость трубы, МПа:

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

$К_{ЗУ}$ – коэффициент запаса. Допускается принимать равным 3 на основании [3].

Таблица А.1 – Результаты расчета по аналитической методике на прочность и устойчивость

Класс кольцевой жесткости SN	Внутренний диаметр трубы d, см	Толщина стенки трубы δ, см	Начальный модуль упругости E_0 при растяжении материала трубы в поперечном направлении, МПа	Долговременный модуль упругости E_l при растяжении материала трубы в поперечном направлении, МПа	Расчетная прочность при растяжении материала трубы в поперечном направлении оси трубы $\sigma_\circ$, МПа	Высота засыпки грунтом H, м	Модуль деформации грунта в пазухах траншеи $E_{тр}$, МПа	Суммарная постоянная и временная нагрузка на трубу p, МПа	Начальная кольцевая жесткость трубы G_0, МПа	Проверка прочности. Полученное значение должно быть меньше 1	Долговременная кольцевая жесткость трубы G_l, МПа	Устойчивость стенки трубы под действием внешней нагрузки. Полученное значение должно быть больше p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SN 5000	100	1,51	18228,55	4371,35	14,4	1,0	10	0,0835	0,2951	0,6808	0,0708	0,1387
							20			0,5128		0,1972
							30			0,4542		0,2419
							40			0,4243		0,2796
						3,0	10	0,1011		0,8668		0,1383
							20			0,6429		0,1968
							30			0,5647		0,2417
							40			0,5248		0,2794
						6,0	10	0,1453		1,2857		0,1373
							20			0,9446		0,1961
							30			0,8254		0,2411
							40			0,7647		0,2789
						9,0	10	0,1966		1,7606		0,1362
							20			1,2889		0,1953
							30			1,1241		0,2404

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							40			1,0414		0,2783
	120	1,85	17117,88	4105,00	14,5	1,0	10	0,0835	0,2946	0,6675	0,0706	0,1386
							20			0,5017		0,197
							30			0,4437		0,2417
							40			0,4143		0,2794
						3,0	10	0,1011		0,8419		0,1382
							20			0,6248		0,1967
							30			0,549		0,2415
							40			0,5104		0,2792
						6,0	10	0,1453		1,2416		0,1372
							20			0,9143		0,196
							30			0,7999		0,2409
							40			0,7417		0,2786
						9,0	10	0,1966		1,6966		0,1361
							20			1,2456		0,1952
							30			1,0881		0,2402
							40			1,0079		0,2781
	140	2,14	17567,14	4212,74	14,2	1,0	10	0,0835	0,2948	0,6906	0,0707	0,1387
							20			0,5182		0,1971
							30			0,458		0,2418
							40			0,4274		0,2795
						3,0	10	0,1011		0,8711		0,1382
							20			0,6455		0,1968
							30			0,5667		0,2416
							40			0,5266		0,2793
						6,0	10	0,1453		1,2849		0,1372
							20			0,9447		0,196
							30			0,8259		0,241
							40			0,7654		0,2787
						9,0	10	0,1966		1,7558		0,1361

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							20			1,2872		0,1952
							30			1,1235		0,2403
							40			1,0402		0,2782
	160	2,39	18810,54	4510,92	14,3	1,0	10	0,0835	0,2949	0,7100	0,0707	0,1387
							20			0,5308		0,1971
							30			0,4682		0,2419
							40			0,4363		0,2795
						3,0	10	0,1011		0,896		0,1382
							20			0,6614		0,1968
							30			0,5795		0,2416
							40			0,5378		0,2793
						6,0	10	0,1453		1,3219		0,1372
							20			0,9682		0,1961
							30			0,8447		0,241
							40			0,7818		0,2788
						9,0	10	0,1966		1,8066		0,1361
							20			1,3193		0,1953
							30			1,1491		0,2403
							40			1,0625		0,2782
	180	2,77	17193,24	4123,08	14,3	1,0	10	0,0835	0,2943	0,6784	0,0706	0,1385
							20			0,5098		0,1969
							30			0,4509		0,2416
							40			0,4209		0,2793
						3,0	10	0,1011		0,8556		0,1381
							20			0,6349		0,1966
							30			0,5578		0,2414
							40			0,5185		0,279
						6,0	10	0,1453		1,2618		0,1371
							20			0,929		0,1959
							30			0,8127		0,2408

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							40			0,7536		0,2785
						9,0	10	0,1966		1,7242		0,1360
							20			1,2657		0,1951
							30			1,1056		0,2401
							40			1,0241		0,2779
	200	3,05	17672,25	4237,95	14,3	1,0	10	0,0835	0,2945	0,6879	0,0706	0,1386
							20			0,5161		0,197
							30			0,4561		0,2417
							40			0,4255		0,2794
						3,0	10	0,1011		0,8677		0,1381
							20			0,6428		0,1967
							30			0,5643		0,2414
							40			0,5243		0,2791
						6,0	10	0,1453		1,2799		0,1371
							20			0,9408		0,196
							30			0,8223		0,2408
							40			0,7621		0,2786
						9,0	10	0,1966		1,7489		0,136
							20			1,2818		0,1951
							30			1,1187		0,2402
							40			1,0356		0,278
SN 10000	100	1,90	18495,99	4435,49	14,4	1,0	10	0,0835	0,5896	0,6948	0,1414	0,1962
							20			0,4952		0,2788
							30			0,4225		0,3420
							40			0,3848		0,3953
						3,0	10	0,1011		0,8832		0,1956
							20			0,6220		0,2783
							30			0,5268		0,3416
							40			0,4775		0,3949
						6,0	10	0,1453		1,3088		0,1943

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							20			0,9150		0,2773
							30			0,7714		0,3408
							40			0,6970		0,3942
						9,0	10	0,1966		1,7917		0,1929
							20			1,2491		0,2762
							30			1,0513		0,3399
							40			0,9488		0,3934
	120	2,35	16922,96	4058,26	14,5	1,0	10	0,0835	0,5897	0,6577	0,1414	0,1962
							20			0,4710		0,2788
							30			0,4030		0,3420
							40			0,3677		0,3953
						3,0	10	0,1011		0,8356		0,1956
							20			0,5912		0,2784
							30			0,5022		0,3417
							40			0,4560		0,3950
						6,0	10	0,1453		1,2379		0,1943
							20			0,8694		0,2774
							30			0,7351		0,3408
							40			0,6655		0,3942
						9,0	10	0,1966		1,6943		0,1929
							20			1,1867		0,2763
							30			1,0017		0,3399
							40			0,9059		0,3934
	140	2,60	19814,75	4751,74	14,2	1,0	10	0,0835	0,5906	0,7313	0,1416	0,1964
							20			0,5193		0,2790
							30			0,4420		0,3423
							40			0,4020		0,3956
						3,0	10	0,1011		0,9301		0,1958
							20			0,6526		0,2786
							30			0,5514		0,3419

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							40			0,4990		0,3953
						6,0	10	0,1453		1,3787		0,1945
							20			0,9602		0,2776
							30			0,8077		0,3411
							40			0,7287		0,3946
						9,0	10	0,1966		1,8875		0,193
							20			1,3110		0,2765
							30			1,1008		0,3402
							40			0,9920		0,3937
	160	3,07	17983,96	4312,70	14,3	1,0	10	0,0835	0,5901	0,6891	0,1415	0,1963
							20			0,4919		0,2789
							30			0,4200		0,3422
							40			0,3828		0,3954
						3,0	10	0,1011		0,8758		0,1957
							20			0,6177		0,2784
							30			0,5236		0,3418
							40			0,4749		0,3951
						6,0	10	0,1453		1,2978		0,1944
							20			0,9086		0,2775
							30			0,7666		0,3410
							40			0,6932		0,3944
						9,0	10	0,1966		1,7765		0,1929
							20			1,2403		0,2764
							30			1,0448		0,3400
							40			0,9435		0,3936
	180	3,58	16131,04	3868,36	14,3	1,0	10	0,0835	0,5883	0,6500	0,1411	0,1960
							20			0,4667		0,2785
							30			0,3999		0,3416
							40			0,3654		0,3948
						3,0	10	0,1011		0,8255		0,1954

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							20			0,5857		0,2780
							30			0,4982		0,3413
							40			0,4530		0,3945
						6,0	10	0,1453		1,2227		0,1941
							20			0,8610		0,2770
							30			0,7292		0,3404
							40			0,6610		0,3938
						9,0	10	0,1966		1,6734		0,1926
							20			1,1752		0,2759
							30			0,9936		0,3395
							40			0,8996		0,3930
	200	3,99	15998,12	3836,48	14,3	1,0	10	0,0835	0,5887	0,6471	0,1412	0,1961
							20			0,4648		0,2786
							30			0,3984		0,3418
							40			0,364		0,395
						3,0	10	0,1011		0,8218		0,1955
							20			0,5833		0,2781
							30			0,4963		0,3414
							40			0,4513		0,3946
						6,0	10	0,1453		1,2171		0,1942
							20			0,8575		0,2771
							30			0,7264		0,3406
							40			0,6585		0,3939
						9,0	10	0,1966		1,6658		0,1927
							20			1,1703		0,276
							30			0,9897		0,3396
							40			0,8962		0,3931
SN 15000	100	2,09	20978,54	5030,83	14,4	1,0	10	0,0835	0,8851	0,7434	0,2123	0,2406
							20			0,5181		0,3416
							30			0,4327		0,4191

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							40			0,3877		0,4843
						3,0	10	0,1011		0,9491		0,2399
							20			0,6542		0,3411
							30			0,5424		0,4186
							40			0,4836		0,4839
						6,0	10	0,1453		1,4103		0,2384
							20			0,9656		0,3399
							30			0,7970		0,4177
							40			0,7083		0,4831
						9,0	10	0,1966		1,9324		0,2367
							20			1,3198		0,3386
							30			1,0875		0,4166
							40			0,9653		0,4821
	120	2,49	21427,56	5138,50	14,5	1,0	10	0,0835	0,8852	0,7471	0,2123	0,2406
							20			0,5201		0,3417
							30			0,4341		0,4191
							40			0,3888		0,4843
						3,0	10	0,1011		0,9540		0,2399
							20			0,6569		0,3411
							30			0,5442		0,4186
							40			0,4850		0,4839
						6,0	10	0,1453		1,4175		0,2384
							20			0,9696		0,3399
							30			0,7997		0,4177
							40			0,7104		0,4831
						9,0	10	0,1966		1,9424		0,2367
							20			1,3253		0,3386
							30			1,0913		0,4166
							40			0,9682		0,4821
	140	2,96	20278,60	4862,97	14,2	1,0	10	0,0835	0,8852	0,7397	0,2123	0,2406

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							20			0,5164		0,3417
							30			0,4317		0,4191
							40			0,3871		0,4843
						3,0	10	0,1011		0,9442		0,2399
							20			0,6519		0,3411
							30			0,5411		0,4186
							40			0,4828		0,4839
						6,0	10	0,1453		1,4028		0,2384
							20			0,9620		0,3399
							30			0,7949		0,4177
							40			0,7070		0,4831
						9,0	10	0,1966		1,9221		0,2367
							20			1,3149		0,3386
							30			1,0846		0,4166
							40			0,9635		0,4821
	160	3,35	20868,84	5004,52	14,3	1,0	10	0,0835	0,8852	0,7464	0,2123	0,2406
							20			0,5203		0,3417
							30			0,4346		0,4191
							40			0,3895		0,4843
						3,0	10	0,1011		0,9529		0,2399
							20			0,6570		0,3411
							30			0,5448		0,4186
							40			0,4858		0,4839
						6,0	10	0,1453		1,4159		0,2384
							20			0,9697		0,3399
							30			0,8005		0,4177
							40			0,7115		0,4831
						9,0	10	0,1966		1,9401		0,2367
							20			1,3254		0,3386
							30			1,0923		0,4166

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							40			0,9697		0,4821
	180	3,77	20848,47	4999,63	14,3	1,0	10	0,0835	0,8852	0,7460	0,2123	0,2406
							20			0,5201		0,3417
							30			0,4344		0,4191
							40			0,3893		0,4843
						3,0	10	0,1011		0,9524		0,2399
							20			0,6567		0,3411
							30			0,5446		0,4186
							40			0,4856		0,4839
						6,0	10	0,1453		1,4151		0,2384
							20			0,9692		0,3399
							30			0,8001		0,4177
							40			0,7112		0,4831
						9,0	10	0,1966		1,9390		0,2367
							20			1,3247		0,3386
							30			1,0918		0,4166
							40			0,9692		0,4821
	200	4,19	20832,12	4995,71	14,3	1,0	10	0,0835	0,8852	0,7457	0,2123	0,2406
							20			0,5198		0,3417
							30			0,4342		0,4191
							40			0,3892		0,4843
						3,0	10	0,1011		0,9520		0,2399
							20			0,6564		0,3411
							30			0,5444		0,4186
							40			0,4854		0,4839
						6,0	10	0,1453		1,4145		0,2384
							20			0,9688		0,3399
							30			0,7998		0,4177
							40			0,7109		0,4831
						9,0	10	0,1966		1,9382		0,2367

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							20			1,3242		0,3386
							30			1,0914		0,4166
							40			0,9689		0,4821

Примечание :

1. При проведении расчетов объемный вес грунта насыпи принят 17,7 кН/м^3.
2. В качестве временной нагрузки для расчетов принята нагрузка Н14;
3. В качестве исследуемых конструкций приняты стеклопластиковые трубы с коэффициентом Пуассона материала труб μ=0,30;
4. Начальный модуль упругости E_0 материала трубы принимался по таблице 2 СТО 59589554-005-2012 [3];
5. Долговременный модуль упругости E_t материала трубы – это модуль упругости материала трубы на конец срока службы трубы, который определяется путем деления начального модуля упругости E_0 материала трубы на коэффициент надежности по материалу γc. При проведении расчетов коэффициент надежности по материалу γ_c принят равным 4,17 согласно приложению В п.В.3 [3];
6. Расчетная прочность при растяжении материала трубы в поперечном направлении оси трубы – это расчетная прочность с учетом разброса свойств материала трубы и коэффициента надежности по материалу, которая принята по таблице 1 [3] и должна быть подтверждена экспериментально.

Приложение Б

(рекомендуемое)

Расчет водопропускных труб из полимерных композиционных материалов на деформации

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

Для труб из полимерных композиционных материалов 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:

$$\frac{\mathrm{f}}{D_{ср}} = \frac{0{,}11p}{8SR + 0{,}061E_{гр}} \qquad (Б.1)$$

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

$E_{гр}$ – модуль деформации грунта насыпи, МПа;

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

$$SR = \frac{E_0 I}{D_{ср}^3} \qquad (Б.2)$$

где: $D_{ср}$ – 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 (А.9).

В расчетах значения жесткостей (EI) для нормируемых классов кольцевой жесткости SN звеньев водопропускных труб допускается принимать по таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Жесткости стеклопластиковых труб (кНм^2/м)

Диаметр трубы, мм	SN 5000	SN 10000	SN 15000
500	0,664	1,335	2,003
600	1,141	2,285	3,459
700	1,805	3,628	5,476
800	2,677	5,409	8,165
900	3,809	7,703	11,616
1000	5,230	10,572	15,960
1200	9,032	18,302	27,567
1400	14,347	29,022	43,826
1600	21,400	43,363	65,381
1800	30,452	61,678	93,093
2000	41,784	84,685	127,701



Рисунок Б.1 – Блок-схема определения относительных деформаций полимерных композитных труб под насыпью автомобильной дороги

Таблица Б.2 – Результаты расчета по аналитической методике

Класс кольцевой жесткости SN	Внутренний диаметр трубы, см	Толщина стенки трубы, см	Высота засыпки грунтом, м	Модуль деформации грунта, МПа	Суммарная внешняя нагрузка на трубу р, МПа	Относительные деформации, %
1	2	3	4	5	6	7
SN 5000	100	1,51	1,0	7	0,0455	1,0722
				20		0,3974
				30		0,2678
				40		0,2019
			6,0	7	0,1423	3,3522
				20		1,2424
				30		0,8371
				40		0,6312
			12,0	7	0,2776	6,5395
				20		2,4238
				30		1,6331
				40		1,2314
	120	1,85	1,0	7	0,0455	1,0724
				20		0,3974
				30		0,2678
				40		0,2019
			6,0	7	0,1423	3,3526
				20		1,2425
				30		0,8372
				40		0,6313
			12,0	7	0,2776	6,5403
				20		2,4239
				30		1,6332
				40		1,2315
	140	2,14	1,0	7	0,0455	1,0723

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
				20		0,3974
				30		0,2678
				40		0,2019
			6,0	7	0,1423	3,3524
				20		1,2425
				30		0,8372
				40		0,6312
			12,0	7	0,2776	6,5400
				20		2,4238
				30		1,6332
				40		1,2314
	160	2,39	1,0	7	0,0455	1,0723
				20		0,3974
				30		0,2678
				40		0,2019
			6,0	7	0,1423	3,3523
				20		1,2425
				30		0,8372
				40		0,6312
			12,0	7	0,2776	6,5398
				20		2,4238
				30		1,6331
				40		1,2314
	180	2,77	1,0	7	0,0455	1,0725
				20		0,3975
				30		0,2678
				40		0,2019
			6,0	7	0,1423	3,3529
				20		1,2425

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
				30		0,8372
				40		0,6313
			12,0	7	0,2776	6,5409
				20		2,4240
				30		1,6332
				40		1,2315
	200	3,05	1,0	7	0,0455	1,0724
				20		0,3974
				30		0,2678
				40		0,2019
			6,0	7	0,1423	3,3527
				20		1,2425
				30		0,8372
				40		0,6313
			12,0	7	0,2776	6,5405
				20		2,4239
				30		1,6332
				40		1,2315
SN 10000	100	1,90	1,0	7	0,0455	0,9878
				20		03852
				30		0,2622
				40		0,1987
			6,0	7	0,1423	3,0881
				20		1,2043
				30		0,8196
				40		0,6212
			12,0	7	0,2776	6,0244
				20		2,3493
				30		1,5990

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
				40		1,2119
	120	2,35	1,0	7	0,0455	0,9878
				20		0,3852
				30		0,2622
				40		0,1987
			6,0	7	0,1423	3,0880
				20		1,2043
				30		0,8196
				40		0,6212
			12,0	7	0,2776	6,0242
				20		2,3493
				30		1,5990
				40		1,2119
	140	2,60	1,0	7	0,0455	0,9875
				20		0,3852
				30		0,2622
				40		0,1987
			6,0	7	0,1423	3,0873
				20		1,2041
				30		0,8196
				40		0,6212
			12,0	7	0,2776	6,0227
				20		2,3491
				30		1,5989
				40		1,2118
	160	3,07	1,0	7	0,0455	0,9877
				20		0,3852
				30		0,2622
				40		0,1987

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
			6,0	7	0,1423	3,0877
				20		1,2042
				30		0,8196
				40		0,6212
			12,0	7	0,2776	6,0236
				20		2,3492
				30		1,5989
				40		1,2119
	180	3,58	1,0	7	0,0455	0,9882
				20		0,3853
				30		0,2622
				40		0,1987
			6,0	7	0,1423	3,0892
				20		1,2044
				30		0,8197
				40		0,6213
			12,0	7	0,2776	6,0265
				20		2,3496
				30		1,5991
				40		1,2120
	200	3,99	1,0	7	0,0455	0,9880
				20		0,3852
				30		0,2622
				40		0,1987
			6,0	7	0,1423	3,0889
				20		1,2044
				30		0,8197
				40		0,6213
			12,0	7	0,2776	6,0258

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
				20		2,3495
				30		1,5991
				40		1,2120
SN 15000	100	2,09	1,0	7	0,0455	0,9155
				20		0,3737
				30		0,2568
				40		0,1956
			6,0	7	0,1423	2,8619
				20		1,1683
				30		0,8028
				40		0,6115
			12,0	7	0,2776	5,5831
				20		2,2791
				30		1,5661
				40		1,1929
	120	2,49	1,0	7	0,0455	0,9155
				20		0,3737
				30		0,2568
				40		0,1956
			6,0	7	0,1423	2,8619
				20		1,1683
				30		0,8028
				40		0,6115
			12,0	7	0,2776	5,5831
				20		2,2791
				30		1,5661
				40		1,1929
	140	2,96	1,0	7	0,0455	0,9155
				20		0,3737

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
				30		0,2568
				40		0,1956
			6,0	7	0,1423	2,8619
				20		1,1683
				30		0,8028
				40		0,6115
			12,0	7	0,2776	5,5831
				20		2,2791
				30		1,5661
				40		1,1929
	160	3,35	1,0	7	0,0455	0,9154
				20		0,3737
				30		0,2568
				40		0,1956
			6,0	7	0,1423	2,8619
				20		1,1683
				30		0,8028
				40		0,6115
			12,0	7	0,2776	5,5831
				20		2,2791
				30		1,5661
				40		1,1929
	180	3,77	1,0	7	0,0455	0,9154
				20		0,3737
				30		0,2568
				40		0,1956
			6,0	7	0,1423	2,8619
				20		1,1683
				30		0,8028

Окончание таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
				40		0,6115
			12,0	7	0,2776	5,5831
				20		2,2791
				30		1,5661
				40		1,1929
	200	4,19	1,0	7	0,0455	0,9155
				20		0,3737
				30		0,2568
				40		0,1956
			6,0	7	0,1423	2,8619
				20		1,1683
				30		0,8028
				40		0,6115
			12,0	7	0,2776	5,5831
				20		2,2791
				30		1,5661
				40		1,1929

Примечание :

1. При выборе грунта засыпки с модулем упругости более 40 МПа рекомендуется проведение аналитических расчетов с использованием численных методов;
2. При проведении расчетов объемный вес грунта насыпи принят 17,7 кН/м3, а в качестве временной нагрузки для расчетов принята нагрузка Н14;
3. Начальный модуль упругости Е0 материала трубы принимался по таблице 2 СТО 59589554-005-2012 [3].

Пример расчёта трубы, выполненный с помощью расчетной вычислительной программы, основанной на методе конечных элементов.

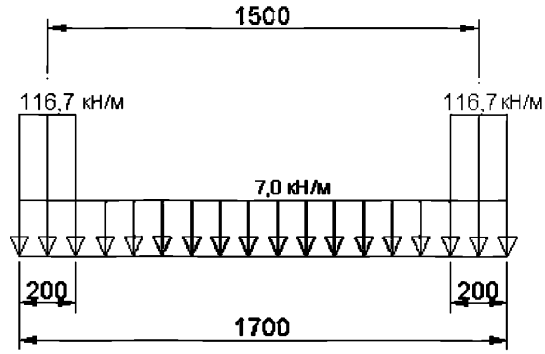
Исходные данные:

- Стеклопластиковая труба;
- Класс трубы SN 15000;
- Номинальный внутренний диаметр трубы $D_{вн}$=2,0 м;
- Толщина стенки трубы δ = 41,9 мм;
- Модуль упругости материала трубы E = 20300 МПа;
- Коэффициент Пуассона материала трубы μ = 0,3;
- Способ производства работ – открытый, насыпной грунт (без «прокалывания насыпи», таблица Б.3);
- Высота насыпи H=12,0м;
- Гидравлический режим работы трубы – безнапорный, глубина водного потока $0,75D_{вн}$, среднее значение коэффициента шероховатости 0,010-0,012;
- Модуль деформации грунта основания $E_{осн}$ = 40 МПа;
- Коэффициенты Пуассона грунтов засыпки и основания μ = 0,3;
- Трубы гладкие. Гофр нет;
- Временные эквивалентные нагрузки А14 и Н14 (Рисунок Б.2).

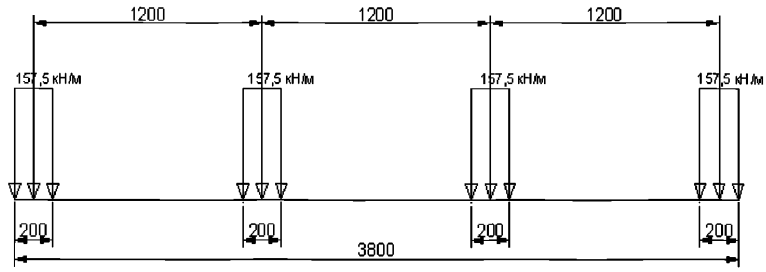
Таблица Б.3 – Расчётные характеристики грунтов

Наименование ИГЭ, РГЭ по ГОСТ 25100	Плотность грунта	Модуль упругости грунта	Расчетные значения		Нормативные значения	
	ρ	E	C'	φ'	C''	φ''
	г/см3	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 Б.2 – Схемы эквивалентных временных нагрузок

Некоторые особенности расчетной схемы водопропускной стеклопластиковой трубы:

- воздействие нагрузки от колеса на грунт моделируется в виде штампа длинной 0,2 м и шириной 0,6 м (в соответствии с СП 35.13330.2011);

- применена плоско – напряженная модель расчета;

- учет нелинейности работы грунта принят по модели Мора-Кулона;

- собственная масса трубы и грунта учитывается программой;

- расчётные значения (рисунки Б.3 – Б.4) относительных деформаций стеклопластиковой трубы определены при наихудшем положении временной нагрузки на насыпи.

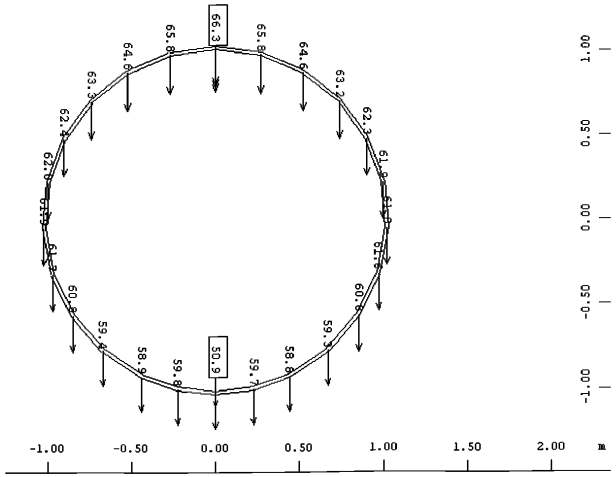


Рисунок Б.3 – Деформации трубы под действием нагрузки А14

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

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

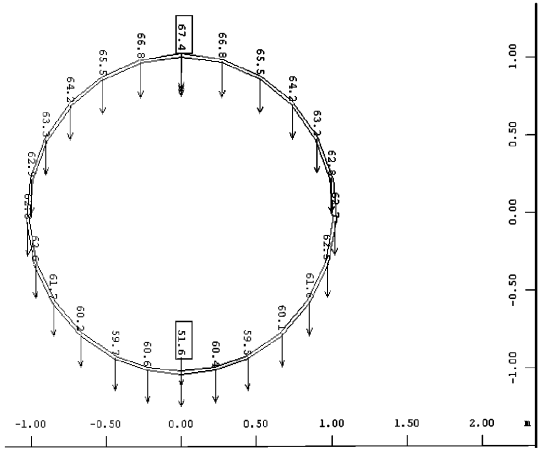


Рисунок Б.4 – Деформации трубы под действием нагрузки Н14

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

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

Приложение В

(рекомендуемое)

Методика гидравлических расчетов водопропускных труб из полимерных композиционных материалов

Расчет труб и пойменных насыпей на воздействие водного потока следует производить, как правило, по гидрографам и водомерным графикам расчетных паводков. При отсутствии гидрографов и водомерных графиков паводков, а также в других обоснованных случаях расчет сооружений на воздействие водного потока допускается производить по максимальным расходам и соответствующим им уровням расчетных и наибольших паводков.

В расчетах следует учитывать опыт водопропускной работы близкорасположенных сооружений на том же водотоке, взаимное влияние водопропускных сооружений, а также влияние на проектируемые водопропускные сооружения существующих или намечаемых к строительству гидротехнических и других речных сооружений.

При наличии вблизи мостов и труб инженерных сооружений, зданий и сельскохозяйственных угодий необходимо проверить их безопасность от подтопления вследствие подпора воды перед сооружением.

Для водопропускных сооружений, расположенных вблизи некапитальных плотин, необходимо учитывать возможность прорыва этих плотин. Вопрос об усилении таких плотин или увеличении отверстий сооружений необходимо решать комплексно путем сравнения технико-экономических показателей возможных решений.

В расчетах следует принимать максимальные расходы паводков того происхождения, при которых для заданного значения вероятности превышения создаются наиболее неблагоприятные условия работы сооружения. Вероятности превышения расходов паводков и соответствующих им уровней воды на пике паводков следует принимать по СП 34.13330:

- для автомобильных дорог I категории – 1%;
- для автомобильных дорог II и III категорий – 2%;
- для автомобильных дорог III и IV категорий – 3%.

Основной функцией водопропускного сооружения является исключение негативного влияния поверхностного стока воды на проезжую часть или железнодорожные пути, вследствие чего необходимо обеспечить режимы протекания воды через трубы из полимерных композитных материалов с исключением турбулентного режима. Данное требование необходимо в силу того, что турбулентность способна спровоцировать

гидравлический удар и резонансные колебания системы «труба – насыпь», что отрицательно влияет на герметичность стыков и размыв грунта основания трубы.

Обеспечение безнапорного пропуска максимального расхода через трубы из полимерных композиционных материалов достигается при выполнении следующих условий:

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

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

- ограничения максимального продольного уклона дна ПКТ величиной не более 50 ‰;

- 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.

Принципиальная схема для гидравлического расчета для труб из полимерных композиционных материалов приведена на рисунке В.1.



Рисунок В.1 – Алгоритм гидравлического расчета

Коэффициент шероховатости для водопропускных труб из полимерных композиционных материалов согласно нормативным источникам составляет порядка 0,01-0,05 мм. Данные значения рекомендуется принимать при ведении проектных разработок, но с последующей экспериментальной проверкой.

Гидравлические расчеты рекомендуется осуществлять в соответствии с положениями «Пособия по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений» [9] и методики, представленной в ОДМ 218.2.001-2009 [4], 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 ПКТ поступает в спокойном состоянии.

Определение пропускной способности ПКТ

Режим работы ПКТ является безнапорный режим. Безнапорный режим протекания сохраняется вплоть до затопления входного сечения ПКТ. При его затоплении происходит переход от безнапорного режима к полунапорному или напорному. Затопление входного

отверстия ПКТ устанавливают по значениям параметра расхода $П_Q$, приведенным в таблице В.1

Таблица В.1 – Значения параметра расхода $П_Q$ при переходе от безнапорного к полунапорному или напорному

Форма поперечного сечения трубы	Формула параметра расхода $П_Q$	Заполнение входного сечения $\frac{h_{вх}}{h_т}$	Значение параметра расхода труб при типах входных оголовков	
			Без оголовков	Раструбный, $\alpha_р$=20°
Круглая	$\frac{Q}{D^2\sqrt{gD}}$	0,75	0,275	0,305
		1,0	0,415	0,495
Примечание – Значения параметра расхода приведены для расчетного (первая строка) и полного (вторая строка) заполнения.				

В зависимости от влияния трубы на пропускную способность различают «короткие» и «длинные» ПКТ. У «коротких» труб их общая длина не оказывает влияния на пропускную способность, у «длинных» соответственно оказывает.

Водопропускные трубы являются «короткими», для которых соблюдается условие:

$$i_T > i_K \qquad (В.1)$$

где: i_T – уклон трубы по проекту;

i_K – критический уклон для труб данного отверстия.

Критический уклон вычисляют по уравнению критического состояния:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega_K^3}{b_K} \qquad (В.2)$$

Или, при наличии равномерного движения, по формуле Шези:

$$i_{KP} = \frac{Q^2}{\omega_K^2 C_K^2 R_K} \qquad (В.3)$$

где: Q – расчетный расход потока, м^3 /с;

ω_K – площадь живого сечения трубы при критической глубине h_K, м;

b_K – ширина свободной поверхности потока при глубине, h_K м;

C_K – коэффициент Шези, м^{0,5}/с, по формуле Павловского:

$$C_K = \frac{1}{n} R_K^y \qquad \text{(В.4)}$$

где: n – коэффициент шероховатости поверхности трубы;

y – показатель степени:

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R_K}(\sqrt{n} - 0{,}1) \qquad \text{(В.5)}$$

R_K – гидравлический радиус сечения при h_K, м, по формуле:

$$R_K = \frac{\omega_K}{\chi} \qquad \text{(В.6)}$$

где: χ – смоченный периметр сечения при h_K, м

При $i_T < i_K$ с некоторым приближением «короткими» можно считать ПКТ при соблюдении критерия относительной длины:

$$\frac{l_T}{D} \le 20 \qquad \text{(В.7)}$$

где: l_T и D – соответственно длина и диаметр ПКТ.

По влиянию глубины воды в нижнем бьефе трубы из ПКТ делят на «затопленные» с нижнего бьефа и «незатопленные».

Затопленными с нижнего бьефа считают трубы (рисунок В.2), работающие в условиях, при которых уровень нижнего бьефа влияет на пропускную способность трубы вследствие затопления сжатого сечения, в противном случае трубы считаются незатопленными с нижнего бьефа (рисунок В.3)

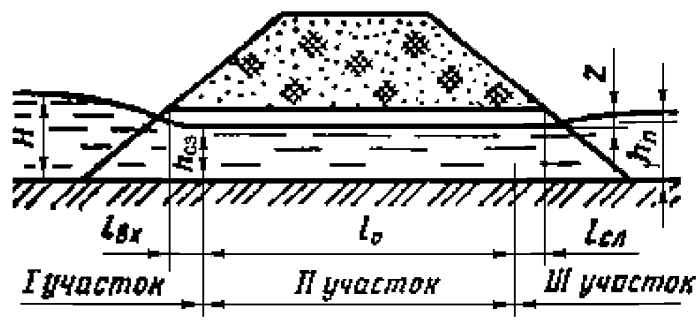


Рисунок В.2 – Схема протекания воды в безнапорной ПКТ, подтопленной с нижнего бьефа с незатопленным свободным сечением

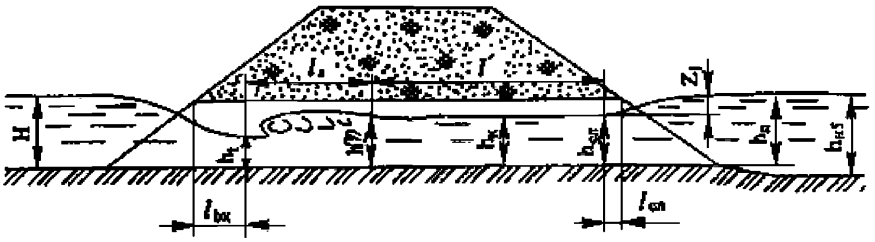


Рисунок В.3 – Схема протекания воды в безнапорной ПКТ, затопленной с нижнего бьефа с незатопленным сжатым сечением

ПКТ будут затопленными при следующих условиях:

$$h_{НБ} \geq (1{,}2 \div 1{,}25)h_K \qquad \text{или} \qquad h_{НБ} \geq (0{,}75 \div 0{,}77)\text{Н} \tag{В.8}$$

где: $h_{НБ}$ – глубина в нижнем бьефе над нижней точкой дна ПКТ в выходном сечении, м;

h_K – критическая глубина в ПКТ, м;

Н – напор перед ПКТ, м.

Более точно расчет затопления производится согласно «Пособия по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений» [9].

Расход воды, пропускаемый безнапорной «короткой» неподтопленной ПКТ:

$$Q = mb_K\sqrt{2g}H^{3/2} \tag{В.9}$$

где: m – коэффициент расхода при совершенном сжатии потока на входе, принимаемый по таблице В.2;

b_K – средняя ширина потока в сечении с критической глубиной, принимаемая по таблице В.3, м:

Таблица В.2 – Значения коэффициент расхода m

Форма поперечного сечения трубы	Значение параметра расхода труб при типах входных оголовков	
	Без оголовков	Раструбный, $\alpha_р$=20°
Круглая	0,31	0,33
Примечание – Значения m приведены для уклона i_T = 0,01. При уклоне, отличном от 0,01, для более точного расчета значения m следует изменять на 2% на каждое изменение уклона на 0,01.		

При ширине разлива при подпертом расчетном уровне высоких вод менее шести отверстий трубы (несовершенное сжатие потока при входе в трубу) коэффициент расхода m равен:

$$m = m_{табл} + \frac{(0{,}385 - m_{табл})\omega_{п}}{3\Omega - 2\omega_{п}} \qquad (В.10)$$

где: $m_{табл}$ – значение коэффициента расхода, представленное по таблице В.2;

$\omega_{п}$ – площадь поперечного сечения потока в ПКТ;

Ω – площадь поперечного сечения потока в подводящем русле.

Таблица В.3 – Значения средней ширины потока b_K [4]

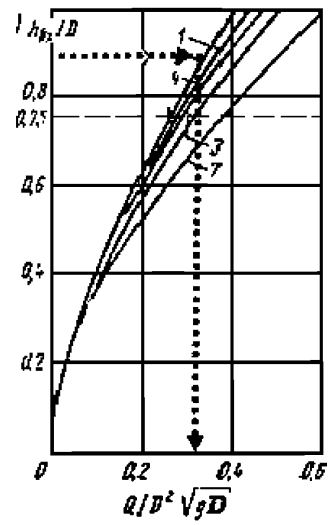
$\Pi_Q = \frac{Q}{D^2\sqrt{gD}}$	$\frac{b_K}{D}$	b_K при диаметрах труб D, м					
		1,0	1,25	1,5	2,0	3,0	5,0
0,02	0,49	0,49	0,61	0,73	0,98	1,47	2,45
0,03	0,52	0,52	0,65	0,78	1,04	1,56	2,6
0,04	0,57	0,57	0,71	0,85	1,14	1,71	2,85
0,05	0,59	0,59	0,73	0,88	1,18	1,77	2,95
0,06	0,62	0,62	0,77	0,93	1,24	1,86	3,1
0,07	0,63	0,63	0,78	0,94	1,26	1,89	3,15
0,08	0,64	0,64	0,8	0,96	1,28	1,92	3,2
0,09	0,66	0,66	0,82	0,99	1,32	1,98	3,3
0,1	0,67	0,67	0,83	1,00	1,34	2,01	3,35
0,12	0,69	0,69	0,84	1,03	1,38	2,07	3,45
0,14	0,72	0,72	0,9	1,08	1,44	2,16	3,6
0,16	0,74	0,74	0,92	1,1	1,47	2,2	3,68
0,18	0,76	0,76	0,94	1,13	1,51	2,26	3,78
0,2	0,77	0,77	0,94	1,15	1,54	2,31	3,85
0,25	0,79	0,79	0,99	1,18	1,58	2,37	3,95
0,3	0,81	0,81	1,01	1,21	1,62	2,43	4,05
0,35	0,82	0,82	1,02	1,23	1,64	2,46	4,1
0,4	0,83	0,83	1,03	1,24	1,66	2,49	4,15
0,45	0,84	0,84	1,04	1,25	1,67	2,5	4,18
0,5	0,84	0,84	1,05	1,26	1,68	2,52	4,2
0,55	0,84	0,84	1,05	1,26	1,68	2,52	4,2
0,6	0,84	0,84	1,05	1,26	1,68	2,52	4,2
0,65	0,84	0,84	1,05	1,26	1,68	2,52	4,2
0,7	0,83	0,83	1,03	1,24	1,66	2,49	4,15

Подпертую глубину перед безнапорными трубами определяют по формуле:

$$H = \left(\frac{Q}{mb_K \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \qquad \text{(В.11)}$$

Если при выполнении расчета получается значение $\frac{H}{D} \le 1.1$, то режим работы ПКТ безнапорный.

Лимитирующим по заполнению является входное сечение. Глубину воды на входе в ПКТ $h_{вх}$ определяют по графику на рисунке В.4.



3 – раструбный оголовок, $\alpha_р$=20°; 6 – без оголовка

Рисунок В.4 – График для определения глубины воды на входе

График на рисунке В построен для уклона i_T = 0,01. При $i_T \le$0,020 и $i_T \ge i_K$ глубина на входе $h_{вх}$ практические не зависит от уклона, а при уклоне приближенно к нулю при тех же параметрах расхода $h_{вх}$ больше на величину, примерно равную 5% диаметра трубы.

Напор перед «длинными» ПКТ $H_{ДЛ}$ определяют по формуле:

$$\frac{H_{ДЛ}}{D} = \frac{\mathrm{H}}{\mathrm{D}} + 0{,}005\left(\frac{l_T}{D} - 20\right)\left(\frac{H}{\mathrm{D}}\right)^2 \qquad \text{(В.12)}$$

где: D – диаметр ПКТ, м;

l_T – длина ПКТ, м;

Н – напор перед аналогичной «короткой» ПКТ, м.

Пропускная способность «длинной» подтопленной ПКТ определяется по формуле:

$$Q = m\sigma_n b_K \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad \text{(В.13)}$$

где: σ_n – коэффициент подтопления.

Так как $\sigma_n = f\left(\frac{h_{C3}}{H_0}\right)$, а H_0 неизвестно, то задачу решают последовательным приближением (В случае, когда H_0 задано, задача решается аналогично). При известном Q, задаваясь значением σ_n, определяют b_K, а затем поперечное сечение потока в трубе. После этого строят кривую спада, определяют h_{c3} и проверяют, соответствует ли коэффициент по графику на рисунке 5.21 «Пособия по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений» [9] (при полученном значении $\frac{h_{C3}}{H_0}$) принятому в первоначальном расчете. При несовпадении этих значений диаметр ПКТ изменяют и расчет повторяют.

Алгоритм выбора рационального типа водопропускных полимерных композитных труб

Выбор ПКТ зависит от рабочей отметки продольного профиля дороги, геометрических контуров поперечного сечения дороги, контуров сечений лога и гидравлических характеристик потока.

В основе алгоритма лежит методика расчета водопропускного сооружения.

Основные элементы алгоритма:

а) Расчет гидравлических характеристик потока на входном участке. ПКТ проектируют как водопропускное сооружение равнинного типа;

б) Расчет глубин и скоростей на всей длине ПКТ, включая входной и выходной участки;

в) Расчет глубин и скоростей потока на укреплении русла на входе;

г) Расчет параметров каменной наброски, возможности образования промоины и глубин размыва за укреплением нижнего бьефа в выходном логе;

д) Определение размеров укреплений нижнего бьефа;

е) Выбор и назначение вариантов конструкций водопропускного сооружения, удовлетворяющих всем требуемым ограничениям (по допускаемым скоростям, глубинам воронок размыва в выходном логе и т.п.).

Возможно также изменение (перепроектирование) продольного профиля водопропускного сооружения с последующим повторением расчетов.

Определение наилучшего из допускаемых вариантов должно осуществляться на основе технико-экономического сравнения по объемно-строительным показателям.

Расчет водопропускного сооружения ведется на расчетный расход. При наличии снегового и ливневого паводков и выбирают как максимальные из соответствующих расходов.

Последовательность расчета:

а) 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 ПКТ, исходя из того, что для ПКТ на постоянных дорогах допускается только безнапорный режим.

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

в) Определяют является ПКТ «короткой» или «длинной», сравнивая критический уклон с уклоном трубы. Критический уклон определяют по графикам в «Пособии по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений» [9]. Проводят контрольную проверку по критерию относительной длины $\frac{l_T}{D} \le 20$.

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

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

е) Рассчитывают глубины и скорости на выходе из ПКТ по графикам «Пособия по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений» [9].

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

з) 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 ПКТ и переходят к п. б).

и) Рассчитывают скорости и глубины потока на укреплении.

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

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

Таблица В.4 – Допустимые скорости течения воды (средние) [4]

Наименование грунтов, типы покрытий	Средние глубины потока, м			
	0,4	1,0	2,0	3,0
1	2	3	4	5
Граниты, базальты, кварциты	15,0	18,0	20,0	20,0
Песчаник доломитовый, известняк кремнистый, плотный	4,0	5,0	6,0	6,5
Песчаник известковый, известняк доломитовый, пористый	3,0	3,5	4,0	4,5
Конгломерат, мергель, сланцы	2,0	2,5	3,0	3,5
Булыжник крупный	3,0	3,5	4,0	4,5
средний	2,5	3,0	3,5	4,0
мелкий	2,0	2,5	3,0	3,5
Галька крупная	1,7	2,1	2,4	2,7
средняя	1,4	1,6	1,8	2,0
мелкая	1,1	1,3	1,5	1,7
Гравий крупный	1,0	1,1	1,3	1,4
средний	0,8	0,9	1,1	1,2
мелкий	0,7	0,8	0,9	1,0
Песок крупный	0,5	0,6	0,7	0,8
средний	0,4	0,5	0,6	0,7
мелкий	0,2	0,3	0,4	0,5
Глины, суглинки				
малоплотные $\rho_d = 1{,}20$ т/м^3	0,35	0,40	0,45	0,50
среднеплотные 1,20-1,66	0,65	0,80	0,90	1,00
плотные 1,66-2,04	0,95	1,20	1,40	1,50
очень плотные 2,04-2,14	1,40	1,70	1,90	2,10

Продолжение таблицы В.4

1	2	3	4	5
Травяной покров отличный	0,8	1,0	1,2	1,5
удовлетворительный	0,6	0,8	0,9	1,0
Одерновка плашмя	0,9	1,2	1,3	1,4
в стенку	1,5	1,8	2,0	2,2
Мощение камнем				
одиночное при размере камня				
0,15 м	2,5	3,0	3,5	4,0
0,20 м	3,0	3,5	4,0	4,5
0,25 м	3,5	4,0	4,5	5,0
двойное	3,5	4,0	5,0	5,5
Габионы	4,0	5,0	5,5	6,0
Каменная наброска 1 слой	3,5	3,8	4,2	4,5
2 слоя	4,0	4,2	4,5	5,0
Бутовая кладка из камня				
известковых пород	3,5	3,5	4,0	4,5
крепких пород	6,5	8,0	10,0	12,0

Окончание таблицы В.4

1	2	3	4	5
Бетонные стенки М-110	5,0	6,0	7,0	7,5
М-170	6,5	8,0	9,0	10,0
Покрытия плитные				
цементобетонные на откосе				
свободнолежащие 1,0х1,0 м	2,6	2,8	3,0	3,0
до 3,0х3,0 м	2,8	3,0	3,5	4,0
омоноличенные	3,0	4,0	5,0	6,0
монолитные	3,5	4,5	6,0	7,0
гибкие ЦНИИС	2,8	2,9	3,0	3,5
в русле водотока				
свободнолежащие	4,5	5,0	5,5	6,0
с упором	5,0	5,5	6,0	6,5
асфальтобетонные на откосе				
квадратные 1,0х1,0	1,0	1,3	1,7	2,0
3,0х4,0	1,5	2,0	2,5	3,0
в русле водотока 1,0х1,0	2,0	2,3	2,7	3,0
3,0х4,0	3,0	3,3	3,7	4,0
в водоотводах покрытия плитами				
цементобетонными	5,0	6,0	7,0	8,0
асфальтобетонными	3,0	3,2	3,5	4,0
секциями железобетонными	8,0	10,0	11,0	12,0

Приложение Г

(рекомендуемое)

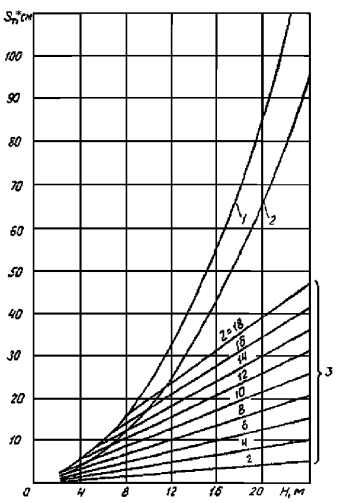
Методика расчета осадок трубы из полимерных композитных материалов и назначение строительного подъема

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

Расчет осадок труб из полимерных композитных материалов для точек под осью насыпи следует производить по графику (рисунок Г.1), определяя расчетную осадку S_P по формуле:

$$S_p = \frac{100}{E} S_T \qquad (Г.1)$$

где: S_T – осадка основания при модуле деформации грунта E=100 кгс/см^2.



S_T – осадка основания при модуле деформации грунта 100 кгс/см^2; H – высота насыпи; Z – расстояние от нижней границы рассматриваемого слоя до поверхности основания;
1 – при однородном основании и γ=1 т/м^3; 2 – то же, при γ=1,7 т/м^3; 3 – при неоднородном основании и Z=2-18 м.

Рисунок Г.1 – Расчетный график для определения осадок труб из полимерных композитных материалов

Исходными параметрами для расчета осадок должны быть: модуль деформации, объемная масса грунта и мощность геологических слоев в основании, высота насыпи.

Осадка труб из полимерных композитных материалов на многослойном основании рассчитывается путем суммирования осадок в пределах каждого слоя.

Расчетную осадку S_P под осью насыпи следует сравнить с предельно допустимой осадкой $S_Д$, определяемой по формуле:

$$S_Д = 0{,}5S_p + 0{,}7iL \qquad (Г.2)$$

где: iL – разница отметок лотка трубы на входе и выходе (i - уклон, L- длина трубы).

Данная формула (Г.2) применима для уклонов труб до 0,05.

В случае, если расчетная осадка S_P превышает величину $S_Д$, необходимо принять меры по изменению проектного решения, в первую очередь рассматривая варианты увеличения уклона лотка трубы или толщины подушки, либо переходить к другой конструкции водопропускного сооружения.

Строительный подъем назначают, определяя ординату под осью насыпи по формуле:

$$\Delta = S_P - 0{,}25iL \qquad (Г.3)$$

Полученная ордината под осью насыпи не должна превышать величины $0{,}5(S_p + iL)$.

На графике (рисунок Г.1) приведена зависимость осадки от высоты насыпи из грунта со средним удельным весом 1,9 т/м^3 для однородного основания, сложенного водонасыщенными (γ_0 =1 т/м^3 – кривая 1) и неводонасыщенными грунтами (γ_0 =1,7 т/м^3 - кривая 2), а также для оснований с расположением несжимаемого слоя на конечной глубине Z (кривая 3). Кривые 1, 2 и 3 соответствуют модулю деформации грунта основания, равному 100 кг/см^2. При однородном состоянии, зная высоту насыпи H, по кривым 1 и 2 (в зависимости от состояния грунта) находят осадку S. Расчетная осадка S_P при фактическом модуле грунта E будет равна:

$$S_p = \frac{100}{E} S \qquad (Г.4)$$

Для оснований, у которых на некоторой глубине Z залегают практически несжимаемые породы (E>1000 кг/см^2), осадку по формуле (Г.4) можно находить по кривым 3.

Если основание сложено из нескольких разнородных слоев с модулями деформации E_i, то сначала, пользуясь графиком (рисунок Г.1), определяют осадку по формуле (Г.4) для модуля деформации нижнего слоя, а затем последовательно, начиная снизу, добавляют дополнительные осадки по остальным слоям, вычисляемые по формуле:

$$\Delta S_i = \frac{100(E_{i+1} - E_i)}{E_{i+1}E_i} S_i \qquad (Г.5)$$

где: S_i находят по кривым 3 при Z, равном расстоянию от нижней границы рассматриваемого i-го слоя до поверхности основания.

Дополнительные осадки ΔS_i отражают неоднородность основания на глубине и в зависимости от соотношения модулей деформации рассматриваемого и нижележащего слоев могут быть как положительными, так и отрицательными. Подушку под трубой рассматривают как слой основания с соответствующим модулем деформации.

Суммируя алгебраическую осадку, определенную для нижнего слоя как для однородного основания, и дополнительные осадки для каждого из отдельных слоев, определяют полную осадку по формуле:

$$S_p = S + \sum_{i=1}^{n} \Delta S_i \qquad (Г.6)$$

Трубы под насыпями высотой 12м и менее следует укладывать со строительным подъемом (по лотку), равным:

- 1/80 h – при фундаментах на песчаных, галечниковых и гравелистых грунтах основания;

- 1/50 h – при фундаментах на глинистых, суглинистых и супесчаных грунтах основания;

- 1/40 h – при грунтовых подушках из песчано-гравийной или песчано-щебеночной смеси; здесь h - высота насыпи.

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 секций фундаментов и звеньев водопропускных труб в направлении продольной оси сооружений должна быть обеспечена устойчивостью откосов насыпи и прочностью грунтов основания. При устройстве труб на скальных грунтах и на свайных фундаментах строительный подъем назначать не следует.

Приложение Д

(рекомендуемое)

Методика расчета осадок трубы из полимерных композитных материалов на оттаивающих грунтах

Осадку труб из полимерных композитных материалов на оттаивающих грунтах рассчитывают по формуле:

$$S_p = S_П + S_{ДОП} \quad (Д.1)$$

где: $S_П$ – осадка предварительно оттаявшего слоя грунта толщиной h_0 (рисунок Д.1);

$S_{ДОП}$ – дополнительная осадка слоя грунта, оттаивающего в процессе эксплуатации трубы для слоя $h_{ДОП} = H_0 + h_{ОТ}$ (H_0 – полная глубина оттаивания, м).

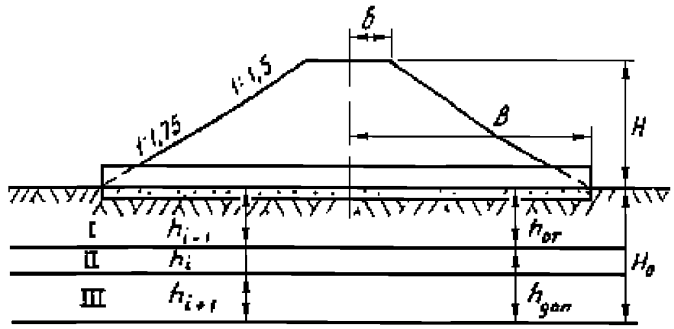


Рисунок Д.1 – Схема к расчету осадок труб на оттаивающих грунтах

Глубину оттаивания определяют теплотехническим расчетом, а также по данным натурных наблюдений за аналогичными сооружениями.

При наличии на глубине, меньшей чем H_0, скальных или других несжимаемых грунтов (E > 1000 кгс/см^2) осадку рассчитывают для толщи основания, ограниченной их верхней поверхностью. При этом при объемной массе грунта основания γ_0 =1,0 тс/м^3 допускается принимать $H_0 = 4 + 1{,}8H$,а при γ_0 =1,7 тс/м^3 допускается принимать $H_0 = 3 + 1{,}4H$.

Осадку $S_{ДОП}$ слоя грунта, оттаивающего в процессе эксплуатации сооружения, для слоя $h_{ДОП} = H_0 + h_{ОТ}$ определяют по формуле:

$$S_{ДОП} = 0{,}75k\gamma H\sum_{i=1}^{n}\alpha_i h_i(1 - Л_{ci}) + \sum_{i=1}^{n}[(A_i + \alpha_i p_{si})(1 - Л_{ci}) + k_{Лi}Л_{ci}]h_i \quad (Д.2)$$

где:

k – безразмерный коэффициент, равный $k = 0{,}75 \cdot (1 + \frac{b}{B})$;

α_i – коэффициент сжимаемости i-го слоя оттаивающего грунта, см^2/кгс;

h_i – толщина i-го слоя оттаивающего грунта, см;

$Л_{ci}$ – разность между суммарной льдистостью i-го слоя грунта и суммарной льдистостью образца грунта, взятого из этого слоя;

n – число слоев, на которые разделяется при расчете толща оттаявшего (оттаивающего) грунта;

A_i - коэффициент оттаивания i-го слоя грунта, характеризующий осадку грунта при его оттаивании без нагрузки;

p_{si} - давление в середине i-го слоя грунта, в кгс/см^2 от собственного веса, равное $p_{si} = 0{,}5\gamma_0(Z_i + Z_{i-1})$, где γ_0 – объемная масса грунта основания, кгс/см^3);

Z_{i-1}, Z_i – расстояние от подошвы насыпи соответственно до кровли и подошвы i-го слоя, см);

$k_{лi}$ – коэффициент, учитывающий неполное смыкание макропор при оттаивании мерзлого грунта, принимаемый в зависимости от средней толщины ледяных включений $\Delta_Л$: при $\Delta_Л \le 1$ см $k_{лi}$ = 0.7; при $\Delta_Л \ge 3$ см $k_{лi}$ = 0.9, при промежуточных значениях $\Delta_Л$ коэффициент $k_{лi}$ определяется интерполяцией.

Осадку $S_П$ слоя грунта, предварительно оттаявшего на глубину $h_{ОТ}$, рассчитывают по формуле (Д.2) при значениях A_i =0; $Л_{ci}$ =0 и значениях α_i, определяемых с учетом ожидаемой степени уплотнения оттаявшего грунта. При этом формула (Д.2) имеет вид:

$$S_П = 0{,}75k\gamma H\sum_{i=1}^{n}\alpha_i h_i + \sum_{i=1}^{n}\alpha_i p_{si} h_i \qquad (Д.3)$$

Расчет осадок производят для средней части трубы (высота насыпи Н) и ее концевых участков (Н=0).

Приложение Е

(рекомендуемое)

Методика расчета устойчивости земляного полотна с водопропускным сооружением

Задача устойчивости массивов грунта является частной задачей общей теории предельного напряженного состояния грунтов.

Уменьшение прочности сооружения происходит как при разрушении естественных упоров массивов грунта, так и при уменьшении эффективного трения (при наличии порового давления) и сил сцепления (при увлажнении и набухании грунтов).

Расчет устойчивости земляного полотна с водопропускным сооружением рекомендуется производить согласно Приложению Ж ОДМ 218.2.001-2009 [4].

Приложение Ж

(рекомендуемое)

Требования к качеству и критерии допустимых дефектов поверхности труб и стыковых соединений

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.

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 Ж.1

Таблица Ж.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	Не допускаются
Складки (морщины) выступы на поверхностном слое смолы	Не допускаются	Допускается
Царапины (например, в результате неправильной перевозки)	Не допускаются	Допускаются, если не обнажены волокна ровинга
Раковины	Допускается, если не обнажены волокна ровинга	Допускается, если не обнажены волокна ровинга
Газовые включения в слой смолы	Допускается, глубиной не более 3,0 мм, шириной до 5,0 мм, длиной до 30 мм.	Допускается шириной не более 50мм, длиной не более 50мм, глубиной не более 3мм
Зоны без слоя песка	Допускаются	Допускается
Расслоения	Не допускается	Не допускается
Овальность	1%	Допускается

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

Требования к состоянию стыков звеньев трубы представлены в таблице Ж.2.

Качество стыкового соединения проверяют пневматическими испытаниями. Порядок пневматических испытаний и требования безопасности при испытаниях устанавливаются проектом. Испытания проводят до окончательной засыпки трубы (сварные соединения грунтом не засыпают). Испытательное давление сжатого воздуха, равное 0,05 МПа, поддерживают в трубе в течение 15 мин. При этом осматривают стыковые соединения и

выявляют неплотности по звуку просачивающегося воздуха, по пузырям, образующимся в местах утечки воздуха через стыковые соединения, покрытые мыльной эмульсией.

Таблица Ж.2 – Требования к состоянию стыков звеньев труб

Описание дефекта	Требования
Разрыв стыкового соединения	Не допускается
Продольное смещение соединяемых звеньев тела трубы	При жестком соединении не допускается. При подвижном соединении допускается на величину, заявленную изготовителем, но не более 0,2% длины трубы
Угловое отклонение между осями соединяемых звеньев тела трубы	При жестком соединении не допускается. При подвижном соединении допускается на величину, заявленную изготовителем, но не более следующих значений: - 6° для труб с номинальным диаметром, не более 500 мм; - 5° для труб с номинальным диаметром более 500 мм, но не более 900 мм; - 4° для труб с номинальным диаметром более 900 мм, но не более 1800 мм; - 3° для труб с номинальным диаметром более 1800 мм
Непровар при сварном соединении	Не допускается
Прожоги и выплески основного материала в местах швов при сварном соединении	Не допускаются
Уменьшенная толщина сварного шва. Разложение материала сварного шва	Не допускается
Посторонние включения в сварном шве	Не допускаются
Отслоение муфты от тела трубы	Не допускается
Трещины в муфте	Не допускаются

Приложение И

(рекомендуемое)

Акт

проведения входного контроля партии труб

из полимерных материалов (соединительных деталей)

полученных _____

наименование организации получателя

Трубы (соединительные детали) получены для систем _____ _____

водопровод,

канализация и др.

давлением _____ МПа.

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Представитель генерального подрядчика: _____

организация заказчика,

должность, Ф.И.О

провели входной контроль партии труб (соединительных деталей) № _ труб_

диаметром _____ мм, длиной _____ поставленных _____

наименование

фирмы, дата

из полимера типа _____ _____

Партия состоит из _____

шт., бухт или барабанов (ящиков соединительных деталей)

и соответствует _____ _____

российский или зарубежный стандарт

Количество труб Ду ____м, длиной ___ м _____

маркировка по стандарту

Данные о сопроводительном сертификате _____ _____

Результат: партия труб соответствует российским стандартам и сопроводительным сертификатам и может быть допущена к монтажу.

Дата: _____ 20___ г.

Представитель заказчика_____

Представитель

подрядчика_____

Приложение К

(рекомендуемое)

Акт

приемки геодезической разбивочной основы для строительства

_____

(наименование объекта строительства)

г._____ « » _____ 201____г

Комиссия в составе:

ответственного представителя заказчика_____

_____

(фамилия, инициалы, должность)

ответственный представитель подрядной строительно-монтажной организации

_____

(фамилия, инициалы, должность)

рассмотрела представленную техническую документацию на геодезическую разбивочную основу для строительства _____

_____

(наименование объекта строительства)

и произвел осмотр закрепленных на местности знаков этой основы.

Предъявленные к приемки знаки геодезической разбивочной основы для строительства, их координаты, отметки, места установки и способы закрепления соответствуют представленной технической документации

_____

(наименование проектной организации, номера чертежей, дата выпуска)

_____

и выполнены с соблюдением заданной точности построений и измерений.

На основании изложенного комиссия считает, что заказчик сдал, а подрядчик принял знаки геодезической разбивочной основы для строительства (наименование объекта или его отдельных цехов, зданий, сооружений)

Приложения:

_____

(чертежи, схемы, ведомости и т.п.)

Представитель заказчика:

_____

(подпись)

_____

Представитель подрядчика:

Производитель работ

_____

(подпись)

Работник геодезической

службы_____

(подпись)

Приложение Л

(рекомендуемое)

Акт

освидетельствования скрытых работ, выполненных на строительстве

_____

(наименование и место положения объекта)

«_____» _____ 201____г

Мы, нижеподписавшиеся:

Ответственный представитель исполнителя работ

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

Ответственный представитель технического надзора

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

а так же лица, дополнительно участвующие в освидетельствовании:

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

Произвели осмотр работ, выполненных _____

_____

(наименование подрядчика (исполнителя работ)

и составили настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию предъявлены следующие работы_____

_____

(наименование скрытых работ)

2. Работы выполнены по проектно-сметной документации_____

_____

(наименование проектной организации, № чертежей и дата их составления или идентификации параметров эскиза или записи в журнале авторского надзора)

3. При выполнении работ применены _____

(наименование материалов, конструкций, зданий со ссылкой

_____

на паспорта или другие документы лаборатории и т.п.)

_____

4. При выполнении работ отсутствуют (или допущены) отклонения от проектно-сметной документации_____

(при наличии отклонений указывается кем согласованы, № чертежей и дата согласования)

и выполнены с соблюдением заданной точности построений и измерений.

5. Даты: начала работ _____

окончания работ_____

6. Работы выполнены в соответствии с проектно-сметной документацией и требованиями действующих нормативных документов.

Приложение М

(рекомендуемое)

Акт

промежуточной приемки ответственных конструкций

_____

(наименование конструкций (систем)

выполненных на строительстве _____

(наименование и место расположения объекта)

«_____» _____ 201____г

Мы, нижеподписавшиеся:

Ответственный представитель исполнителя работ (подрядчика)

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

Ответственный представитель технического надзора

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

Ответственный представитель авторского надзора (в случае если на объекте осуществлялся авторский надзор)

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

а так же лица, участвующие в приемке:

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

_____

(фамилия, инициалы, организация, должность)

произвели осмотр конструкций (систем), выполненных_____

_____

(наименование подрядчика (исполнителя работ)

и составили настоящий акт о нижеследующем:

1. К приемке предъявлены следующие конструкции (системы) _____

_____

(перечень и краткая характеристика конструкций)

2. Работы выполнены по проектно-сметной документации_____

_____

(наименование проектной организации, № чертежей и дата их составления или идентификации параметров эскиза или записи в журнале авторского надзора)

3. При выполнении работ применены _____

(наименование материалов, конструкций, зданий со ссылкой

_____

на паспорта или другие документы лаборатории о качестве)

_____

4. Освидетельствованы скрытые работы, входящие в состав конструкций (систем)

_____

(указываются виды скрытых работ и № актов их освидетельствования)

и выполнены с соблюдением заданной точности построений и измерений.

5. Предъявлены документы, подтверждающие соответствие работ, конструкций и систем, в том числе:

а) исполнительные геодезические схемы положения конструкций

_____

(даты, номера, фамилия исполнителя)

б) заключения строительной лаборатории о фактической прочности бетона

_____

(даты, номера, фамилия исполнителя или дата записи в журнале работ)

в) документы о контроле качества сварных соединений

_____

г) лабораторные журналы, журналы работ и другая необходимая производственная документация, подтверждающая качество выполненных работ_____

6. Проведены необходимые испытания и опробования

_____

(указываются наименования испытаний,

_____

№ и даты документов)

7. При выполнении работ установлены отклонения от проектно-сметной документации _____

_____

(при наличии отклонений указывается кем согласованы, № чертежей и дата согласования)

8. Даты: начала работ _____

окончания работ_____

9. Предъявленные конструкции (системы) выполнены в соответствии с проектно-сметной документацией, строительными нормами и правилами, стандартами и считаются принятыми.

10. На основании изложенного:

а) разрешается использование конструкций по назначению _____ или разрешается использование конструкций по назначению с нагружением в размере _____% проектной нагрузки; или разрешается полное нагружение при выполнении следующих условий: _____

_____

б) разрешается производство последующих работ:

_____

(наименование работ и конструкций)

Ответственный представитель
исполнителя работ (подрядчика) _____

(подпись)

Ответственный представитель
технического надзора _____

(подпись)

Дополнительные участники:

Фамилия, инициалы _____

(подпись)

Фамилия, инициалы _____

(подпись)

Фамилия, инициалы _____

(подпись)

Дополнительная информация

К настоящему акту прилагаются:

Приложение Н

(рекомендуемое)

Перечень скрытых работ при устройстве водопропускной трубы, подлежащих освидетельствованию после их завершения с составлением актов скрытых работ

Вид работ	Предъявляемые документы	Приложения к акту
Геодезическая разбивка осей сооружения	Оперативный журнал геодезических работ Журнал технического нивелирования Журнал тахеометрической съемки	Схема закрепления оси Ведомость реперов Ведомость закрепления опорных точек Ведомость координат опорных точек
Устройство котлована	Общий журнал работ	1. Исполнительная схема, форма Ф-8
Устройство замены слабых грунтов	Общий журнал работ Журнал физико-механических свойств грунтов	1. Исполнительная схема, форма Ф-8
Устройство подготовки под фундамент	Общий журнал работ Журнал контроля уплотнения основания Журналы испытания щебня	1. Исполнительная схема, форма Ф-8
Устройство сборного фундамента	Общий журнал работ Журнал входного контроля Документы, подтверждающие качество конструкций	1. Исполнительная схема, форма Ф-8
Устройство свайного фундамента	Общий журнал работ Журнал входного контроля Документы, подтверждающие качество конструкций Журнал забивки свай Акты пробной забивки и динамических испытаний	Исполнительная схема Сводная ведомость забитых свай, форма Ф-37
Устройство опалубки и установка арматурных каркасов	Общий журнал работ Журнал входного контроля	

	Документы, подтверждающие качество конструкций	
Устройство монолитного фундамента	Общий журнал работ Журнал бетонных работ Журнал ухода за бетоном Документы, подтверждающие качество конструкций	1. Исполнительная схема
Устройство оголовков трубы	Общий журнал работ Журнал входного контроля Документы, подтверждающие качество конструкций	1. Исполнительная схема
Монтаж звеньев тела трубы	Общий журнал работ Журнал входного контроля Документы, подтверждающие качество конструкций	1. Исполнительная схема
Стыковка звеньев тела трубы	Общий журнал работ Журнал входного контроля Документы, подтверждающие качество конструкций	1. Исполнительная схема
Устройство уплотненной грунтовой призмы над телом трубы	Общий журнал работ Журнал контроля плотности земляного полотна Журнал и акт пробного уплотнения земляного полотна Журнал влажности грунта	1. Исполнительная схема
Устройство укрепительных работ на оголовках трубы и откосных частях трубы	Общий журнал работ Документы, подтверждающие качество конструкций	1. Исполнительная схема
Примечание – Формы заполняются в соответствии с утвержденным Росавтодором (распоряжение № ИС-478-р от 23.05.2002г.) «Сборником форм исполнительной производственно-технической документации при строительстве (реконструкции) автомобильных дорог и искусственных сооружений на них» [10]		

Приложение О

(рекомендуемое)

Форма общего журнала работ

по строительству объекта _____

_____

(наименование и место положения объекта)

Адрес: _____

Участники строительства

Организация, ответственная за производство работ по объекту _____

(юридическое или физическое лицо, получившее разрешение на выполнение строительно-монтажных работ (генподрядчик, исполнитель работ))

наименование и почтовые реквизиты, телефон_____

Руководитель: _____

Ответственные производители работ по объекту (подлежат регистрации в территориальном органе Госархстрой надзора):

Должность	Ф.И.О.	Подпись	Дата и параметры документа о назначении и освобождении	Примечание

Ответственный за ведение журнала работ _____

Организация, ответственная за стройплощадку

(заполняется в случае, если управление стройплощадкой поручено отдельной организации)

Наименование и почтовые реквизиты, телефон_____

Руководитель_____

Ответственное должностное лицо по стройплощадке_____

Застройщик (заказчик) (юридическое или физическое лицо, получившее разрешение на строительство)

Наименование и почтовые реквизиты, телефон_____

Руководитель_____

Ответственные представители технического надзора (подлежат регистрации в территориальном органе Госархстройнадзора) (заполняется в случае, если технический надзор ведется сотрудниками застройщика (заказчика):

Должность	Ф.И.О.	Подпись	Дата и параметры документа о назначении и освобождении	Примечание

Технический надзор_____

(заполняется в случае, если технический надзор ведется сторонней организацией)

Наименование и почтовые реквизиты, телефон_____

Руководитель_____

Ответственные представители технического надзора по объекту (подлежат регистрации в территориальном органе Госархстройнадзора):

Должность	Ф.И.О.	Подпись	Дата и параметры документа о назначении и освобождении	Примечание

Орган Госархстройнадзора, курирующий объект

Наименование и почтовые реквизиты, телефон_____

Руководитель_____

Куратор объекта _____ телефон _____

Другие исполнители работ по объекту (субподрядные организации) и выполняемые ими работы. Указываются: наименование и почтовые реквизиты, Ф.И.О. руководителей, а так же руководителей авторского надзора, если такой надзор на объекте ведется.

_____

Сведения о журнале

В настоящем журнале _____ пронумерованных и прошнурованных страниц. Журнал охватывает период с _____ по _____ (заполняется в случае, если на протяжении строительства велось несколько журналов)

Должность, фамилия, имя, отчество и подпись руководителя организации, выдавшего журнал

_____

Дата выдачи, печать организации _____

Отметки об изменениях в записях на титульном листе

Должность	Ф.И.О.	Подпись	Дата и параметры документа о назначении и освобождении	Примечание

Общая информация об объекте

Основные показатели строящегося объекта (этажность, количество квартир, площадь, мощность, производительность, вместимость и т.п.) и сметная стоимость на момент начала строительства

_____

Начало работ:

по плану (договору) _____ фактически _____

Окончание работ (приемка в эксплуатацию):

по плану (договору) _____ фактически _____

Утверждающая инстанция и дата утверждения проекта _____

Раздел 1

Список инженерно-технического персонала, занятого на строительстве объекта

Ф.И.О., занимаемая должность, участок работ	Дата начала работ на строительстве объекта	Дата окончания работ на строительстве объекта	Примечание

Раздел 2

Перечень специальных журналов работ, а так же журналов авторского надзора

Наименование специального журнала и дата его выдачи	Организация, ведущая журнал. Ф.И.О., должность, ответственные лица	Дата сдачи-приемки журнала и подписки должностных лиц

Раздел 3

Перечень актов промежуточной приемки ответственных конструкций и освидетельствования скрытых работ

№ п.п.	Наименование актов (с указанием места расположения конструкций и работ)	Дата подписания акта, Ф.И.О. и должность подписавших

Раздел 4

Сведения о производстве работ и контроле качества

№ и дата	Наименование конструктивных частей, элементов и работ, места их расположения со ссылкой на номера чертежей	Сведения о входном контроле материалов изделий и конструкций (реквизиты паспортов и др. документов о качестве)	Сведения об операционном контроле (оценка соответствия проекту, отметки о допущенных отступлениях и т.д.)	Сведения о приемочном контроле (№№ актов по разделу 3)

Раздел 5

Замечания контролирующих органов и служб

Дата	Замечания контролирующих органов или ссылка на предписание	Отметки о принятии замечаний к исполнению и о проверке их выполнения

Библиография

[1] ТУ-5774-015-32989231-2013	Материал термостойкий рулонный армированный мастичный «ДЕКОМ-РАМ»
[2] ТУ 8397-015-00205009-2010	Покрытие защитное «Мультиаксиальный скальный лист»
[3] СТО 59589554-005-2012	Стеклопластиковые водопропускные трубы под насыпями автомобильных и железных дорог. Требования и область применения. Технические условия
[4] ОДМ 218.2.001-2009	Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон)
[5] ОДМ 218.5.003-2010	Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог
[6]	НИОКР. Стеклопластиковые водопропускные трубы под насыпями автомобильных и железных дорог. Требования и область применения. Краткий отчет по результатам выполнения 1.2.3.4 этапов плана договора, М.:2012
[7] СТО 57759360-001-2015	Сетки сварные рулонные для ограничивающих и защитных ограждений на автомобильных дорогах. Технические условия
[8] ТУ 2296-068-00204961-2010	Мобильные дорожные покрытия МДП-МОБИСТЕК
[9]	Пособие по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений, М., 1992г.
[10] Распоряжение Росавтодора от 23.05.2002 N ИС-478-р	Об утверждении Сборника форм исполнительной производственно-технической документации при строительстве (реконструкции) автомобильных дорог и искусственных сооружений на них

ОКС 93.080 ОКП 22 9641

Ключевые слова: полимерные композитные трубы, кольцевая жесткость труб, высота насыпи, диаметр трубы, грунтовая обойма, модуль упругости грунта

Руководитель организации-разработчика

ООО «Руссинтэк»

Заместитель генерального директора

по технической политике _____ Е.Ю. Крашенинин

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

15.05.2017 Москва № 941-р

О применении и публикации ОДМ 218.3.053-2015 «Рекомендации по применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций рекомендациями по применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с даты подписания настоящего распоряжения ОДМ 218.3.053-2015 «Рекомендации по применению водопропускных труб из полимерных композиционных материалов» (далее – ОДМ 218.3.053-2015).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.3.053-2015.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя И.Г. Астахова.

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

О.В. Каширина
(495) 687-88-23 доб. 50-271