МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

31.07.2015 Москва № 1358-р

Об издании и применении ОДМ 218.3.046-2015 «Рекомендации по технологии ремонта водопропускных труб с использованием 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 методическими рекомендациями по технологии ремонта водопропускных труб с использованием 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 15.10.2015 ОДМ 218.3.046-2015 «Рекомендации по технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов» (далее – ОДМ 218.3.046-2015).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить издание ОДМ 218.3.046-2015 и направить его в подразделения и организации, указанные в пункте 1 настоящего распоряжения.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя А.А. Костюка.

Руководитель Р.В. Старовойт

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

gost.e-ecolog.ru

ОДМ 218.3.046-2015

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

окончательная
редакция

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2015

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ООО «ДорТехИнвест».

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Росавтодора.

3 ИЗДАН распоряжением Федерального дорожного агентства от « »_____ 2015 г. № _____.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

		Стр.
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Определения, обозначения и сокращения.....	4
4	Диагностика состояния эксплуатируемых водопропускных труб. Получение исходной информации для выбора технологии ремонта.....	6
5	Рекомендации по выбору технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов.....	8
6	Характеристики материалов.....	12
7	Основные технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов.....	22
8	Рекомендации по эксплуатации отремонтированных водопропускных труб с применением композиционных материалов.....	39
9	Проверка соответствия.....	40
10	Контроль качества при ремонте водопропускных труб с использованием композиционных материалов	42
11	Испытание.....	44
12	Пожаробезопасность.....	46
13	Охрана труда и техника безопасности.....	46
14	Охрана окружающей среды.....	47
	Библиография.....	48

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендации по технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов

Recommendations about technology of repair of water throughput pipes with use of composite materials

Дата введения 2015 г.

1 Область применения

1.1 Рекомендации по технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов используются на стадии ремонта и содержания водопропускных труб, при выборе технологии и способов распределения материалов, видов используемых материалов, способов организации работ, а также для контроля качества и проверки соответствия выполненных работ требованиям технических регламентов, нормативных документов и контрактной документации [1-17].

1.2 Рекомендации предполагают постоянное совершенствование технологий ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.010-80 Единая система защиты от коррозии и старения. Воздух сжатый для распыления лакокрасочных материалов. Технические требования и методы контроля

ГОСТ 9.708-83 Единая система защиты от коррозии и старения. Пластмассы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов

ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.3.005-75 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 4648-71 Пластмассы. Методы испытания на статический изгиб

ГОСТ 4647-80 Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи

ГОСТ 4650-80 Пластмассы. Методы определения водопоглощения

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия

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 9550-81 Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Методы испытания на растяжение

ГОСТ 12020-72 Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред

ГОСТ 15088-83 Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по Вика

ГОСТ 15139-69 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)

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 15173-70 Пластмассы. Методы определения среднего коэффициента линейного теплового расширения

ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия

ГОСТ 16783-71 Пластмассы. Методы определения температуры хрупкости при сдавливании образца, сложенного петлей

ГОСТ 22266-94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия

ГОСТ 26633-2012 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытания на горючесть

ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования

ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость

ГОСТ 30403-96 Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности

ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31416-2009 Трубы и муфты хризотилцементные. Технические условия

ГОСТ Р 54553-2011 Резина и термопластичные эластомеры. Определение упругопрочностных свойств при растяжении

ГОСТ Р 54560-2011 Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Технические условия

3 Определения, обозначения и сокращения

В настоящих рекомендациях использованы следующие термины с соответствующими определениями, применяемые в дорожном хозяйстве.

3.1 безнапорный режим работы трубы: ламинарное течение воды при пропуске водного потока через трубу в водопропускном сооружении с гарантированным обеспечением исключения возникновения турбулентности при расчетном и максимальном расходах.

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

3.3 геотекстильная арматура: тканые и нетканые полотнища из синтетических материалов, плоские и объемные решетки из синтетических лент, пластины из вспененных пластиков, используемые для армирования грунтовых сред.

3.4 композиционный материал: искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с границей раздела между ними.

3.5 муфта: устройство, служащее для соединения труб.

3.6 оголовок трубы: крайний, замыкающий тело трубы элемент, удерживающий откос насыпи по концам трубы и обеспечивающий необходимые условия входа водного потока в трубу и выхода из нее.

3.7 полиэфирные смолы: полимеры, сополимеризованные из мономеров.

3.8 ремонт водопропускной трубы: комплекс технологических операций, целью которого является сохранение (восстановление) свойств трубы.

3.9 спиральновитые трубы кольцевого сечения из полиэтилена: полиэтиленовые трубы, изготовленные методом непрерывной шнековой экструзии полого профиля стенки трубы с последующей навивкой и его экструзионной сваркой на цилиндрической оправке.

3.10 стеклопластик: композиционный материал, состоящий из стеклянного наполнителя и синтетического полимерного связующего.

3.11 термореактивные полимеры (реактопласты): группа полимерных материалов, которые при нагревании не переходят в расплавленное состояние.

3.12 труба: инженерное сооружение, имеющее замкнутый кольцевой контур, укладываемое в тело насыпи автомобильной дороги для пропуска водного потока.

3.13 фибра: материал в виде тонких волокон или узких полос.

3.14 эластичная труба: труба, обладающая свойствами деформативности, изменяющая свою форму под воздействием различных нагрузок (транспортных, почвенных вод, мерзлоты, уплотнения грунта и т.п.).

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

3.16 физически сшитый пенополиэтилен (ФПП): пенополиэтилен, устойчивые молекулярные связи которого формируются импульсно-лучевым ускорителем, который потоком электронов упорядочивает и «скрепляет» молекулярную структуру материала.

4 Диагностика состояния эксплуатируемых водопропускных труб. Получение исходной информации для выбора технологии ремонта

4.1 При получении исходной информации для выбора технологии ремонта труб рекомендуется использовать [5, 9, 10, 18-21].

4.2 В процессе обследования труб производят осмотр внутренних и наружных поверхностей труб и оголовков; измерения вертикальных и горизонтальных диаметров круглых труб, высоты и ширины отверстий прямоугольных труб, замеры величин зазоров в швах между звеньями и между секциями фундаментов, взаимных вертикальных деформаций звеньев; выявление признаков заносимости труб грунтом и посторонним материалом; проверку положения оси трубы в плане.

4.3 При необходимости производят: замеры углов пересечения осей трубы с осью автомобильной дороги; съемку поперечников земляного полотна; осмотр укрепленных откосов конусов, подводящих и отводящих русел, а также примыкающих водоотводов; съемку планов и характерных сечений логов, проверку правильности гидравлической работы; выявление фильтрации воды через тело насыпи; выявление признаков пучинения грунта или наледеобразования.

4.4 При обследовании труб, построенных на вечномерзлых грунтах, выявляют наличие просадок, которые могут быть вызваны деградацией вечной мерзлоты.

4.5 При осмотре железобетонных, бетонных и каменных труб выявляют наличие трещин, сколов бетона, мест с недостаточной толщиной защитного слоя бетона, потеков в швах сопряжения звеньев, мокрых пятен на бетонных поверхностях и других дефектов. Измерение вертикальных и горизонтальных размеров отверстий производят выборочно (в первую очередь - в местах наличия горизонтальных трещин или раскрытий швов).

4.6 При осмотре металлических гофрированных труб устанавливают материал и состояние дополнительного покрытия и лотка; качество и состояние цинкового покрытия; изменение формы поперечного сечения; правильность выполнения стыков (полноту установки болтов, качество затяжки болтов и положение шайб); наличие местных повреждений металла. Измерение диаметров производят в точках, расположенных под осью дороги и на концах труб. Замеры величин зазоров в швах выполняют при обнаружении признаков растяжки трубы. У круглых труб замеры производят в уровне горизонтального диаметра, у прямоугольных - на середине высоты звеньев. В случаях выраженных осадок или растяжек звеньев замеры делают в уровне верха звеньев и по лотку. При обнаружении наклонов или отрыва оголовка фиксируют величины раскрытия шва в местах примыкания к звеньям и углы наклона. Растяжку труб выявляют путем измерения длины трубы между фиксированными точками.

4.7 Выявление признаков заносимости труб грунтом производят в период между паводками, обращают внимание на толщину наносов в углублениях.

4.8 При наличии сплошной толщи наносов обследуют состояние русла и его укреплений выше и ниже трубы, а также проверяют правильность отметок лотка на входе, посередине длины и на выходе трубы.

4.9 Трубы нивелируют по лотку. Данные нивелирования по «замку» круглых труб или посередине ригеля прямоугольных труб могут быть использованы для косвенной оценки профиля труб в случаях, когда непосредственная нивелировка звеньев по лотку затруднена.

4.10 Положение звеньев труб в плане фиксируют (у круглых труб - в уровне их горизонтального диаметра, у прямоугольных - посередине высоты звеньев) измерениями по рейке с уровнем относительно мерной проволоки, протянутой вдоль оси трубы по центрам первого и последнего звеньев, или горизонтальным нивелированием.

5 Рекомендации по выбору технологии ремонта водопропускных труб с применением композиционных материалов

5.1 На изменение параметров и накопление повреждений трубы оказывают влияние многие факторы различной природы: нагрузка грунта и рабочей среды, коррозия, перепады пропускной способности, подвижки грунта, изменение температуры окружающей среды, изменение расхода воды и другие факторы.

Перечень способов ремонта труб приведен на рисунке 1.

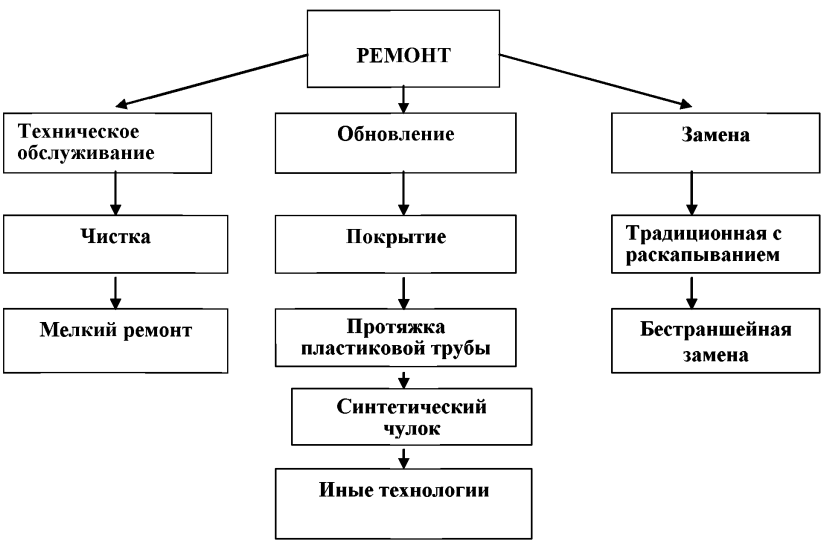


Рисунок 1 – Перечень способов ремонта труб

5.2 Решение об оптимальном варианте работ по выбору технологии ремонта труб с применением композиционных материалов принимают на этапе разработки проектной документации на ремонт на основе анализа влияющих факторов и параметров:

1) состояние участка автомобильной дороги в районе трубы;

2) подземные условия района проведения работ;

3) общая информация о трубе, подлежащей ремонту;

4) анализ дефектов и накопленных повреждений трубы;

5) прогнозирование состояния трубы на краткосрочный и среднесрочный периоды;

6) конструктивные ограничения и ограничения места расположения (информация о состоянии рабочей площадки);

7) сравнительный технически-экономический анализ возможных методов ремонта;

8) оценка сметных показателей вариантов ремонта;

9) принятие решение о выборе технологии ремонта.

5.3 Определяющими критериями выбора технологии ремонта труб могут выступать необходимость увеличения их пропускной способности и показатели эффективности выбранного варианта работ.

5.4 При выборе метода ремонта учитывают следующее.

5.4.1 Несущая способность ремонтируемых железобетонных труб в результате ремонта может быть повышена за счет омоноличивания бетонной смесью межтрубного пространства (при методе гильзования).

5.4.2 Внутренняя облицовка, выполненная из труб из композиционных или полимерных материалов, из-за своей повышенной деформативности на несущую способность внешних железобетонных труб не оказывает практического влияния.

5.5 Исходя из поставленных задач, определяют направление и состав работ, согласно которому разрабатывается проект производства работ и определяется конечный результат, основанный на комплексном рассмотрении и нахождении оптимального соотношения всех критериев.

5.6 При сквозных повреждениях могут быть использованы традиционные методы восстановления, ремонта или замены участка трубы.

5.7 Алгоритм принятия решения при выборе технологии ремонта труб с использованием композиционных материалов заключается в следующем (рисунок 2).



Рисунок 2 – Алгоритм принятия решения при выборе технологии ремонта труб

5.7.1 Проводят идентификацию технического состояния трубы, определение проблемы, препятствующей ее функционированию и обеспечению безопасности автомобильной дороги.

5.7.2 Исходя из проведенного анализа значимости повреждений трубы, сведения о которых получены в результате натурного обследования,

устанавливают требуемые результаты и показатели ремонта (обеспечение пропускной способности, поддержание работоспособности, оценка ремонтопригодности и др.).

5.7.3 Проводят сравнение возможных вариантов ремонта труб по ряду критериев (рисунок 2).

5.7.4 Кроме критерия «сметная стоимость проекта ремонта» рекомендуется использовать дополнительные критерии:

1) критерий «экономические риски» – учет возможных отклонений реальных ценовых показателей от прогнозируемых;

2) критерий «безотказность и безопасность» – учет возможных отказов, их длительность, риск причиняемого ущерба для транспортных средств и участников дорожного движения;

3) критерий «долговечность» – оценка срока службы трубы до и после ремонта;

4) критерий «реализуемость» – отражение разной меры обстоятельств, потенциально осложняющих ремонт трубы из-за различия в весе материалов и конструкций, их наличия, возможностей доставки оборудования, наличия квалифицированной рабочей силы;

5) критерий «трудовые затраты» – учет условий ремонта трубы, позволяет рассмотреть различные варианты производства работ и организации ремонта трубы;

6) критерий «продолжительность ремонта» – рассматривается в качестве приоритетного, когда срок окончания ремонта трубы является приоритетным.

5.7.5 Выбор и детализация технологии ремонта трубы проводится на основании выявленных конечных результатов для каждого варианта.

5.7.6 При задании показателей технических условий на результаты ремонта трубы рекомендуется руководствоваться процедурой оценки риска недостижения требуемого срока службы отремонтированных труб по причине влияния климатических воздействий и негативных факторов

агрессивной среды. Принимаются показатели, для которых степень риска окажется меньше.

5.7.7 Ремонт труб рекомендуется проводить в летний период.

6 Характеристики материалов

6.1 Композиционные материалы на основе неорганических компонентов

6.1.1 В качестве неорганических материалов для ремонта труб могут применяться стеклопластиковые гофрированные трубы диаметром до 1,5 м, а также материалы на основе рубленого и (или) сплошного стекловолокна, модифицированной серы, хризотила и фибры и другие композитные материалы, согласно, например, ГОСТ 31416.

6.1.2 Армирование трубы, предназначенной для ремонта эксплуатируемой трубы, может выполняться из цельнотянутого стекловолокна или другой геосинтетической арматуры с обеспеченными требуемыми в проектной документации показателями. Для внутреннего покрытия труб могут использоваться облицовочные маты или сетки из синтетических волокон, совместимые с остальными материалами, использованными в конструкции трубы.

6.1.3 Рекомендуются к применению ремонтные материалы со следующими показателями (ориентировочные):

1) водопоглощение конструкционного материала – не более 0,5 %;

2) предел прочности образцов труб из композиционных материалов при растяжении – не ниже 100 МПа.

6.1.4 Технические требования к материалам для ремонта труб на основе хризотила могут быть выбраны в соответствии с ГОСТ 31416.

6.2 Композиционные полимерные материалы

6.2.1 Рекомендуемые физико-механические показатели композиционного материала, применяемого для ремонта труб:

1) предел прочности при разрыве – не менее 15 МПа;

2) относительное удлинение при разрыве – не менее 25 %;

3) изгибающее напряжение при максимальной нагрузке – не менее 25 МПа;

4) ударная вязкость по Шарпи образца без надреза – не менее 40 КДж/м^2.

5) водопоглощение материала – не более 0,5 %.

6.2.2 Ремонтные материалы рекомендуется выбирать устойчивыми к воздействию климатических факторов внешней среды в соответствии категорией размещения 1 и 2 и климатическим исполнением изделий УХЛ по ГОСТ 15150.

6.2.3 Материалы для ремонта труб рекомендуется выбирать из обеспечивающих срок эксплуатации не менее межремонтного срока трубы при температурных условиях от -60°С до 45°С на открытом воздухе при прямом воздействии солнечных лучей и в контакте с грунтовыми водами с pH от 6 до 10.

6.2.4 Снижение прочности материала для ремонта труб после воздействия климатических факторов:

1) после воздействия воды с pH8 в течение 24 часов – не более 5 %;

2) после воздействия температуры 45°С – не более 5 %;

3) после воздействия температуры -60°С – не более 5 %;

4) после воздействия ультрафиолетового излучения с суммарной экспозицией 30 Вт/м^2 – не более 5 %.

6.3 Полимерные материалы

Для ремонта труб могут применяться полимерные материалы, например, на основе ненасыщенных полиэфирных и эпоксидных смол, сополимеров (в том числе физически сшитый пенополиэтилен, материалы на основе полиуретана или полимочевины, экспандированный полистирол (EPS), эластомеры (EPDM - этилен-пропилен-диен-мономер), стирол-бутадиеновая резина (SBR) и др.) [22-24]. Для них рекомендуется применение показателей композиционных полимерных материалов согласно

п. 6.2, если другие условия не подтверждены технико-экономическим обоснованием.

6.4 Конструктивные элементы водопропускных труб из композиционных материалов

6.4.1 Конструктивные элементы труб из композиционных материалов на основе органических компонентов, предназначенные для ремонта эксплуатируемых труб, используются в следующих условиях:

1) интервал рабочих температур – от -50° до 60°С;

2) степень агрессивности наружной среды – слабоагрессивная;

3) сейсмичность – не более 9 баллов.

6.4.2 Гарантийный срок службы конструктивных и ремонтных элементов труб из композиционных материалов под насыпями – не менее межремонтного периода.

6.4.3 Водопоглощение композиционного материала конструктивного элемента труб с учетом массы воды, поглощенной образцом по ГОСТ 4650, – не более 0,5 %.

6.4.4 Для труб, используемых как элементы для ремонта эксплуатируемых труб, рекомендуется в проектной документации устанавливать длину от 1 до 12 м и обеспечивать их стыковку друг с другом при помощи муфт (из композиционных материалов, нержавеющей стали или сплавов) или раструбов с уплотнительным кольцом.

6.4.5 Уплотнительные манжеты и кольца рекомендуется изготавливать из эластомеров EPDM (этилен-пропилен-диен-мономер), стирол-бутадиеновой резины SBR (ГОСТ Р 54553) или их аналогов.

6.4.6 Характеристики материала манжет (долговечность, термическая и химическая стойкость) устанавливают эквивалентными аналогичным характеристикам трубы.

6.4.7 Типовые конструкции внутренних санирующих труб (в том числе из полиэтилена) представлены на рисунке 3 [20, 21].

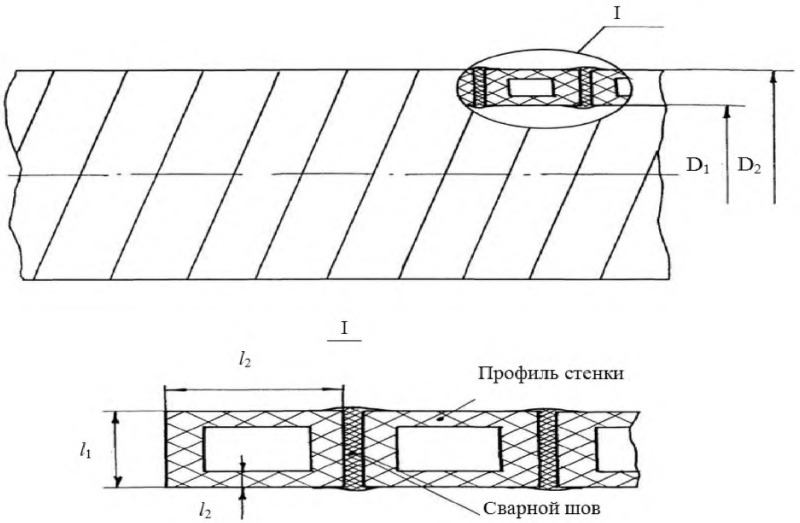


Рисунок 3 – Конструкция спиральновитой трубы из композиционного материала с полой стенкой (D_1 – внутренний, D_2 – внешний диаметр, h – толщина стенки, l_1 – толщина профиля, l_2 – ширина профиля спиральновитой плиты)

6.4.8 Внутренние санирующие трубы рекомендуется изготавливать, например, из марок полиэтилена, имеющих показатель текучести расплава (при 5,0 кгс) от 0,3 до 0,55 г/10 мин., плотностью при 23°С от 0,95 до 0,96 г/см^3, стабилизированных и окрашенных согласно выбранным рецептурам.

6.4.9 Показатели свойств конструктивных элементов спиральновитых труб, применяемых для ремонта эксплуатируемых труб, рекомендуется выбирать согласно таблице 1.

l_2

Таблица 1 – Значение показателей свойств спиральновитых труб, применяемых при ремонте эксплуатируемых водопропускных труб

№№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя

1	Внешний вид и поверхности	Трубы имеют гладкие наружную и внутреннюю поверхности профиля стенки. Допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, не выводящие размеры профиля за пределы допускаемых отклонений, а также отслоение излишков экструдируемой массы, выходящей за пределы сварного шва. На поверхностях трубы не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения. Внешний вид поверхности профиля стенки трубы должен соответствовать контрольному образцу. Сварной шов между соединяемыми профилями должен быть одного с ними цвета, не иметь трещин, пор и инородных включений, а также признаков деструкции материала
2	Геометрические размеры	Соответствие размерам, указанным в проектной документации
3	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	250
4	Кольцевая жесткость, кН/м^2 (кг/см^2), не менее	4,0 (0,04)
5	Герметичность трубы при внутреннем испытательном давлении 0,075 МПа при Т=20°С, не менее 15 мин.	Без разрушения и нарушения герметичности

6.4.10 Используемая смола применяется с температурой деформации не менее 70°С при испытании в соответствии ГОСТ 15088.

6.4.11 Трубы, предназначенные для ремонта эксплуатируемой трубы, могут быть изготовлены методом центрифугирования или намотки.

6.4.12 Материалы труб и муфт, изготовленные из композиционных материалов, могут включать полиэфирную или другую смолу с

наполнителями и добавками или без них. С помощью добавок материалу трубы или муфты могут быть приданы необходимые (определенные проектной документацией) свойства (цвет, термостойкость, пожароустойчивость, износоустойчивость и др.).

6.4.13 Для используемой смолы задается температура деформации не менее 70°С при испытании в соответствии ГОСТ 15088.

6.4.14 Для придания трубе дополнительной стойкости к ультрафиолету, химическим веществам или обеспечения огнеупорных свойств используют инертные пигменты или ингибиторы.

6.4.15 Размер частиц заполнителей и наполнителей ограничивают одной пятой толщины стенки трубы или муфты или 2,5 мм.

6.4.16 При выборе структуры внешнего слоя трубы учитывают условия окружающей среды при ее эксплуатации.

6.4.17 При введении в состав полимерных композитов инертных наполнителей следят, чтобы это не приводило к снижению средних значений физико-механических показателей данных материалов.

6.4.18 Возможно применение конструкции труб из полимербетона, из реактопластов на основе ненасыщенных полиэфирных и винилэфирных смол, армированных стекловолокном, а также труб из полиэтилена для труб диаметром до 2,7 м со спиральными ребрами и длиной звена до 12 м.

6.5 Материалы для ремонта оголовков водопропускной трубы

6.5.1 Для ремонта оголовков трубы допускается применять следующие материалы:

– пески средней крупности, крупные и очень крупные по ГОСТ 8736;

– песчано-гравийные смеси С3-С13 по ГОСТ 25607;

– щебень и гравий фракций от 5 до 40 мм по ГОСТ 8267;

– щебеночно-галечниковые грунты, не включающие обломки размером более 50 мм.

6.5.2 Для перечисленных материалов ограничивают содержание в них более 10 % частиц размером менее 0,1 мм, в том числе более 2,0 %

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

6.5.3 Для оголовков труб применяется бетон и арматура, соответствующие требованиям [5].

6.6 Характеристики каменных материалов

6.6.1 Характеристики каменных материалов, рекомендуемые для приготовлении ремонтных мастик и отверждаемых составов, применяемых при ремонте труб, с учетом технической категории автомобильной дороги рекомендуется выбирать согласно ГОСТ 8267.

6.6.2 Рекомендуется использовать дробленый песок из прочных известняков марки по дробимости не менее 600 согласно ГОСТ 8267. Содержание пылеватых и глинистых частиц в песке ограничивают 1,0 % по массе.

6.6.3 Минеральный порошок применяют сухим и рыхлым. Активированный минеральный порошок должен быть однородным по цвету. Характеристики минерального порошка выбирают по ГОСТ 16557.

6.7 Рекомендуемые характеристики фиброволокна

При приготовлении композиционных материалов для ремонта водопропускных труб для обеспечения однородности их физико-механических свойств и срока службы рекомендуется использовать фиброволокно. При задании в проекте применения фиброволокна рекомендуется обеспечивать его характеристики, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Типовые характеристики фиброволокна

№	Показатель волокна	Значение
1	Плотность, г/см^3	1,17
2	Диаметр, мкм	от 14 до 31

3	Модуль упругости, ГПа	от 8 до 11
4	Прочность на растяжение, МПа	не менее 500
5	Удлинение при разрыве, %	от 20 до 26
6	Щелочестойкость	++
7	Длина резки волокна, мм	6; 12; 18; 28; 36; 60; 150
8	Температура размягчения с одновременной деструкцией	свыше 220°С
9	Технология подачи	в ручном и полуавтоматическом режиме дозирования

6.8 Применение герметизирующих лент

6.8.1 Для мелкого и подготовительного ремонта рекомендуется применение герметизирующих лент - рулонного эластомерного материала, усиленного с одной стороны нетканым синтетическим материалом для обеспечения водонепроницаемости стыков водопропускных труб.

6.8.2 Физико-механические характеристики герметизирующих лент приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-механические характеристики герметизирующих лент

№	Показатель ленты	Значение
1	Теплостойкость, °С, не менее	60
2	Морозостойкость, °С, не более	-50
3	Водопоглощение, %, не более	0,2
4	Прочность связи с бетоном (адгезия к бетону), МПа, не менее	0,1
5	Размер рулона (длина х ширина х толщина), м х мм х мм	12х100х3 (12х200х3)

6.9 Технологические показатели бетонной смеси в зависимости от технологии приготовления

6.9.1 Технологические показатели бетонной смеси задают в соответствии ГОСТ 7473.

6.9.2 Состав бетона подбирают согласно ГОСТ 27006.

6.9.3 Класс прочности (на сжатие) бетона для нагнетания – не ниже В30.

6.9.4 Задают марку бетона по морозостойкости F300 для ремонтируемых труб, расположенных в районах со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца выше -10°С, и не ниже F400 в остальных районах.

6.9.5 Марка бетона по водонепроницаемости – не ниже W6 согласно ГОСТ 26633.

6.10 Требования к вяжущим

Требования к цементу задают в соответствии ГОСТ 10178, ГОСТ 22266, ГОСТ 31108.

6.11 Требования к заполнителям

Характеристики заполнителей, используемых при ремонте труб, задают в соответствии требованиям, изложенным в ГОСТ 26633.

6.12 Требования к сшитому пенополиэтилену

Характеристики физически (ФПП) сшитого пенополиэтилена представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Характеристики сшитого пенополиэтилена

Характеристики	Сшитый пенополиэтилен
Цвет	молочно-белый

Толщина рулона, мм	от 0,5 до 15,0
Плотность, кг/м^3, не менее	33 (±5), 66 (±5)
Рабочая температура, С^o	от -60 до 105
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), не более	0,031
Коэффициент теплопоглощения, Вт/(м·°С), не более	0,34
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па) , не менее	от 0,001 до 0,0015
Индекс снижения ударного шума, дБ, не менее	18,0
Прочность при сжатии при 25% линейной деформации, МПа, не менее	0,035
Водопоглощение по объему при полном погружении 96 час., %, не более	1,0

7 Основные технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов

7.1 **Регламентные работы**

7.1.1 В составе подготовительных работ выполняют:

– подготовку территории с расчисткой от кустарника, мелколесья, с устройством подъездных дорог и рабочих площадок в зоне расположения оголовков трубы;

– мероприятия, изолирующие зону производства работ от протекающей воды. Устраивают грунтовые перемычки с временным водохранилищем, водосборные котлованы перед входным оголовком трубы, в том числе с перекачкой воды в зону выходного оголовка. Выбор мероприятий производят на стадии рабочего проектирования, исходя из конкретных условий и расхода воды;

– очистку или, при необходимости, промывку трубы с заделкой швов между звеньями, мест вывала кладки и трещин в стенках трубы. Очистку производят механическим или гидродинамическим способом с применением специальных машин и илососов, при этом обеспечивается полное восстановление проходного сечения труб. Проводят тщательный осмотр внутреннего состояния трубы;

– конкретный перечень мест с дефектами, поврежденностями и деформациями трубы, а так же перечень выполняемых работ должен быть определен проектной документацией;

– устройство сходов по откосам насыпи;

– доставку и размещение на рабочих площадках материалов, оборудования и механизмов, монтаж оборудования;

– контрольную проверку работоспособности технологического оборудования и соответствия характеристик материалов проектным значениям.

7.1.2 Герметизация щелей труб проводится полимерными материалами, при этом используются герметики, полимерцементные композиции или цементные составы с применением инъекторов или другого оборудования. Ремонт может проводиться путем герметизации швов между секциями труб

паклей, пропитанной битумной мастикой или герметиком с затиркой полимерцементным составом, состоящим из цемента, песка и ПВА. Для ремонта наружной изоляции применяются герметики или пакля, пропитанная битумной мастикой. Для заделки швов и изоляции могут быть использованы материалы из эластомеров EPDM (этилен-пропилен-диен-мономер), стирол-бутадиеновой резины SBR, сшитого пенополиэтилена, а также вспененного полистирола, полиуретана или их аналогов.

7.1.3 Внутренняя поверхность трубы очищается от мусора и пыли. Используются гидродинамическая очистка под высоким давлением, оборудование для резки, щеточные скребки, цепные и другие скребки. Снятие пленки цементного молока производят сухой или влажной струйно-абразивной очисткой или шлифованием. Удаление пыли производят промышленным пылесосом. Масляные пятна и наплывы бетона удаляют, трещины, сколы и впадины заделываются ремонтными безусадочными смесями на основе цемента и/или полиуретана. Крупные каверны рекомендуется заделывать ремонтным составом на основе вяжущего, например, эпоксидного грунта и сухого кварцевого песка, добавляемого в вяжущее в количестве до 2,0 кг на 1,0 кг вяжущего. Состав замешивают консистенцией густой сметаны. Он наносится шпателем и разравнивается. Толщину слоя ограничивают 6 мм. Смесь остается работоспособной, например, в течение 30 мин. при 20°С.

7.1.4 При развитии деформаций (растяжка труб, вертикальное смещение звеньев) и разрушении оголовков и отдельных звеньев производят их перекладку или замену.

7.1.5 Если гидравлические расчеты показывают, что уменьшение диаметра трубы не будет препятствовать прохождению необходимого водного потока, то допускают ремонт дефектного участка трубы путем установки внутрь нее новых звеньев меньшего диаметра с устройством

плавных сопряжений (бетоном, полимербетонными или полимерными материалами) между ними.

7.1.6 При появлении признаков нарушения гидроизоляции, образовании щелей с высыпанием грунта в пространство трубы производят герметизацию щелей полимерными или композиционными материалами, используя герметики, например, на основе полиуретана, полимерцементных композиций или цементных составов. Работы проводятся без вскрытия насыпи с применением инъекторов или другого оборудования.

7.1.7 Для восстановления наружной гидроизоляции трубы производят вскрытие насыпи на ремонтируемом участке с предварительной организацией безопасного движения. Для восстановления внешней изоляции швы и щели шириной менее 1 см заделывают герметиками, а при большей ширине использует паклю, пропитанную битумной мастикой. Отремонтированный участок перекрывают двумя-тремя слоями рулонного материала, чередуя с битумной мастикой. Перекрытие производят по контуру трубы на ширину 25 см. Остальную поверхность покрывают двумя слоями битумной мастики без использования рулонного материала. Засыпку трубы производят слоями грунта от 15 до 20 см с уплотнением трамбовками. Пустоты за трубами заполняют песком или цементопесчаной смесью под давлением с внутренней стороны трубы. Для этого инъекторы устанавливают в швы между звеньями и нагнетают указанные материалы с помощью цемент-пушки или растворонасоса.

7.1.8 Для восстановления наружной гидроизоляции трубы может быть использован сшитый пенополиэтилен, а также вспененный полистирол с клеющей поверхностью (покрытой полиэтиленовой пленкой) или материал на основе полиуретана или полимочевины.

7.1.9 Порядок работы с мастиками (в том числе на основе полиуретана).

7.1.9.1 Согласно рецептуре подготавливается состав мастики, например, путем перемешивания компонентов мастики в заданном соотношении с учетом обеспечения требуемых функциональных и технологических свойств (вязкости, времени живучести, цвета и др.). Расход мастики 1,3 кг/м^2 на 1,0 мм толщины покрытия; температура воздуха от 5°С до 35°С; остаточная влажность основания не более 5 %; относительная влажность воздуха не более 85 %.

7.1.9.2 Подготовка поверхности:

1) очищают основание от цементного молочка, пыли и масел; обрабатывают, при необходимости, грунтовочным материалом;

2) трещины шириной более 1,0 мм, угловые стыки и деформационные швы заделывают полиуретановым герметиком, при значительных трещинах рекомендуется использовать сшитый пенополиэтилен;

3) не наносить мастику на слабые основания.

7.1.9.3 Перед нанесением мастику перемешивают. Используется спиралевидная мешалка (диаметром от 120 до 140 мм), закрепленная в патроне низкооборотной дрели (до 200 об./мин.). Время перемешивания от трех до пяти мин. Мастика наносится вручную или механизировано. При ручном нанесении применяются крупные малярные кисти с короткой жесткой щетиной и коротковорсовые накаточные валики. Для механизированного нанесения применяются аппараты безвоздушного распыления (рабочее давление выше 250 бар). Мастику наносят в количестве от двух до трех слоев. Рекомендуется применять контрастные цвета для визуального контроля толщины слоя. Если после нанесения сквозь слой мастики виден цвет нижнего слоя, то этот участок следует окрасить дополнительно.

Второй слой мастики наносят после образовании на поверхности первого устойчивой пленки. В летний период – через период времени от шести до восьми часов. Окончательную прочность покрытие набирает через семь суток.

Для получения качественного покрытия не рекомендуется наносить мастику с расходом свыше 0,7 кг на слой. При необходимости мастику армируют полимерной сеткой или стеклотканью между слоями. Для увеличения износостойкости предпоследний слой мастики присыпают сухим кварцевым песком. Для увеличения механической и химической стойкости покрытия рекомендуется использовать защитный лак.

7.1.10 В составе заключительных работ выполняют ликвидацию сооружений, предназначенных для отвода воды, а также ремонт оголовков трубы, очистку поверхности трубы и оголовков и благоустройство территории.

7.2 Ремонт водопропускных труб методом гильзования

7.2.1 Метод гильзования назначают при следующих дефектах и поврежденностях: нарушение гидроизоляции, отклонение геометрического положения элементов трубы более чем на 3,0 % от диаметра трубы, нецелесообразность мелкого ремонта.

7.2.2 Используемые материалы и оборудование.

При ремонте используют стеклопластиковые [23] или полимерные трубы, бетонные смеси для заполнения межтрубного пространства, бетоновоз или оборудование для приготовления бетонной смеси на месте, резиновые манжеты, клей, средства измерения. Для обеспечения ровности нижней поверхности ремонтируемой трубы, в местах отремонтированных трещин, различных видов неровностей и дефектов рекомендуется использовать в качестве прокладочного выравнивающего материала физически сшитый пенополиэтилен с клеющей поверхностью.

7.2.3 Технологические операции.

7.2.3.1 Метод заключается в протяжке новой трубы из композиционных материалов внутри разрушенной с уменьшением сечения и имеет следующие варианты:

– протаскивание во внутреннюю полость ремонтируемого трубопровода новой плети трубопровода из композиционного материала.

При этом наружный диаметр трубопровода из композиционного материала выполняют меньше внутреннего диаметра ремонтируемой водопропускной трубы. При ремонте, например, методом релайнинга стеклопластиковые или полимерные трубы, имеющие муфтовое соединение друг с другом, прокладывают внутри существующей трубы, межтрубное пространство заполняется бетоном. Диаметр ремонтируемых труб может составлять от 150 до 2800 мм, имеется возможность ремонтировать трубы овоидального и арочного сечения;

– протаскивание, но с увеличением диаметра на один сортамент и разрушением ремонтируемой трубы (пневматическим, гидростатическим методом или непосредственно протаскиваемой трубой), что позволяет протаскивать или проталкивать новую трубу или ее сегменты большего размера, чем внутренний диаметр ремонтируемой трубы.

7.2.3.2 Пустоту, возникшую между трубами, заполняют цементобетонной смесью.

7.2.3.3 Место работы защищают от воздействия атмосферных осадков и пыли.

7.3 Технология «пакер-чулок»

7.3.1 Метод назначают при проведении работ на локальных участках или стыках звеньев водопропускной трубы при следующих их дефектах и повреждениях:

- на стыках звеньев произошло выкрашивание и вымывание бетонного раствора;

- поверхность звеньев подвержена истираемости и шелушению;

- на стыках между звеньями видны размывы насыпи, отсутствует внешняя гидроизоляция.

7.3.2 Используемые материалы и оборудование.

При ремонте используют резиновый «пакер», композиционный материал с клеевым полимерным составом, резиновые манжеты, клей, сшитый пенополиэтилен с клеющей поверхностью, мобильный комплекс для ремонта трубы, включающий оборудование подачи сжатого воздуха, электрогенератор, лебедку, средства измерения и другое оборудование.

7.3.3 Технологические операции.

Метод заключается в нанесении на специальный резиновый «пакер», повторяющий сечение трубы, композиционного материала с клеевым полимерным составом, после чего «пакер» помещают в ремонтируемый участок трубы и путем подачи сжатого воздуха во внутреннюю полость «пакера» производят прижатие композиционного материала к восстанавливаемой поверхности.

После полимеризации клеевого состава «пакер» убирают, а на внутренней поверхности трубы остается армированный композиционным материалом клеевой полимерный состав.

7.3.4. Преимущества восстановления трубы методом «пакер-чулок»:

- восстановленная труба из армированного полимера может сформировать обрушенный свод старой трубы и выдерживать в дальнейшем нагрузку от грунта;
- сформированная поверхность имеет очень высокую стойкость к истиранию;
- в местах стыка труб полимер проникает в щели на стыках и герметизирует их;
- нет необходимости в закупке дорогостоящего оборудования и материала.

7.4 Санация водопропускных труб методом введения полимерного мягкого рукава путем выворачивания

7.4.1 Метод санации назначают для труб до 1,5 м при следующих дефектах и поврежденностях: нарушение гидроизоляции, деструкция и видимые повреждения внутреннего слоя трубы, отклонение геометрического

положения элементов трубы более чем на 3 % от диаметра трубы, нецелесообразность мелкого ремонта.

7.4.2 Используемые материалы и оборудование.

При ремонте трубы используют полимерный мягкий рукав; эпоксидная, полиэфирная или полиуретановая композиция, шитый пенополиэтилен с клеющей поверхностью, валки, мобильная установка для пропитки рукава, модульная водогрейная котельная, резиновые манжеты, клей, средства измерения.

7.4.3 Технологические операции. Санацию труб методом введения полимерного мягкого рукава путем выворачивания используют в случаях большой изношенности труб, с большими сквозными отверстиями, когда соединения труб смещены или небольшие участки полностью отсутствуют. Метод применяют на стальных, чугунных, железобетонных, керамических или асбоцементных трубах; диапазон диаметров труб от 0,5 до 1,5 м; профиль труб может быть круглым, прямоугольным или другой формы; толщина покрытия зависит от диаметра трубопровода, глубины его заложения и составляет от 5 до 24 мм; ремонтное покрытие наносят участками, длина которых зависит от диаметра трубы, условий проведения работ по санации.

Производят пропитку эпоксидной, полиэфирной или полиуретановой композицией рукава из нетканого синтетического материала и прокатку через валки для равномерного распределения материала композиции. Рукав изготавливают определенной длины, соответствующей длине ремонтируемого участка трубопровода. Для пропитки рукава используют специальную мобильную установку.

Введение внутрь трубы рукава выполняют методом выворачивания, при этом рукав прижимается к стенкам трубы давлением воды (рисунок 4).

Полимеризация композиции происходит за счет нагрева воды, находящейся внутри рукава, до определенной температуры и выдержки в течение определенного времени.

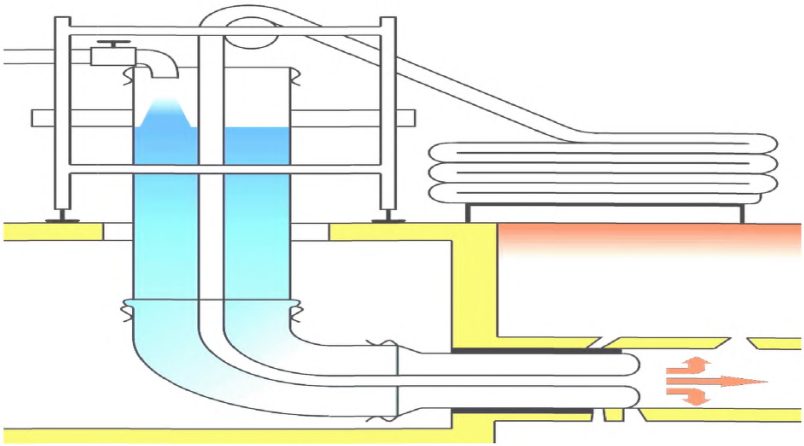


Рисунок 4 – Технология ремонта водопропускной трубы

Используют модульную водогрейную котельную. После процесса полимеризации внутри трубы образуется новая полимерная труба.

7.5 Санация водопропускных труб с использованием светополимерно-тканевого рукава

7.5.1 Способ [22] применяют для ремонта труб диаметром от 0,3 до 1,5 м с целью увеличить несущую способность ремонтируемой трубы до двух и более раз. Этот метод назначают при следующих дефектах и повреждениях:

- на стыках звеньев произошло выкрашивание и вымывание бетонного раствора;
- поверхность звеньев подвержена истираемости и шелушению;
- наблюдается оголение и коррозия рабочей арматуры;
- звенья средней части трубы имеют горизонтальные и вертикальные смещения до 0,15м;
- имеются продольные и радиальные трещины на звеньях с шириной раскрытия от 0,1 до 7 мм, сетка трещин;

- на стыках между звеньями видны размывы насыпи, отсутствует внешняя гидроизоляция;
- отклонение геометрического положения элементов грубы более чем на 3 % от диаметра трубы.

7.5.2 Используемые материалы и оборудование.

При ремонте используют светополимерно-тканевый рукав, полиэфирную фотоотверждаемую смолу, рулонную пленку, шнур из полиэстера, сшитый пенололиэтилен с клеящей поверхностью, трос, лебедку, заглушки. Комплекс оборудования для производства работ может быть смонтирован в контейнере, который перемещается с объекта на объект автомобилем. В состав комплекса входят: генератор электрического тока мощностью 32,9 кВт, нагнетатель воздуха (компрессор), источники ультрафиолетового излучения для трубопроводов диаметрами до 0,3, 0,5, 1,2 и 1,5 м, барабан со специальным кабелем длиной до 100 м, пульт управления барабаном и источниками ультрафиолетового излучения, электрическая лебедка с тяговым усилием 3600 кг и длиной троса от 100 до 500 м, термоустойчивые видеокамеры, набор заглушек разных диаметров (от 0,3 до 1,5 м), механизированные и ручные инструменты.

7.5.3 Технологические операции.

Работы начинают с протягивания шнура из полиэстера, с помощью которого протягивается трос лебедки. Лебедку устанавливают на входе или выходе водопропускной трубы, для защиты рукава от повреждений укладывают рулонную пленку (прилайнер), по которой протягивают светополимерно-тканевый рукав.

Пропитанный полиэфирной фотоотверждаемой смолой рукав (например, стекловолоконный рукав-чулок) помещают в старую трубу. Рукав на входе и выходе трубы укрепляют рукавом из джинсовой ткани. С обеих сторон рукава устанавливают заглушки для последующего нагнетания в рукав сжатого воздуха. После подачи сжатого воздуха рукав расправляется и принимает форму ремонтируемой трубы. После снижения давления в рукав

через заглушку вводится источник ультрафиолетового излучения и вновь поднимают давление. Продвижением источника излучения с заданной скоростью достигают затвердевания полиэфирной смолы и прочности поверхности. После завершения полимеризации удаляют крепления концов рукава, вытаскивают внутреннюю полиэтиленовую пленку. Ремонтируемый участок готов к дальнейшей эксплуатации.

В результате ремонтируемая труба получает новую внутреннюю оболочку, которая придает ей наряду с герметичностью более высокие прочностные характеристики. Существующая труба получает укрепление изнутри в виде гладких стенок, не подверженных обрастанию.

7.5.4. Преимущества ремонта водопропускных труб светополимерно-тканевым рукавом:

- применение данной технологии позволяет производить работы без закрытия движения транспортных средств и ограничения скоростного режима;
- решить задачу ремонта в «стесненных условиях»;
- в течение одного дня выполнить санацию водопропускной трубы светополимерным-тканевым рукавом;
- увеличение прочностных характеристик ремонтируемой водопропускной трубы;
- продление срока службы грубы до 50 лет (срок гарантии устанавливает производитель материала);
- устранение протечек;
- восстановление водопропускной способности трубы без уменьшения диаметра трубы;
- повышение коррозионной и химической стойкости ремонтируемой трубы;
- в дальнейшем после проведения ремонта трубы уменьшаются эксплуатационные затраты на текущее содержание, при этом исключается обслуживание внутренней поверхности трубы.

7.6 Ремонт водопропускной трубы плотно прилегающей трубой под воздействием пара

7.6.1 Метод назначают при следующих их дефектах и поврежденностях: нарушение гидроизоляции, отклонение геометрического положения элементов трубы более чем на 3 % от диаметра трубы.

7.6.2 Используемые материалы и оборудование.

При ремонте используют полиэтиленовую трубу, шнур из полиэстера, сшитый пенополиэтилен с клеющей поверхностью, трос, лебедку, заглушки, быстротвердеющую сухую смесь. Комплект оборудования может быть смонтирован в контейнере общим весом 5 т, который перемещается с объекта на объект автомобилем. В его состав входят установка производства и подачи пара, генератор электрического тока мощностью 30 кВА, ротационная воздуходувка, барабан со специальным кабелем длиной от 100 до 500 м, пульт управления барабаном, электрическая лебедка с тяговым усилием 3600 кг и длиной троса от 100 до 500 м, термоустойчивые видеокамеры, набор заглушек разных диаметров (от 0,5 до 1,5 м), механизированные и ручные инструменты. Звено рабочих состоит из трех человек, один из которых управляет работой всех механизмов комплексной установки.

7.6.3 Технологические операции. Способ заключается в протяжке полиэтиленовых труб наружного диаметра не меньшего, чем внутренний диаметр ремонтируемой трубы, с обжатием полиэтиленовой трубы термическим или термомеханическим способом. Во время экструзии полиэтиленовая круглая труба по всей длине складывается в U-образную форму. Поперечное сечение уменьшается до 35 %, и санирующая труба может свободно вставляться в ремонтируемую водопропускную трубу. Метод профилирования (технология «U-лайнер»/Compactpipe), изложенный, например в [24], заключается в протяжке профилированной трубы, поперечное сечение которой уменьшено за счет U-образной формы и которая после подачи пара под воздействием температуры и давления

восстанавливает свою первоначальную форму и обеспечивает прилегание полиэтиленовой трубы к внутренней поверхности поврежденной трубы.

7.7 Навивка лайнера внутри ремонтируемой трубы

7.7.1 Метод назначают при следующих их дефектах и поврежденностях: нарушение гидроизоляции, отклонение геометрического положения элементов трубы более чем на 3 % от диаметра трубы.

7.7.2 Используемые материалы и оборудование.

При ремонте используют спиральновитую намотку на основе полиэтилена, шнур из полиэстера, сшитый пенополиэтилен с клеющей поверхностью, трос, лебедку, заглушки, бетонную смесь, быстротвердеющую сухую смесь. Комплект оборудования для производства работ монтируется в контейнере весом 5 т, который перемещается автомобилем. В его состав входят навивочное оборудование, генератор электрического тока мощностью 30 кВА, ротационная воздуходувка, барабан со специальным кабелем длиной от 100 до 500 м, пульт управления барабаном, электрическая лебедка с тяговым усилием 3600 кг и длиной троса от 100 до 500 м, термоустойчивые видеокамеры, набор заглушек разных диаметров (от 0,5 до 1,5 м), механизированные и ручные инструменты. Звено рабочих состоит из трех человек, один из которых управляет работой всех механизмов комплексной установки.

7.7.3 Перед прокладкой внутри труб спиральновитых труб, изготавливаемых на строительной площадке или внутри ремонтируемой трубы и последующей сборкой соединений трубы, материалы проходят входной контроль качества, включающий в себя проверку сопроводительной документации; тщательный осмотр; выборочное измерение размеров; проверку на соответствие техническим условиям; проверку материалов на соответствие паспортам.

7.7.4 Технологические операции.

Применяют технологию бестраншейного ремонта труб диаметром от 1,0 до 5,5 м, круглого, прямоугольного, эллипсного и арочного сечений при

длине ремонтируемой трубы до 500 м методом санации спиральновитыми трубами. Производят навивку внутри ремонтируемой трубы лайнера с бетонированием пространства между навитым лайнером и ремонтируемой трубой. Навивочную машину располагают в полости существующей трубы. Профиль подают в машину от центра барабана. Затем машина поворачивается, перемещаясь вперед по ремонтируемой трубе, и спирально навивает профиль, образуя за собой трубу. При сборке соединений центрируют трубы по вертикали и горизонтали. Для центровки используют бруски или ролики.

7.7.5 При соединении труб по резьбе очищают соединяемые поверхности винтовых выступов (наружные и внутренние) от грязи, льда, песка, пыли и т.п. посторонних включений, используя при этом скребки, щетки, сухую ветошь и др. Во время проведения работ исключают попадание на соединяемые поверхности влаги, пыли, снега и т.п. природных составляющих. Рекомендуется работать под тентом.

7.7.6 При соединении (навинчивании) подготовленные к соединению трубы сдвигают торцами так, чтобы начало захода наружного выступа совпадало с впадиной между выступами на внутренней поверхности. Для придания необходимого монтажного усилия закручивание производят при помощи такелажных ремней и бруска, либо с применением средств малой механизации, например, при помощи ковша экскаватора. Могут быть подложены доски или ролики.

7.7.7 Необходимым условием, обеспечивающим надежную и качественную сборку соединения, является неподвижное закрепление одного из двух элементов соединения.

7.7.8 Сворачивание продолжают до полного (с усилием) смыкания торцов труб по всему наружному диаметру с минимально возможным зазором.

7.7.9 На этапе подготовительных работ производят механическую очистку свариваемых поверхностей с целью удаления остатков грязи, пыли и других механических примесей (металлическим скребком или циклей).

7.7.10 Перед обваркой наружного и внутреннего стыков рекомендуется произвести заполнение полого профиля трубы однородным материалом, например, физически сшитым пенополиэтиленом.

7.7.11 В случае обварки только наружной поверхности стыка, либо повреждения внутреннего стыкового шва рекомендуется разметить и вскрыть полый профиль на равноудаленном расстоянии от стыковочного узла (рисунок 5).

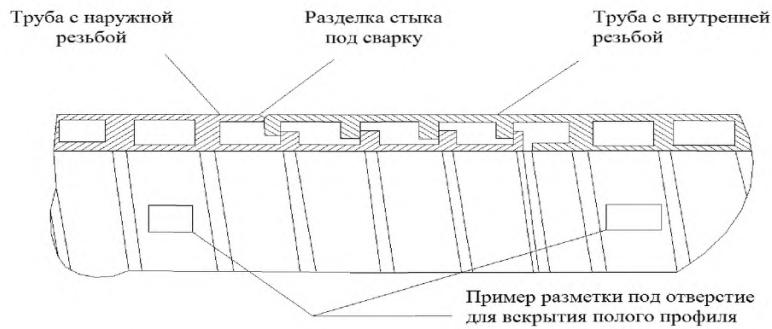


Рисунок 5 – Пример разметки под отверстие для вскрытия полого профиля

7.7.12 С помощью фрезы или других приспособлений в месте разметки вскрывают полый квадратный профиль труб. Отверстия прорезают только в наружной стенке профиля.

7.7.13 Из отверстий удаляют стружку, края зачищают механическим способом и прогревают электрофеном.

7.7.14 С помощью ручного экструдера скрытую полость заполняют расплавленной массой с наиболее возможным уплотнением. Сырье задают в соответствии материалу, из которого изготовлена труба. После остывания излишки массы удаляют с наружной поверхности трубы.

7.7.15 Подготавливают прилегающую к стыку поверхность трубы (убирают стружку, механическим способом зачищают поверхность трубы, отступая 30-50 мм от стыка).

7.7.16 Ручным экструдером производят обварку стыка по его окружности с предварительным прогревом свариваемых поверхностей. Готовый сварочный шов выравнивают и уплотняют, излишки массы удаляют.

7.7.17 Работы внутри трубы проводят бригадой, состоящей не менее чем из двух человек.

7.7.18 Торцы цилиндрической части трубы задают перпендикулярными (погрешность не более $\pm 0{,}5^{o}$) к продольной оси с круговым очертанием с овальностью не более допустимой.

7.7.19 Сварные швы выполняют в соответствии требованиям ГОСТ 16310.

7.7.20 Соединение выполняют непроницаемым для песка.

7.7.21 При работе с трубами, изготовленными из полиэтилена низкого и высокого давления (ПНД и ПВД), осуществляют их соединение с фасонными частями и между собой, используя метод контактно-стыковой сварки. Сварка производится встык или в раструб. Не допускается сварка между собой труб и фасонных частей из ПНД и ПВД.

7.8 Ремонт водопропускных труб на основе мастичных материалов и отвердевающих составов

7.8.1 Масляные пятна удаляют растворителем, наплывы бетона срубаются, трещины, сколы и впадины заделываются ремонтными смесями.

7.8.2 Подготовка поверхностей перед нанесением гидроизоляционного покрытия включает в себя абразивную или механическую обработку; обдув сжатым воздухом или уборка пыли промышленными пылесосами.

7.8.3 Абразивную обработку производят для очистки поверхностей от окислов и придания ей оптимальной шероховатости для максимальной

адгезии с композиционными материалами. Внимание обращают на очистку швов, раковин, кромок.

7.8.4 Требования к сжатому воздуху, предназначенному для абразивной обработки и окрашивания, выбирают в соответствии с ГОСТ 9.010. Компрессоры обеспечивают подачу сжатого воздуха для абразивной очистки в количестве минимум 9 $м^3$/мин. с давлением в сопле 0,7 МПа.

7.8.5 Количество слоев мастики или отвердевающего состава, наносимой на поверхность, определяют в зависимости от степени агрессивности окружающей среды. При небольшой и средней агрессивности среды внутри трубы ограничиваются устройством лотка из цементобетона или асфальтобетона, а по наружной поверхности устраивают грунтовочный слой и один слой мастики. В случае повышенной агрессивности с внутренней стороны трубы рекомендуется устраивать асфальтобетонный лоток (из литого асфальтобетона с применением полимерно-битумных вяжущих) и наносят по металлу один слой грунтовки и мастики, а по наружной — грунтовку и два слоя (по 2 мм) мастики.

7.8.6 Перед нанесением грунтовки поверхность трубы очищают от грязи, пыли, льда, масляных и нефтяных пятен. Грунтовки наносят по сухой поверхности ровным слоем без пропуска. Температура мастики задается в пределах от 160 до 180°С. Новый слой грунтовки укладывают по застывшей поверхности предыдущего. Мастику наносят не позднее, чем через сутки после устройства грунтовочного слоя. Работы выполняют при помощи распылителей.

7.9 Ремонт водопропускных труб с использованием стеклопластиковых водопропускных труб

7.9.1 Ремонт труб производится путем их санации с использованием стеклопластиковых труб внутри подлежащих ремонту, а также для их удлинения.

7.9.2 Проектная документация на ремонт труб с применением стеклопластиковых труб разрабатывается в соответствии требуемым

потребительским свойствам, в том числе по безопасности, надежности, долговечности, ремонтопригодности, а также экологическим, экономическим и эстетическим параметрам.

7.10 Применение геосинтетических материалов

7.10.1 При ремонте оголовков труб рекомендуется использование тонких габионов и слоев щебня толщиной до 15 см, омоноличенных полиуретаном в районе расположения труб.

7.11 Применение литого асфальтобетона

Применение литого асфальтобетона и горячих ремонтных мастик на основе полимерно-битумных вяжущих рекомендуется при мелком ремонте, а также при выравнивании нижнего контура внутри трубы. Литая асфальтобетонная смесь и мастика готовится по технологии [17].

8 Рекомендации по эксплуатации отремонтированных водопропускных труб с применением композиционных материалов

8.1 В целях определения долговечности отремонтированных труб, рекомендуется проведение мониторинга напряженно-деформированного состояния труб в течение 10 и более лет (до 20) специализированной организацией с накоплением и анализом информации.

8.2 На этапе эксплуатации обеспечивается беспрепятственное проведение профилактических работ и ремонтов.

8.3 Отремонтированная труба должна обеспечивать ремонтопригодность и возможность эффективного пропуска воды, в том числе:

1) очистки от мусора и посторонних объектов внутреннего пространства трубы;

2) удаления снежно-ледяных образований;

3) периодического осмотра целостности ее отдельных частей, соединительных узлов;

4) замены и мелкого ремонта поврежденных элементов;

5) своевременного осмотра антикоррозионного покрытия на конструкции или ее элементах, уход за ним и восстановления поврежденных участков посредством мелкого ремонта;

6) очистки ледяных наростов; удаление ледяных наростов следующими способами: химическим (плавление); механическим (прочистка доступных мест способ удаления мусора механизированным или ручным способом); гидродинамическим (промывка системы струей воды под высоким давлением); термическим (разогрев и удаление).

9 Проверка соответствия

9.1 Основные требования к качеству ремонта трубы подтверждают достоверными данными обследований, которые используются в проекте и строительном производстве, а также техническими и технологическими решениями, обоснованными расчетами, применением качественных материалов, квалифицированными действиями строителей, а также мониторингом при ремонте и эксплуатации водопропускных сооружений.

9.2 Экономичность ремонта трубы подтверждается меньшими строительными затратами и приведенными строительно-эксплуатационными расходами в сравнении с альтернативными техническими решениями.

9.3 Экологичность обеспечивается возможностью выполнения требований и мероприятий по охране окружающей среды без ущерба для безопасности и надежности водопропускного сооружения в процессе его строительства и эксплуатации. Исключаются заболачивание, подтопление и размывы на прилегающей территории, а также ущерб флоре и фауне.

9.4 Обеспечение потребительских свойств по экономичности, экологичности и эстетичности водопропускных труб на автомобильных дорогах предусматривается в проектной документации и подлежит оценке

соответствия при приемке в эксплуатацию в соответствии с порядком, установленным в техническом регламенте Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» для этапов изыскания и проектирования, а также сертификации по схемам сертификации 1с и 3с.

9.4 Система контроля качества ремонта труб обеспечивает 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, приемочный контроль, технологические регламенты перевозки, складирования и монтажа, а также своевременности ведения технического надзора за сооружением грунтовой засыпки.

9.5 Конструкционные изделия, представляющие собой трубы дорожные водопропускные, подпадают под действие Перечня изделий, подлежащих подтверждению соответствия в форме сертификации в соответствии с техническим регламентом Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог».

9.6 Изделия, включенные в Перечень, приведенный в приложении 2 к техническому регламенту Таможенного союза, подлежат подтверждению соответствия в форме сертификации (схема 1с, 3с).

Сертификация изделий проводится аккредитованным органом по сертификации (оценке (подтверждению) соответствия), включенным в Единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза.

10 Контроль качества при ремонте водопропускных труб с использованием композиционных материалов

10.1 В процессе эксплуатации допускаются деформации формы (эллипсовидность, продольный изгиб), не приводящие к образованию трещин или смятий внутренней поверхности.

10.2 Оценку дефектов и накопленных поврежденностей труб проводят согласно перечню возможных дефектов внешних поверхностей труб и рекомендации по их устранению и отбраковке, приведенного в приложении В ГОСТ Р 54560.

10.3 Контроль качества работ состоит в систематической проверке качества применяемых дорожных материалов, приготовления смесей, соблюдении технологии производства работ. Все контрольные работы выполняют в строгом соответствии с методами испытаний, изложенными в соответствующих технических документах.

10.4 При телеинспекции определяют качество внутренней поверхности отремонтированной трубы. Результаты документируют для приложения к акту приема-передачи и передачи заказчику.

10.5 В процессе производства работ осуществляют операционный контроль процессов приготовления и укладки материалов. Особое внимание рекомендуется уделять тщательности сопряжения технологических швов и однородности структуры поверхности.

10.6 Рекомендуется показатели однородности оценивать на основе оценки коэффициента вариации числового ряда результатов обработки цифровых изображений, полученных с помощью цифрового микроскопа.

10.7 Значения измеренного показателя однородности выбирают не ниже значений, указанных в проектной документации.

10.8 Разрешается осуществлять приемку отдельными участками, расположение и протяжение которых устанавливается Заказчиком по согласованию со строительной организацией.

10.9 Оценку качества ремонта трубы производят после проведения ремонтных работ. На эксплуатируемых автомобильных дорогах не реже чем один раз в три года оценивают изменения однородности внутренней поверхности отремонтированной трубы.

10.10 Маркировка представляемых для санации поврежденных труб изделия в виде труб и муфты включает условное обозначение трубы или

муфты; кольцевую маркировочную линию, необходимую для контроля правильности монтажа муфтового соединения.

10.11 На наружных, внутренних и торцевых поверхностях труб, а также на калиброванных под муфтовое соединение поверхностях труб и муфт не допускаются расслоения, выходы стекловолокна, посторонние включения.

10.12 Показатели качества ремонтных работ:

1) Коэффициент вариации выходных показателей качества по диаметру трубы ограничивают величиной 0,2. Оценка коэффициента вариации может производиться по данным, полученным на основе изображений с цифрового микроскопа с увеличением не менее 100х.

2) Обеспечивают отсутствие застойных зон для воды по дну водопропускной трубы.

3) Не допускают наличия трещин, вмятин, протечек после ремонта трубы.

4) Для показателей дна отремонтированной трубы обеспечивают продольный уклон не менее 5 ‰ и в исключительных случаях - не менее 3 ‰.

10.13 Трубу следует испытывать на герметичность до заполнения пространства между ремонтируемой и санирующей трубой цементным составом и после заполнения. Способ испытания трубопровода устанавливается проектной документацией.

10.14 Приемочный контроль труб осуществляют по показателям и критериям, включая:

- трубы: внешний вид и качество поверхности; допуски к номинальным размерам и форме; водонепроницаемость соединений элементов трубы.
- материалы: водопоглощение; морозостойкость (устойчивость к попеременному замораживанию и оттаиванию в соляном растворе); прочность на растяжение при изгибе; прочность на сжатие; водонепроницаемость материала; истираемость; пожаробезопасность.

10.15 Контроль осуществляют отдельно по каждому оцениваемому показателю, как правило, на основе испытаний образцов, полученных из конструкции, посредством статистической выборки.

10.16 Результаты контроля документируют и оформляют в виде протоколов испытаний.

10.17 Все применяемые при производстве измерений и испытаний контрольное оборудование и приборы должны иметь соответствующее метрологическое обеспечение.

11 Испытание

11.1 Испытания

Испытания композиционных материалов проводят согласно ГОСТ 9.708, ГОСТ 4647, ГОСТ 4648, ГОСТ 9550, ГОСТ 11262, ГОСТ 1202, ГОСТ 15173, ГОСТ 15139, ГОСТ 16783 и [14].

11.2 Визуальный осмотр, линейные и угловые измерения

11.2.1 Проверка формы, качества поверхности и размеров труб проводится внешним осмотром и с помощью средств измерения, обеспечивающих требуемую точность (погрешность) измерения.

11.2.2 Контроль толщины осуществляют при помощи штангенциркуля. Контроль производится на расстоянии 25-30 мм от края каждой из сторон трубы.

11.2.3 Проверку показателей внешнего вида проводят визуальным осмотром водоотводов без увеличительных приборов при дневном или искусственным рассеянном свете, расстояние от наблюдателя до отремонтированной поверхности задают от 0,4 до 0,5 м.

11.2.4 Размеры труб и конструктивных элементов следует измерять с погрешностью до 1,0 мм, если не было установлено ничего иного.

11.2.5 Требования к средствам линейных и угловых измерений.

11.2.6 Линейка измерительная с погрешностью измерения 0,5 мм или другой измерительный инструмент, обеспечивающий аналогичную точность.

11.2.7 Угольник поверочный 90° с погрешностью измерения 0,5 мм, с длиной катетов не менее 200 мм и 300 мм.

11.2.8 Щуп клиновой с погрешностью измерений 0,5 мм.

11.2.9 Поверочная линейка или рулетка. Длину поверочной линейки (рулетки) устанавливают не менее длины элемента водопропускной трубы, для измерений которого она применяется.

11.2.10 Рекомендуется применение металлической щетки для удаления заусенцев и очистки поверхности элемента трубы, на котором проводятся измерения.

11.2 Водонепроницаемость

11.2.1 Гидравлические испытания проводят не ранее, чем через 24 часа после ремонта. Порядок гидравлических испытаний устанавливается действующими нормативными документами. При испытании в местах соединения и на трубе не допускают наличия видимых неплотностей. Изготовитель приводит в руководстве по установке конструктивное исполнение герметизирующего соединения.

11.2.2 При гидравлических испытаниях на наружных, внутренних и торцевых поверхностях труб, а также на калиброванных под муфтовое соединение поверхностях труб и муфт не допускают расслоений, выходов стекловолокна, посторонние включения.

11.2.3 Перед гидравлическими испытаниями на торцах и фасках труб, в канавках муфты и на калиброванное под муфтовое соединение поверхностях труб и муфт выполняют ламинирование полиэфирной смолой или наносят защитный слой.

12 Пожаробезопасность

12.1 Применяют несгораемые и/или трудносгораемые композиционные материалы.

12.2 Класс пожарной опасности труб из композиционных материалов ограничивают К1 по ГОСТ 12.1.004 и К1(45) по ГОСТ 30403. Предел

огнестойкости труб из композиционных материалов ограничивают RE 60 по ГОСТ 30247.0.

12.3 Рекомендуется задавать характеристики пожарной опасности композиционных материалов, составляющих конструктивные элементы труб, не менее: Г2 по ГОСТ 30244 – для горючести; В2 по ГОСТ 30402 – для воспламеняемости.

12.4 Испытания на пожаробезопасность проводятся в соответствии с ГОСТ 30402.

13 Охрана труда и техника безопасности

13.1 Безопасные методы ведения работ при ремонте труб из композиционных материалов регламентируются ГОСТ 12.0.004 и [8].

13.2 При выполнении работ по устройству труб из композиционных материалов соблюдают правила безопасности и противопожарной охраны при производстве строительных работ согласно [7, 13].

13.3 В процессе ведения строительно-монтажных работ соблюдают требования по безопасности труда в строительстве и требования ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.4.011, ГОСТ 12.4.068, ГОСТ 15150.

14 Охрана окружающей среды

14.1 На территории объекта выделяют места складирования материалов и стоянки термосов-бункеров.

14.2 Отходы труб из композиционных материалов относятся к 5 классу опасности и их утилизируют в специально отведенных местах.

14.3 Песок и купершлак запрещается сбрасывать в воду.

14.4 Категорически запрещается слив в реки, водоемы, канализацию остатков от мытья тары, растворителя, компонентов полиуретана и полимочевины, эпоксидных смол, битумных отходов.

14.5 Производство ремонтных работ в пределах охранных, заповедных и санитарных зон и территорий осуществляют в порядке, установленном специальными правилами и положениями о них.

14.6 При выполнении работ соблюдают гигиенические требования безопасности к полимерным и полимер-содержащим строительным материалам, изделиям и конструкциям [15].

Библиография

1. Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог».

2. Федеральный Закон № 384-ФЗ «Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений».

3. СП 28.13330.2012 СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.

4. СП 40-102-2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов.

5. СП 46.13330.2012 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91.

6. СП 48.13330.2011 СНиП 12-01-2004 Организация строительства.

7. СП 49.13330.2010 СНиП 12.03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

8. СНиП III-4-80 Техника безопасности в строительстве.

9. СНиП 2.05.03-84 Мосты и трубы.

10. СНиП 3.05.01.84 Мосты и трубы.

11. СНиП 3.05.04-85* Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.

12. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.

13. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

14. СНиП 23-01-99 Строительная климатология.

15. СанПиН 2.1.2.729-99 Полимерные и полимеро-содержащие строительные материалы, изделия и конструкции. Гигиенические требования безопасности.

16. ОДН 218.049-02 Правила применения геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

17. ОДМ Рекомендации по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью (взамен 38-90), 2004.

18. Методические рекомендации по применению водопропускных спиральновитых полиэтиленовых труб на федеральных автомобильных дорогах. ФГУП «РОСДОРНИИ», 2010.

19. Технические спецификации на виды работ при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений на них / Федеральное дорожное агентство, ГП «РОСДОРНИИ». - М., 2001.

20. Стандарт Национального объединения строителей Автомобильные дороги. Устройство, реконструкция и капитальный ремонт водопропускных труб. Часть 2. Трубы из композиционных материалов. Устройство и реконструкция, 2013.

21. Технические рекомендации по проектированию и монтажу подземных сетей водоотведения из витых с полой стенкой полиэтиленовых труб. - М. : ООО «Бородино-Пласт», 2004.

22. СТО 58748660-02-2010 Санация водопропускных труб на автомобильных дорогах фотоотверждаемым полимерно-тканевым рукавом (лайнером) ООО «ФСК «МГЦ».

23. СТО 59589554-005-2012 Стеклопластиковые водопропускные трубы под насыпями автомобильных и железных дорог. Требования и область применения. Технические условия.

24. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб. Реконструкция стальных изношенных газопроводов.

ОКС 93.080

Ключевые слова: водопропускные трубы, композиты, материалы, технологии, устройство, реконструкция, оголовки, ремонт, санация, инновации, спирально-витые трубы, герметизирующие ленты, сшитый пенополиэтилен, коэффициент вариации, контроль качества, автомобильные дороги, физически сшитый полиэтилен.

gost.e-ecolog.ru