ОДМ 218.2.059-2015

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НА МОСТАХ, ПУТЕПРОВОДАХ И ТОННЕЛЯХ ПЕШЕХОДНЫХ НАСТИЛОВ (ТРОТУАРОВ) ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНСТВО

(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2017

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, к.т.н. А.С. Бейвель.

2 ВНЕСЕН Управлением проектирования и строительства автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 04.04.2017 № 588-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Термины и определения 5

4 Основные положения 6

5 Конструктивно-технологические требования, предъявляемые к настилам из полимерных композиционных материалов 8

6 Рекомендации по проектированию пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов 18

7 Контроль качества пешеходных настилов из полимерных композитов по приемо-сдаточным испытаниям 22

8 Методы контроля и испытаний 27

9 Требования при транспортировании, хранении и монтаже 28

10 Рекомендации по ремонту и содержанию пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов 29

11 Требования безопасности и охраны окружающей среды 32

Приложение А (справочное) Значения физико-механических характеристик полимерных композиционных материалов 34

Приложение Б (рекомендуемое) Метод определения морозостойкости 37

Приложение В (рекомендуемое) Метод определения влагостойкости 38

Приложение Г (рекомендуемое) Метод определения термостойкости 39

Приложение Д (рекомендуемое) Метод определения стойкости к климатическому старению 40

Приложение Е (рекомендуемое) Метод определения стойкости к ползучести 42

Приложение Ж (рекомендуемое) Метод определения предела выносливости при циклическом нагружении.....43

Приложение И (рекомендуемое) Расчет конструкций пешеходных настилов из полимерных композитов.....47

Приложение К (рекомендуемое) Методика расчета экономической эффективности применения пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов на мостовых сооружениях и в тоннелях.....54

Библиография 61

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендации по применению на мостах, путепроводах и в тоннелях пешеходных настилов (тротуаров) из композиционных материалов

1 Область применения

Настоящий отраслевой дорожный методический документ содержит рекомендации на проектирование, строительство и ремонт пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов на мостовых сооружениях и в тоннелях на автомобильных дорогах всех категорий в различных дорожно-климатических зонах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

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 9.719-94	Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы испытаний на старение при воздействии влажного тепла, водяного и соляного тумана
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 25.601-80	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах
ГОСТ 25.602-80	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на сжатие при нормальной, повышенной и пониженной температурах
ГОСТ 25.604-82	Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на изгиб при нормальной, повышенной и пониженной температурах
ГОСТ 166-89 СТ СЭВ 704-77 - СТ СЭВ 707-77; СТ СЭВ 1309-78, ИСО 3599-76)	Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 4648-2014 (ISO 178:2010)	Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб
ГОСТ 4650-2014 (ISO 62:2008)	Пластмассы. Методы определения водопоглощения
ГОСТ 4651-2014 (ISO 604:2002)	Пластмассы. Метод испытания на сжатие
ГОСТ 7661-67	Глубиномеры индикаторные. Технические условия
ГОСТ 8829-94	Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости
ГОСТ 10060-2012	Бетоны. Методы определения морозостойкости
ГОСТ 13087-81	Бетоны. Методы определения истираемости
ГОСТ 14359-69	Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования

ГОСТ 15139-69 (СТ СЭВ 891-78)	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 16782-92 (ИСО 974-80)	Пластмассы. Метод определения температуры хрупкости при ударе
ГОСТ 23630.2-79 (ИСО 974-80)	Пластмассы. Метод определения теплопроводности
ГОСТ 24451-80	Тоннели автодорожные. Габариты приближений строений и оборудования
ГОСТ 26433.1-89	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления
ГОСТ 27751-2014	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения
ГОСТ 30244-94	Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть
ГОСТ 30247.0-94	Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования
ГОСТ 30402-96	Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость
ГОСТ 32618.2-2014	Пластмассы. Термомеханический анализ (ТМА). Часть 2. Определение коэффициента линейного теплового расширения и температуры стеклования
ГОСТ 32656-2014 (ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009)	Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытания на растяжение
ГОСТ 32657-2014 (ISO 75-1:2004, ISO 75-3:2004)	Композиты полимерные. Методы испытаний. Определение температуры изгиба под нагрузкой
ГОСТ 32658-2014 (ISO 14129:1997)	Композиты полимерные. Определение механических характеристик при сдвиге в плоскости армирования методом испытания на растяжение под углом ±45 град

ГОСТ 32659-2014 (ISO 14130:1997)	Композиты полимерные. Методы испытаний. Определение кажущегося предела прочности при межслойном сдвиге методом испытания короткой балки
ГОСТ Р 15.201-2000	Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство
ГОСТ Р 50597-93	Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения
ГОСТ Р 54928-2012	Пешеходные мосты и путепроводы из полимерных композитов
СНиП 12-03-2001	Безопасность труда в строительстве. Часть1. Общие требования
СП 28.13330.2012	Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85
СП 35.13330.2011	Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84*
СП 122.13330.2012	Тоннели железнодорожные и автодорожные. Актуализированная редакция СНиП 32-04-97

Примечание – При пользовании настоящим стандартом 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 настоящем ОДМ 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 ее отверждения с целью модификации физико-механических свойств композита или для снижения себестоимости конечной продукции.

3.4 **армирующий наполнитель:** Наполнитель, предназначенный для восприятия растягивающих 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 **композитный настил:** Несущая конструкция из композиционных материалов в составе инженерного сооружения, по которой осуществляется движение пешеходов.

Примечание – Пешеходный настил является конструктивным элементом тротуара или служебного прохода, по которому осуществляется движение пешеходов или служебного персонала.

3.7 **композитный решетчатый настил:** Настил композитный, состоящий из системы объединенных между собой продольных и поперечных вертикальных ребер.

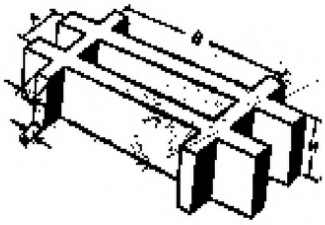
3.8 **композитный сплошной настил:** Настил композитный, содержащий плиту прохожей части, подкрепленную вертикальными ребрами.

3.9 **композитный профиль:** Линейное профильное изделие из полимерного композита, имеющее постоянное поперечное сечение.

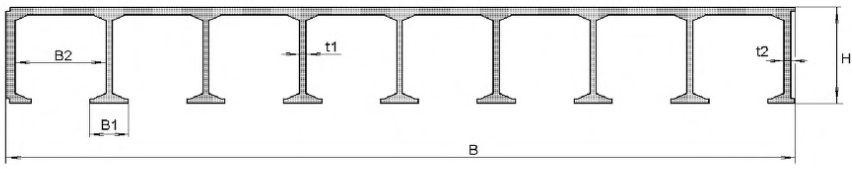
3.10 **композитный многослойный настил:** настил композитный, содержащий выполненные из ламината две наружные пластины (верхняя пластина является плитой прохожей части), подкреплённые поперечными и продольными рёбрами, а также заполнитель, при этом рёбра и заполнитель размещены во внутреннем пространстве между наружными пластинами, а заполнитель занимает весь свободный объём указанного внутреннего пространства.

4 Основные положения

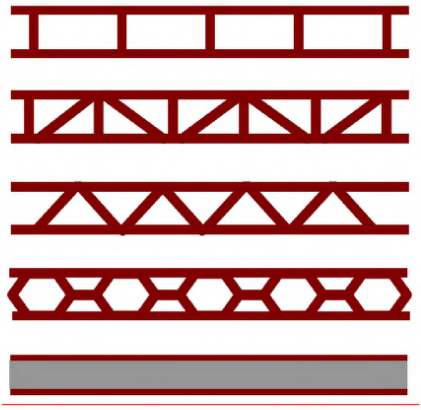
4.1 По конструктивному исполнению пешеходные настилы подразделяют на решетчатые и сплошные, в т.ч. многослойные (рисунок 1).



а)



б)



в)

а – решетчатые; б – сплошные; в – многослойные

Рисунок 1 – Примеры поперечных сечений секций настилов

4.2 Пешеходные настилы из ПКМ сооружают как из отдельных сборных композитных профилей, так из цельных блоков заводского изготовления.

4.3 Проектирование настилов из полимерных композиционных материалов на мостовых сооружениях и в тоннелях следует выполнять с учетом обеспечения основных потребительских свойств грузоподъёмности, долговечности, комфортности передвижения (жёсткости настилов), а также пожаробезопасности и ремонтопригодности.

4.4 Настилы из ПКМ проектируют с учетом беспрепятственного проведение профилактических и восстановительных работ по поддержанию требуемого уровня их функциональной надежности.

4.5 Экономическая эффективность применения на мостовых сооружениях и тоннелях настилов из полимерных композиционных материалов должна подтверждаться меньшими строительными и приведенными эксплуатационными затратами по сравнению с настилами из традиционных материалов.

5 Конструктивно-технологические требования, предъявляемые к настилам из полимерных композиционных материалов

5.1 Общие требования

5.1.1 Конструкции пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов должны соответствовать требованиям ГОСТ 27751 в части их надежности в процессе возведения и эксплуатации, в том числе, с учетом особых воздействий (в т.ч. открытого огня) и изменений свойств полимерного композита секций настилов во времени, ГОСТ Р 54928, настоящих рекомендаций и изготавливаться в соответствии с утвержденной в установленном порядке технологической документацией, которая должна содержать пооперационную карту производства работ и карту контроля параметров технологического процесса производства.

5.1.2 Конструкции пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов должны соответствовать требованиям к пределам огнестойкости строительных конструкций, которые устанавливаются проектом, исходя из обеспечения безопасной эвакуации людей. Предел огнестойкости настилов из полимерных композиционных материалов определяется по ГОСТ 30247.0.

5.2 Требования к материалам

5.2.1 Сырье, для производства композитных настилов должно соответствовать требованиям технологической документации на продукцию, утвержденной в установленном порядке. Качество сырья должно быть подтверждено соответствующими документами о качестве и контролироваться при входном контроле в соответствии с методикой предприятия – изготовителя.

5.2.2 Физико - механические характеристики полимерных композитов, для настилов, устанавливаемые по таблице 1, должны соответствовать требованиям действующих государственных и межгосударственных нормативных документов и гарантироваться заводом – изготовителем.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики полимерных композитов настилов и методы их определения

Характеристики	Метод определения
Механические характеристики	
Прочность при растяжении в направлении 0° и 90°	ГОСТ 32656
Напряжение при сжатии в направлениях 0° и 90°	ГОСТ 4651
Напряжение при изгибе в направлениях 0° и 90°	ГОСТ 4648
Временное сопротивление при межслойном сдвиге (в т.ч. в расчетах на касательные напряжения и смятие)	ГОСТ 32659
Модуль упругости при растяжении в направлениях 0° и 90°	ГОСТ 32656
Модуль сдвига	ГОСТ 32658
Модуль упругости при сжатии и коэффициент Пуассона в направлениях 0° и 90°	ГОСТ 25.602
Физико- механические характеристики	
Плотность	ГОСТ 15139
Водопоглощение	ГОСТ 4650
Коэффициент теплопроводности	ГОСТ 23630.2
Коэффициент линейного теплового расширения и температура стеклования	ГОСТ 32618.2
Температура упругой деформации	ГОСТ 25.604 с учетом ГОСТ 32657
Температура хрупкости	ГОСТ 16782

5.2.3 Допускается при проектировании использовать значения физико-механических характеристик полимерных композитов по приложении А с последующим подтверждением заводом – изготовителем проектных данных.

5.2.4 Полимерные композиционные материалы, применяемые при изготовлении пешеходных настилов, должны удовлетворять требованиям к внешним воздействиям по морозостойкости, водонепроницаемости, влагостойкости, термостойкости и стойкости к климатическому старению, стойкости к циклическому нагружению (выносливости) и ползучести в соответствии с положениями ГОСТ Р 54928.

5.2.5 Требования по морозостойкости и водонепроницаемости полимерных композитов, применяемых для настилов, должны соответствовать требованиям, предъявляемых к бетону для аналогичных железобетонных конструкций, по СП 35.13330.

5.2.6 Показатели морозостойкости полимерных композитов должны соответствовать марке бетона по морозостойкости не ниже F300 (в солях).

5.2.7 Водонепроницаемость полимерных композитов должна соответствовать марке бетона по водонепроницаемости не ниже W8.

Для обеспечения соответствия характеристик полимерного композита характеристикам бетона по водонепроницаемости марки не ниже W8, водопоглощение полимерного композита, % по массе, должно быть не более 0,5 по ГОСТ 4650, метод А.

5.2.8 Истираемость рабочих поверхностей секций настилов, образующих полотно прохожей части, должна быть не более 10,0 мм^3/м по ГОСТ 13087.

5.2.9 Морозостойкость, влагостойкость, термостойкость, стойкость к климатическому старению, стойкость к циклическому нагружению полимерного композита секций настилов характеризуются коэффициентами сохранения свойств, значения которых определяют по изменению пределов прочности при растяжении и сжатии после окончания приложения воздействия, ползучесть – по изменению модуля упругости при растяжении после воздействия.

Коэффициенты надежности композиционных материалов устанавливаются на заводе-изготовителе и подтверждаются проведением испытаний в соответствии с методиками, приведенными в таблице 2.

Таблица 2 – Методы определения значений коэффициентов надежности по материалу при испытаниях на растяжение и сжатие в направлениях 0° и 90°

Номер свойства	Характеристика сопротивления воздействию	Метод определения внешнего воздействия
1	Морозостойкость	Марка F 300 в солях, приложение Б
2	Влагостойкость	приложение В
3	Термостойкость	приложение Г
4	Климатическое старение	приложение Д
5	Ползучесть	приложение Е
6	Усталость	приложение Ж

5.2.10 При проектировании рекомендуется использовать значения коэффициентов надежности согласно таблице 3.

Таблица 3 – Рекомендуемые значения коэффициентов надежности по материалу при испытаниях на растяжение и сжатие в направлениях 0° и 90°

Номер свойства	Характеристика сопротивления воздействию	Рекомендуемое значение коэффициента надежности
1	Морозостойкость	$K_1 = 1,1$
2	Влагостойкость	$K_2 = 1,3$
3	Термостойкость	$K_3 = 1,2$
4	Климатическое старение	$K_4 = 1,3$
5	Ползучесть	$K_5 = 1,37 – 2,50$ (ср. значение 1,66)
6	Усталость	$K_6 = 1,1$
Примечание – Коэффициенты надежности по материалу могут быть изменены заводом-изготовителем при подтверждении протоколом испытания данного материала.		

5.2.11 Значения характеристик пожарной опасности полимерных композитов пешеходных настилов должны быть не менее:

- Г2 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.

5.2.12 Мероприятия по защите от биоповреждений конструкций из композиционных материалов должны разрабатываться специализированными организациями. В случае потребности в указанных мероприятиях способ такой защиты назначается согласно указаниям СП 28.13330 (п. 5.3).

5.2.13 Для обеспечения стойкости рабочих поверхностей секций настилов к внешним, в том числе различным механическим воздействиям, допускается устраивать дополнительное защитное покрытие.

5.3 Требования к условиям эксплуатации

5.3.1 Расчетные сроки эксплуатации пешеходных настилов из ПКМ устанавливаются с учетом местных условий эксплуатации сооружения и технико-экономического обоснования.

5.3.2 Рекомендуемые основные условия эксплуатации пешеходных настилов из ПКМ следующие:

- интервал температур окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 60°С;
- географический район с сейсмичностью до 9 баллов;
- зона влажности от сухой до влажной по СП 50.13330;
- степень агрессивности среды не более чем «слабоагрессивная» по СП 28.13330.

5.4 Конструктивные требования и рекомендуемые в качестве типовых конструкции пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов.

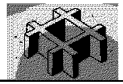
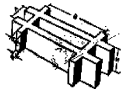
5.4.1 Габаритные размеры пешеходных настилов должны обеспечивать требуемую пропускную способность согласно СП 35.13330 и СП 122.13330.

5.4.2 Решетчатые пешеходные настилы из полимерных композитов

5.4.2.1 Основные геометрические характеристики рекомендуемых типовых решетчатых пешеходных настилов, приведены в таблице 4.

5.4.2.2 Для маркировки решетчатого пешеходного настила используются основные геометрические размеры сечения: размер вспомогательной ячейки (если она имеется), размер основной ячейки, общая толщина настила. Например, настил типа 19х38х30 мм имеет вспомогательные ячейки размером в плане 19х19 мм, основные ячейки 38х38 мм, общая толщина 30 мм.

Таблица 4 – Рекомендуемые типовые размеры решетчатых пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов

Тип ячеек и типоразмеры настила	Толщина, Н, мм	Размер ячеек, АхВ, мм	Толщины ребер, t_1xt_2, мм	Размеры, мм	Открытая площадь, %	Общая площадь, м^2
Квадратные ячейки  38х38х13, 38х38х26, 38х38х30, 38х38х38, 50х50х50, 51х51х51	13, 26, 30, 38	38х38	5,8…7,0х5,0	997х2026… 1530х3969	60-78	2,0199-6,0725
	50	50х50	8,0х5,0	1226х3055… 1226х3666	78	4,4945-3,7454
	51	51х51	8,0х5,0	1219х3658	72	4,459
19х38х30, 19х38х38	30, 38	19х19*	5,8х5,0	1000х1990… 1000х2980	48	1,99…2,98
Квадратные мини-ячейки 	30-38	8х8…20х20	6,5х5,0…7,0х5,0	1000х3000…1000 х4083	32…81	3,00-6,251
Прямоугольные ячейки 	25-120	25,4х97,6…18 6,5х298,5	6,5х5,0…8,5х6,0	921х3055…1500х 4190	38-87	2,8136-6,285

5.4.2.3 Предельные отклонения от проектных размеров решетчатых пешеходных настилов по длине, ширине и толщине настила не должны превышать следующих значений:

- по длине ± 2 мм;
- по ширине ± 1 мм;
- по толщине ± 2 мм.

Разность длин диагоналей настила не должна превышать 2 мм.

Отклонение от прямолинейности кромок настила не должно превышать 1 мм на 1 м его длины.

5.4.3 Сплошные пешеходные настилы из полимерных композитов

5.4.3.1 Конструкция сплошных настилов в поперечном разрезе может быть представлена различными сечениями, в том числе в виде сэндвич-конструкции.

5.4.3.2 Основные геометрические характеристики рекомендуемых сплошных пешеходных настилов из полимерных композитов приведены в таблице 5. Допустимые отклонения от данных размеров в таблице 6.

5.4.3.3 Разность длин диагоналей секций сплошных пешеходных настилов не должна превышать 2 мм. Отклонение от прямолинейности кромок секций сплошных пешеходных настилов не должно превышать 1 мм на 1 м его длины.

Таблица 5 – Типоразмеры поперечного сечения сплошных пешеходных настилов из полимерных композитов

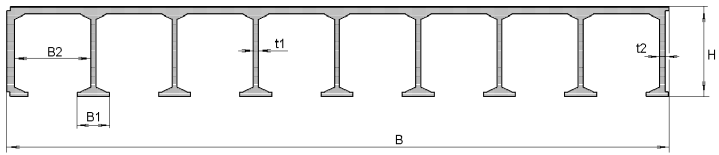
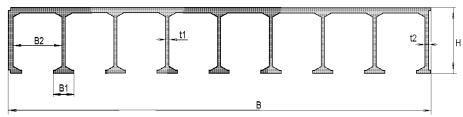
Тип сечения	Номинальные размеры, мм		
	B	H	t
	$B / B_1 / B_2$	H	t_1 / t_2
	B = 380 B_1= 15 B_2= 46,5	40	5 / 5
	B = 300 B_1= 30 B_2= 45	40	5 / 5
	B = 500 B_1= 22,5 B_2= 45,75	40	3,5 / 6
	B = 500 B_1= 30 B_2= 57,5	40	3,5 / 6

Таблица 6 – Допуски геометрических размеров поперечного сечения сплошных пешеходных настилов из полимерных композитов

Тип сечения	Предельные отклонения, мм	
	B	H
	±0,35	±0,30

6 Рекомендации по проектированию пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов

6.1 Положения по проектированию тротуаров (служебных проходов) в части назначения их геометрических размеров распространяются на пешеходные настилы из полимерных композитов.

6.2 Проектирование настилов из полимерных композитов на мостовых сооружениях и в тоннелях осуществляется в соответствии с действующими государственными актами, нормативными документами в данной области, в том числе СП 35.13330, СП 122.13330, ГОСТ 24451, СТО НОСТРОЙ 2.29.112 [1], а также с учетом положений настоящих Рекомендаций.

6.3 Воздействие коррозионно-активных веществ может существенно сказаться на проектном периоде эксплуатации мостовых сооружений и тоннелей в сторону уменьшения срока их службы. Для его продления, при соответствующем обосновании, следует применять пешеходные настилы из ПКМ.

6.4 Ширина служебных проходов и тротуаров на мостовых сооружениях назначается в соответствии с требованиями СП.35.13330.

6.5 Ширина служебных проходов и тротуаров автодорожных тоннелей назначается в соответствии с требованиями ГОСТ 24451.

6.6 Рекомендуемый прогиб секций пешеходных настилов от нормативных временных и постоянных нагрузок в течение всего периода эксплуатации секций настилов не должен превышать 1/400 длины пролета настила.

6.7 Допускается пешеходным настилам задавать строительный подъем, компенсирующий вертикальные деформации пролетного строения от постоянной нагрузки, превышающей величину 1/1000 длины пролета.

6.8 Узлы объединения конструктивных элементов пешеходных настилов из полимерных композитов

6.8.1 Сборные секции сплошных пешеходных настилов рекомендуется объединять между собой шпоночными соединениями «выступ-паз», расположенными на смежных боковых продольных плоскостях секций настилов.

6.8.2 Допускается объединение смежных секций сплошных пешеходных настилов с использованием болтовых соединений и накладок.

6.8.3 Соединение пешеходного настила с несущими конструкциями мостовых сооружений и тоннелей рекомендуется выполнять с помощью болтов, в том числе, с применением оцинкованной или нержавеющей стали, в зависимости от степени агрессивного воздействия окружающей среды.

6.8.4 Болто-фрикционные соединения следует проектировать с использованием шайб, обеспечивающих распределение давления от напрягаемого крепежного элемента по поверхности соединяемых элементов. Допускается болтовые соединения дублировать хомутами.

6.8.5 Диаметр невысокопрочных болтов не должен быть менее 6 мм. Диаметр отверстий под такие болты следует назначать с условием обеспечения плотного прилегания болта к поверхности отверстия в стыкуемых элементах по всему периметру отверстия.

6.8.6 Следует избегать касания резьбой болта поверхности отверстия. С этой целью допускается устанавливать втулку в отверстие, при этом внешний диаметр втулки должен быть равным диаметру отверстия. Длина втулки в соединениях на невысокопрочных болтах назначается не более толщины пакета соединения.

6.9 Основные положения по расчету пешеходных настилов из полимерных композитов

6.9.1 При отсутствии в действующий сводах правил положений о правилах расчета конструкций из полимерных композиционных материалов расчет пешеходных настилов допускается выполнять на действие постоянных нагрузок и неблагоприятных сочетаний временных нагрузок по предельным состояниям в соответствии с требованиями СП 35.13330, а также ГОСТ Р 54928, ГОСТ 27751, или иными обоснованными методическими положениями, когда такие положения адекватно учитывают работу рассматриваемого композитного конструктивного элемента с обязательным наличием технического свидетельства, согласно Постановлению Правительства РФ от 27 декабря 1997 г. №1636 [2] , при обязательной разработке и согласовании специальных технических условий (СТУ), согласно требованиям Приказа Минрегиона РФ №36 от 1 апреля 2008 г. [3]. При этом коэффициент надежности по нагрузке принимается равным 1.

В частности, расчет пешеходных настилов выполняется на воздействие пешеходной нагрузки, равной g = 4,0 кПа, в соответствии с СП 35.13330.

6.9.2 Расчеты выполняются по предельным состояниям в соответствии с учетом требований межгосударственных и национальных стандартов и сводов

правил, учитывающих специфику изменения свойств полимерных композитных материалов согласно ГОСТ Р 54928 (приложение А).

6.9.3 При определении усилий и моментов в сечениях настильных профилей следует руководствоваться основными положениями раздела СП 35.13330 в части расчетов ортотропной плиты проезжей части мостов по прочности и устойчивости при значении коэффициента, учитывающего ограниченное развитие пластических деформаций в сечении, равном 1.

6.9.4 Расчет сборного настильного профиля, как ортотропной плиты, должен учитывать совместную работу верхней полки настила и подкрепляющих ее ребер. При этом сборный настильный профиль, так же, как и ортотропную плиту, допускается условно разделять на отдельные системы – продольные и поперечные ребра с примыкающими к ним соответствующими участками полок настила.

6.9.5 Расчет по устойчивости полок и стенок элементов настильного профиля, подкрепленных ребрами жесткости, согласно СП 35.13330 (подраздел 8.46) рекомендуется выполнять с использованием основных положений теории призматических складчатых оболочек, укрепленных поперечными диафрагмами.

6.9.6 Общая устойчивость полки сплошного настильного профиля, должна быть обеспечена в соответствии с СП35.13330 (приложение Ш).

6.9.7 Местная устойчивость полок настильного профиля между продольными ребрами также должна быть обеспечена согласно СП 35.13330 (приложение Ш, пункт Ш10).

6.9.8 Несущая способность соединения композитных элементов пешеходного настила на не высокопрочных болтах, определяется как наименьшее значение из двух вариантов расчета с последующим экспериментальным подтверждением принятых расчетных характеристик композита:

- на смятие полимерного композитного материала (для стеклокомпозитого профиля 270 МПа вдоль оси вытяжки профиля и 170 МПа поперек вытяжки профиля);

- на сдвиг полимерного композита между болтовыми отверстиями (для стеклокомпозитого профиля 25 МПа).

6.9.9 Расчет конструкций пешеходных настилов из полимерных композитов, с учетом положений ГОСТ Р 54928, представлен в Приложении И.

7 Контроль качества пешеходных настилов из полимерных композитов по приемо-сдаточным испытаниям

7.1 Пешеходные настилы из полимерных композитов принимают партиями.

Партией считают определенное количество изделий (секций настилов) одного типа, изготовленных по одному технологическому документу (проекту, соответствующему техническому заданию потребителя) и технологическому процессу, из одинаковых сырьевых материалов и сопровождаемых одним документом о качестве. Размер партии устанавливают в нормативной или технической документации на конкретный тип секций настилов и/или по согласованию между заказчиком и производителем.

7.2 Каждая партия пешеходных настилов из полимерных композитов должна сопровождаться документом о качестве (паспортом), в котором указывают:

- наименование предприятия-изготовителя и (или) его товарный знак, юридический адрес;

- юридический адрес;

- наименования и условное обозначение продукции;

- номер партии, количество секций настилов в партии и дату изготовления;

- результаты проведенных испытаний или подтверждение о соответствии качества изделия требованиям стандарта на пешеходные настилы;

- номер стандарта на пешеходные настилы;

- гарантийный срок хранения.

При экспортно-импортных поставках содержание документа о качестве устанавливают в договоре на поставку.

7.3 Для проверки качества – соответствия секций настилов требованиям, установленным в настоящих Рекомендациях, проводят приемо-сдаточные, периодические, типовые и квалификационные испытания.

7.4 Приемо-сдаточные испытания проводят с целью контроля соответствия характеристик продукции требованиям настоящего стандарта. Приемо-сдаточным испытаниям должна быть подвергнута каждая партия пешеходных настилов из полимерных композитов.

7.5 Периодические испытания проводят с целью: периодического подтверждения качества продукции и стабильности технологического процесса в установленный период, с целью подтверждения возможности продолжения изготовления продукции по действующей конструкторской и технологической документации и продолжения приемки продукции.

Периодические испытания проводят не реже одного раза в 6 месяцев на выборке, отобранной от партии, прошедшей приемо-сдаточные испытания. Изменение периодичности испытаний по любому из технических требований проводится по совместному согласованию изготовителя и заказчика и оговаривается в контракте (договоре) на поставку.

7.6 Типовые испытания проводят по всем показателям, приведенным в таблице 7, при изменении технологического процесса, а также при замене исходных материалов и переносе производства на другое предприятие.

7.7 Приемке продукции, выпуск которой предприятием-изготовителем начат впервые, должны предшествовать квалификационные испытания, проводимые по ГОСТ Р 15.201.

Квалификационные испытания носят статус периодических испытаний при приемке продукции вплоть до получения результатов очередных периодических испытаний.

7.8 Объем выборки и категорию испытаний устанавливают в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Категории испытаний пешеходных настилов из полимерных композитов

Наименование показателя	Номер структурного элемента, таблицы	Количество образцов, не менее	Категория испытания
Секции пешеходных настилов			
1 Внешний вид	п. 8.4	100 % от партии	Приемо-сдаточные, периодические
2 Линейные размеры, мм	п. 8.2		
3 Маркировка	п. 5.4.2.2		
4 Нагрузка и прогиб	п. 6.6	по ГОСТ 8829	Периодические
5 Предел огнестойкости	п. 8.3	6 шт.	
Полимерный композитный материал секций настилов			
6 Предел прочности при растяжении	Таблица 1	6 шт.	Приемо-сдаточные, периодические
7 Модуль упругости при растяжении	Таблица 1		Периодические
8 Предельная относительная деформация	Таблица 1		
9 Плотность	Таблица 1		
10 Морозостойкость	Таблица 2	по приложению Б	
11 Влагостойкость	Таблица 2	по приложению В	
12 Термостойкость	Таблица 2	по приложению Г	

Окончание таблицы 7

13 Стойкость к климатическому старению	Таблица 2	по приложению Д	
14 Стойкость к циклическому нагружению	Таблица 2	15 шт.	Периодические
15 Ползучесть при растяжении	Таблица 2	6 шт.	
16 Водопоглощение	Таблица 1		
17 Коэффициент теплопроводности	Таблица 1		
18 Коэффициент линейного теплового расширения и температура стеклования	Таблица 1		
19 Группа горючести	п. 5.2.11		
20 Группа воспламеняемости	п. 5.2.11		
21 Группа дымообразующей способности	п. 5.2.11		

7.9 При неудовлетворительных результатах приемо-сдаточных испытаний хотя бы по одному показателю, проводят повторные испытания по этому показателю на образцах, отобранных от удвоенного количества изделий той же партии. Результаты повторных испытаний считаются окончательными и распространяются на всю партию.

При получении неудовлетворительных результатов повторных приемо-сдаточных испытаний производство секций настилов не допускается, вплоть до выявления и устранения причин несоответствия показателей требованиям настоящего стандарта и получения удовлетворительных результатов новых испытаний.

7.10 Результаты приемо-сдаточных испытаний оформляют протоколом. Результаты приемо-сдаточных испытаний должен быть включены в комплект сопроводительной документации.

7.11 При получении неудовлетворительных результатов при периодических испытаниях по одному из показателей, их необходимо перевести в разряд приемо-сдаточных, до получения положительных результатов по данному показателю на пяти произвольно взятых изделиях подряд.

В случае повторного получения неудовлетворительного результата партию бракуют, производство приостанавливают, проводят анализ причин, приведших к неудовлетворительным результатам, и намечают план мероприятий по их устранению. После выполнения мероприятий по устранению дефектов изготавливают опытную партию изделий, на которой проводят в полном объеме испытания по тем показателям, по которым получен отрицательный результат. В случае получения удовлетворительных результатов испытаний опытной партии, производство изделий возобновляют. При получении неудовлетворительных результатов поиск причин брака продолжают до получения результатов испытаний, удовлетворяющих требованиям настоящего стандарта.

7.12 Результаты периодических испытаний оформляются протоколом и предъявляют потребителю по его требованию.

7.13 При получении неудовлетворительных результатов типовых испытаний хотя бы по одному из показателей, изменения в соответствующую утвержденную документацию не вносят и принимают решение о дальнейшем проведении работ и об использовании единиц продукции, изготовленных с учетом предлагавшихся изменений.

7.14 Результаты типовых испытаний оформляют актом.

8 Методы контроля и испытаний

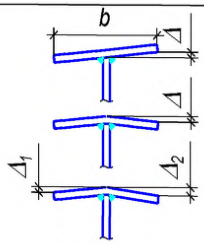
8.1 Подготовка образцов

8.1.1 Контроль характеристик секций настилов проводят на отдельно взятом изделии.

8.1.2 Контроль физико-механических характеристик полимерного композита секций настилов производят на образцах, вырезанных из специально произведенных образцов-свидетелей, которые необходимо изготавливать одновременно с изготовлением секций настилов, в тех же условиях, из одних и тех же исходных материалов, по той же технологии. Если позволяют размеры, допускается вырезать образцы из технологических допусков секций пешеходных настилов из полимерных композитов.

8.2 Линейные размеры секций настилов проверяют в соответствии с требованиями ГОСТ 26433.1 с учетом данных таблицы 8.

Таблица 8 – Допустимые отклонения от проектных размеров секции настилов

Наименование отклонения	Допустимое значение, мм
1.Отклонение длины секций пешеходных настилов	± 2
2. Отклонение расстояний между смежными вертикальными ребрами жесткости пешеходных настилов	± 2
3.Отклонение от вертикальности ребер и полок пешеходных настилов	± 5
4. Грибовидность композитного профиля	 b/100 при $\Delta_1 - \Delta_2 \leq 3$

8.3 Предел огнестойкости секций настилов определяют по ГОСТ 30247.0.

8.4 Внешний вид (дефекты) секций пешеходных настилов из полимерных композитов на соответствие требованиям настоящих рекомендаций определяют визуально, без применения увеличительных приборов. Измерение дефектов внешнего вида производят штангенциркулем по ГОСТ 166 или линейкой по ГОСТ 427, а также индикаторным глубиномером по ГОСТ 7661.

Дефекты поверхности, различимые невооруженным глазом с расстояния (0,5-0,7) м, при естественном освещении не менее 300 лк не допускаются.

9 Требования при транспортировании, хранении и монтаже

9.1 Пешеходные настилы из полимерных композитных материалов транспортируют любым видом транспорта (автомобильным, железнодорожным, водным, авиационным или специальным транспортом), принятым в проекте производства работ. Настилы должны находиться в закрепленном состоянии, препятствующим их перемещению, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

9.2 Транспортировку следует осуществлять с максимальным использованием вместимости транспортного средства, с учетом размещения перевозимых грузов транспортными средствами, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

9.3 Партию пешеходных настилов из ПКМ сопровождают документом о качестве, который должен содержать сведения, указанные в п. 7.2.

9.4 При разгрузке пешеходных настилов с автомобильного, железнодорожного, водного или другого транспорта следует избегать их механического повреждения. Сбрасывание настилов с транспортных средств не допускается.

9.5 Запрещается волочение пешеходных настилов по грунту до места складирования и монтажа.

9.6 Хранить пешеходный настил рекомендуется в крытых складских помещениях при температуре от минус 45°С до плюс 60°С. В помещениях не допускается наличие паров ацетона.

9.7 При хранении секции настилов укладывают в штабели на поддонах на ровную поверхность по всей длине и закрепляют обвязочными средствами. Максимальная высота штабеля при хранении – не более 1,5 м.

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

9.8 Упаковка настилов должна обеспечивать защиту настилов от загрязнения, деформаций и механических повреждений до момента его монтажа.

9.9 Количество настилов в штабелях и способ крепление устанавливают в технической документации.

9.10 Установка секций настила на балки (косоуры), а также способ крепления секций осуществляется в соответствии с конструкторской документацией и указаниями завода-изготовителя.

10 Рекомендации по ремонту и содержанию пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов

10.1 Общие положения

10.1.1 Общие положения по ремонту и содержанию пешеходных настилов на мостовых сооружениях и в тоннелях отражены в «Методических

рекомендациях по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах» [4] и «Методических рекомендациях по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» [5].

10.1.2 Под содержанием пешеходных настилов мостового сооружения и тоннелей понимается осуществляемый в течение всего года (с учетом сезона) комплекс профилактических, планово-предупредительных ремонтных работ и работ по надзору и уходу, в результате которого обеспечивается необходимая надежность и поддерживается транспортно-эксплуатационное состояние сооружения в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50597.

Конечной целью содержания пешеходных настилов является поддержание технического уровня и эксплуатационного состояния мостовых сооружений и тоннелей.

10.1.3 Уровень содержания пешеходных настилов на мостовых сооружениях и в тоннелях – комплекс показателей, отражающих определенное техническое состояние конструктивных элементов и общий вид сооружений. Требуемый уровень содержания пешеходных настилов устанавливается Заказчиком в договоре с Исполнителем.

10.1.4 Для поддержания надлежащего состояния пешеходных настилов необходим своевременный визуальный осмотр, который должен периодически осуществляться соответствующими службами эксплуатации и контроля. В ходе визуального осмотра необходимо проводить также периодический осмотр мест крепления секций настилов между собой и к несущим элементам.

10.2 Рекомендации по ремонту и содержанию пешеходных настилов из ПКМ на мостовых сооружениях и в тоннелях

10.2.1 Состав работ по содержанию пешеходных настилов представлен в «Классификации работ» [6] и «Методических рекомендациях по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах» [4].

10.2.2 В состав работ по содержанию пешеходных настилов входят работы по уходу, надзору, профилактике и планово-предупредительные работы.

Работы по уходу выполняются постоянно в течении года, подразделяются на весенне-летне-осенние и зимние, и включают в себя:

Работы в весенне-летне-осенний период:

- очистка от грязи, мусора, посторонних предметов;

- очистка от грязи пространства под настилами (при наличии данного пространства).

Работы в зимний период:

- очистка прохожей части настила от снега и льда;

- противогололедная обработка покрытия прохожей части мостовых сооружений, расположенных в населенных пунктах.

При выполнении работ по очистке конструкций от снега льда запрещается применять технологии, подвергающие данные конструкции ударным воздействиям.

10.2.3 Периодичность работ по уходу за пешеходными настилами мостовых сооружений и тоннелей определяется действительными условиями эксплуатации и состоянием элементов конструкций.

Периодичность выполнения работ регламентируется Приказом Минтранса РФ №157 от 01.11.2007 г. [7].

10.2.4 Противогололедная обработка покрытий пешеходных настилов выполняется в соответствии с положениями «Методических рекомендаций по применению экологически чистых антигололедных материалов и технологий при содержании мостовых сооружений» [8].

10.2.5 Работы по сверхнормативному содержанию включаются в себя восстановление конструкций пешеходных настилов и выполняются при возникновении необходимости в них.

10.2.6 Требования к качеству выполнения работ по содержанию пешеходных настилов в зависимости от заданного уровня содержания представлены в «Порядке проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения» [9].

10.2.7 Состав работ по ремонту пешеходных настилов представлен в «Классификации работ», утвержденной Приказом Минтранса РФ №402 от 16.11.2012 г. [6].

10.2.8 В соответствии с «Классификацией работ» [6] при выполнении работ по ремонту мостового сооружения или тоннеля при необходимости возможна полная замена пешеходных настилов.

11 Требования безопасности и охраны окружающей среды

11.1 Готовые конструкции пешеходных настилов из полимерных композитов, при контакте с ними не представляют опасности для человека, и работа с ними не требует специальных мер безопасности.

11.2 При производстве работ по монтажу пешеходных настилов из полимерных композитов должны 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.

11.3 При транспортировке, монтаже и эксплуатации пешеходных настилов из полимерных композитов специальные требования к охране окружающей среды не предъявляют.

Утилизация настилов, а также отходы, полученные в процессе производства секций настилов, должны быть захоронены в специально отведенных для этого местах или на полигоне промышленных отходов в соответствии с правилами, утвержденными в соответствующем порядке, или действующими нормативными документами.

Примечание – В Российской Федерации применяют санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1322 [10].

Приложение А

(справочное)

Значения физико-механических характеристик полимерных композиционных материалов

Значения основных физико-механических характеристик композитных профилей, армированных стекловолокном, изготовленных по технологии «пултрузии», приняты по [1] (таблицы А.1 и А.2).

Значения основных физико-механических характеристик стеклокомпозитов, применяемых для изготовления настилов по технологии вакуумной инфузии, приняты по [11] (таблица А.3).

Таблица А.1 – Значения сопротивлений композитных профилей, плотность материала 1800 кг/м³

Вид напряженного состояния		Значения сопротивления, МПа		
		Среднее	Нормативное	Расчетное
Растяжение	продольное	240	184,1	98,8
	поперечное	50	38,4	13,7
Сжатие	продольное	220	150,8	82,2
	поперечное	70	55,3	26,0
Изгиб	продольный	240	184,1	98,8
	поперечный	100	76,7	27,4
Сдвиг		25	20,7	10,2
Скалывание при расчете соединений	продольное	38	29,1	14,3
	поперечное	25	19,2	8,1

Таблица А.2 – Параметры жесткости полимерных композитных профилей, армированных стекловолокном

Параметр жесткости	Значение
Модуль упругости при растяжении профилей с толщиной стенки более 10 мм (в продольном направлении), (E_1), МПа	28 000
Модуль упругости при растяжении профилей с толщиной стенки менее 10 мм (в продольном направлении), (E_1), МПа	23 000
Модуль упругости при растяжении профилей, используемых для изготовления настила (в продольном направлении), (E_1), МПа	22 000
Модуль упругости в поперечном направлении, (E_2), МПа	8 500
Модуль сдвига, (G), МПа	3 000
Коэффициент Пуассона в продольно-поперечном направлении (ν_{12})	0,23
Коэффициент Пуассона в поперечном направлении (ν_{21})	0,09

Таблица А.3 – Средние значения прочности и жесткости стеклокомпозитов, применяемых для изготовления настилов по технологии вакуумной инфузии, плотность материала 1700 кг/м³

Характеристики		Значение
Характеристики жесткости		
Модуль упругости в направлении 0^0, МПа, не менее		35000
Модуль упругости в направлении 90^0, МПа, не менее		9000
Модуль сдвига, МПа, не менее		5000
Коэффициент Пуассона, не менее		0,30
Характеристики прочности		
Растяжение	Предел прочности в направлении 0^0, МПа, не менее	600
	Предел прочности в направлении 90^0, МПа, не менее	40
Сжатие	Предел прочности в направлении 0^0, МПа, не менее	400
	Предел прочности в направлении 90^0, МПа, не менее	100
Межслоевой сдвиг	Предел прочности, МПа, не менее	50
Статический изгиб	Предел прочности, МПа, не менее	400

Приложение Б

(рекомендуемое)

Метод определения морозостойкости

Сущность метода заключается в том, что образцы полимерного композита конструкций подвергают многократному замораживанию и оттаиванию и определяют стойкость к указанному воздействию по изменению предела прочности при растяжении.

Оборудование и реактивы по ГОСТ 10060 (пункт 5.2.1).

Подготовка к проведению испытаний

Для испытания применяют образцы по ГОСТ 32656.

Основные и контрольные образцы перед испытанием выдерживают в 5 %-ным водным раствором хлорида натрия.

Контрольные образцы извлекают из раствора, обтирают влажной тканью, взвешивают и испытывают на растяжение по ГОСТ 32656.

Проводят испытания основных образцов и обработку результатов по ГОСТ 10060 (пункты 5.2.3, 5.2.4).

Коэффициент сохранения свойств (морозостойкость) K_M вычисляют по формуле:

$$K_M = \frac{\overline{\sigma}_p}{\overline{\sigma}_{мр}} \qquad (Б.1)$$

где: $\overline{\sigma}_p$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении контрольных образцов композитного материала конструкций, МПа;

$\overline{\sigma}_{мр}$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении основных образцов композитного материала конструкций, МПа.

Среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении контрольных образцов композитного материала конструкций $\overline{\sigma}_p$ и среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении основных образцов композитного материала конструкций $\overline{\sigma}_{мр}$ вычисляют в соответствии с ГОСТ 14359 (пункт 4.3).

Приложение В

(рекомендуемое)

Метод определения влагостойкости

Влагостойкость определяют по ГОСТ 9.719 (раздел 4).

Сущность метода заключается в том, что образцы по ГОСТ 32656 подвергают воздействию водяного тумана в течение не менее 168 ч и определяют изменение предела прочности при растяжении.

Коэффициент сохранения свойств (влагостойкость) K_B вычисляют по формуле:

$$K_B = \frac{\overline{\sigma}_p}{\overline{\sigma}_{вр}} \qquad (В.1)$$

где: $\overline{\sigma}_p$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии), МПа;

$\overline{\sigma}_{вр}$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний, МПа.

Среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии) $\overline{\sigma}_p$ и среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний $\overline{\sigma}_{вр}$ вычисляют в соответствии с ГОСТ 14359 (пункт 4.3).

Приложение Г

(рекомендуемое)

Метод определения термостойкости

Сущность метода заключается в том, что образцы полимерного композита конструкций подвергают нагреву до заданной температуры и определяют стойкость к указанному воздействию по изменению предела прочности при растяжении.

Оборудование по ГОСТ 32656, а также термокамера для испытательных машин.

Для испытания применяют образцы по ГОСТ 32656.

На контрольных образцах определяют исходный предел прочности при растяжении по ГОСТ 32656.

Основные образцы нагревают в термокамере до температуры 60°С. Время выдержки образцов при заданной температуре должно быть не менее 20 мин на 1 мм его толщины.

Проводят испытания основных образцов и обработку результатов по ГОСТ 32656 (раздел 7 и пункт 8.1).

Коэффициент сохранения свойств (термостойкость) K_T вычисляют по формуле:

$$K_T = \frac{\overline{\sigma}_p}{\overline{\sigma}_{mp}} \qquad (Г.1)$$

где: $\overline{\sigma}_p$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии), МПа;

$\overline{\sigma}_{mp}$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний, МПа.

Среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии) $\overline{\sigma}_p$ и среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний $\overline{\sigma}_{mp}$ вычисляют в соответствии с ГОСТ 14359 (пункт 4.3).

Приложение Д

(рекомендуемое)

Метод определения стойкости к климатическому старению

Стойкость к климатическому старению для подтверждения технических требований, установленных настоящим стандартом, при типовых, периодических и приемо-сдаточных испытаниях определяют по ГОСТ 9.708 (метод 2) с учетом порядка и условий проведения испытаний, представленных в таблице Д.1.

Сущность метода заключается в том, что образцы по ГОСТ 32656 подвергают воздействию искусственно созданных факторов в аппарате искусственной погоды в течение заданной продолжительности испытаний и определяют изменение предела прочности при растяжении.

Искусственные факторы и время воздействия устанавливают в соответствии с таблицами. Количество образцов после одного периода испытаний должно быть не менее 5.

Стойкость к климатическому старению для подтверждения расчетного срока службы и гарантийных обязательств по настоящему стандарту определяют по ГОСТ 9.708 (метод 1).

Сущность метода заключается в том, что образцы по ГОСТ 32656 подвергают воздействию естественных климатических факторов на климатических станциях в течение расчетного срока службы и гарантийного срока эксплуатации, и определяют изменение предела прочности при растяжении.

Контроль прочности при растяжении в процессе испытаний проводят через 1; 3; 6; 9; 12; 36; 60 мес., в дальнейшем не реже одного раза в 10 лет. Количество образцов после одного периода испытаний должно быть не менее 6.

Коэффициент сохранения свойств (стойкость к климатическому старению) K_K вычисляют по формуле:

$$K_K = \frac{\overline{\sigma}_p}{\overline{\sigma}_{kp}} \qquad (Д.1)$$

где: $\overline{\sigma}_p$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии), МПа;

$\overline{\sigma}_{kp}$ – среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний, МПа.

Среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии) $\overline{\sigma}_p$ и среднее арифметическое значение предела прочности при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний $\overline{\sigma}_{кр}$ вычисляют в соответствии с ГОСТ 14359 (пункт 4.3).

Таблица Д.1 – Порядок и условия испытания образцов

№ цикла	Период экспонирования	Тип лампы	Плотность потока излучения	Температура черной панели	Относительная влажность, %
1	Сухой период – 8 ч	1А (UVA-340)	0,76 Вт·м$^{-2}$·нм$^{-1}$ при длине волны 340 нм	(60 ± 3) °С	Не контролируется
	Конденсация влаги – 4 ч		Источник света включен	(50 ± 3) °С	
2	Сухой период – 8 ч	1А (UVA-340)	0,76 Вт·м$^{-2}$·нм$^{-1}$ при длине волны 340 нм	(50 ± 3) °С	Не контролируется
	Дождевание – 0,25 ч			Не контролируется	
	Конденсация влаги – 3,75 ч		Источник света включен	(50 ± 3) °С	
3	Сухой период – 5 ч	Комбинированный Тип 1А	45 Вт·м$^{-2}$ при длине волны 290 – 400 нм	(50 ± 3) °С	< 15
	Дождевание – 1 ч			(25 ± 3) °С	Не контролируется
4	Сухой период – 5 ч	Комбинированный Тип 1А	45 Вт·м$^{-2}$ при длине волны 290 – 400 нм	(70 ± 3) °С	< 15
	Дождевание – 1 ч			(25 ± 3) °С	Не контролируется
Примечание – Характеристики ламп типа 1А и комбинированного типа приведены в таблице Д.2					

Таблица Д.2 – Относительная плотность потока излучения в ультрафиолетовом спектре для ламп Типа 1А и комбинированного Типа 1А

Длина волны λ, нм	Тип 1А (UVA-340)		Комбинированный Тип 1А	
	Минимум, %	Максимум, %	Минимум, %	Максимум, %
$\lambda < 290$		0,01		0
$290 \le \lambda \le 320$	5,9	9,3	4	7
$320 < \lambda \le 360$	60,9	65,5	48	56
$360 < \lambda \le 400$	26,5	32,8	38	46

Приложение Е

(рекомендуемое)

Метод определения стойкости к ползучести

Сущность метода заключается в том, что к образцам по ГОСТ 32656 в течение расчетного срока службы и гарантийного срока эксплуатации прикладывают нагрузку, таким образом, чтобы напряжение составляло 0,300 ± 0,005 от предела прочности при растяжении, определенного по ГОСТ 32656, после чего вычисляют модуль ползучести при растяжении и строят кривую «модуль ползучести при растяжении – время».

Контроль ползучести в процессе испытаний проводят через 1; 3; 6; 9; 12; 36; 60 мес., в дальнейшем не реже одного раза в 10 лет. Количество образцов после одного периода испытаний должно быть не менее 6 шт.

Коэффициент сохранения свойств (ползучесть) $K_П$ вычисляют по формуле:

$$K_П = \frac{\overline{E}_р}{\overline{E}_{нр}} \qquad (Е.1)$$

где: $\overline{E}_р$ – среднее арифметическое значение модуля упругости при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии), МПа;

$\overline{E}_{нр}$ – среднее арифметическое значение модуля ползучести при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний, полученного экстраполяцией по кривой «модуль ползучести при растяжении – время», МПа.

Среднее арифметическое значение модуля упругости при растяжении образцов композитного материала конструкций до испытаний (в исходном состоянии) $\overline{E}_р$ и среднее арифметическое значение модуля ползучести при растяжении образцов композитного материала конструкций после испытаний $\overline{E}_{нр}$ вычисляют в соответствии с ГОСТ 14359 (пункт 4.3).

Приложение Ж

(рекомендуемое)

Метод определения предела выносливости при циклическом нагружении

Ж.1 Сущность метода

Образец подвергают циклическому растяжению или сжатию, или растяжению-сжатию и определяют предел ограниченной выносливости.

Ж.2 Оборудование

Требования к оборудованию приведены в ГОСТ 32656 при растяжении и ГОСТ 25.602 при сжатии.

Испытательная машина должна обеспечивать деформирование образцов при симметричном и асимметричном, знакопостоянном и знакопеременном циклическом нагружении.

Захваты испытательных машин должны исключать изгибные деформации и потерю устойчивости образцов при сжатии.

Ж.3 Подготовка образцов

Ж.3.1 Размеры образцов должны соответствовать ГОСТ 25.601 при растяжении и ГОСТ 25.602 при сжатии.

Ж.3.2 Для испытаний используют не менее 15 образцов.

Ж.3.3 Перед испытанием образцы кондиционируют при температуре (23 ± 2) °С и относительной влажности (50 ± 5) %, если иное не установлено в нормативной или технической документации на материал.

Ж.4 Подготовка к испытанию

Ж.4.1 Измеряют ширину и толщину рабочей длины образцов.

Ж.4.2 Перед началом циклических испытаний должны быть определены разрушающие напряжения при кратковременном статическом нагружении: в случае циклического растяжения – при растяжении по ГОСТ 25.601, в случае циклического сжатия – при сжатии по ГОСТ 25.602, в случае знакопеременного растяжения – сжатия – при

растяжении и при сжатии по указанным стандартам. Испытания при кратковременном нагружении следует проводить на машинах и в захватах, применяемых для определения пределов ограниченной выносливости при циклическом нагружении.

Ж.4.3 Выбирают коэффициент асимметрии цикла R по формуле:

$$R = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \quad (Ж.1)$$

где: σ_{min} и σ_{max} – минимальное и максимальное напряжение цикла, МПа.

и определяют значения начальных нагрузок цикла P_{max} и P_{min}, Н, по формулам:

$$P_{max} = \sigma_{max} F \quad (Ж.2)$$

$$P_{min} = \sigma_{min} F \quad (Ж.3)$$

где: F – площадь поперечного сечения рабочей части образца, мм^2.

Уровни начальных нагрузок должны соответствовать максимальным при растяжении или минимальным при сжатии напряжениям цикла, равным 0,8 от соответствующего напряжения при кратковременном статическом нагружении.

При растяжении – сжатии начальный уровень напряжений зависит от выбранного для испытаний серии образцов коэффициента асимметрии цикла.

Если выполняется неравенство (Ж.4), то начальный уровень максимальных напряжений цикла σ_{max}, МПа, вычисляют по формуле (Ж.5)

$$R > \frac{\sigma_{сж}}{\sigma_{р}} \quad (Ж.4)$$

$$\sigma_{max} = 0{,}8 \cdot \sigma_{р} \quad (Ж.5)$$

где: $\sigma_{р}$ – разрушающее напряжение при кратковременном растяжении, МПа;

$\sigma_{сж}$ – разрушающее напряжение при кратковременном сжатии, МПа.

Если выполняется неравенство (Ж.6), то начальный уровень минимальных напряжений цикла σ_{min}, МПа, вычисляют по формуле (Ж.7)

$$R \le \frac{\sigma_{сж}}{\sigma_р} \quad (Ж.6)$$

$$\sigma_{min} = 0{,}8 \cdot \sigma_{СЖ} \quad (Ж.7)$$

При сравнении коэффициента R и отношения $\frac{\sigma_{сж}}{\sigma_р}$ необходимо учитывать знак напряжений: напряжения сжатия следует считать отрицательным, напряжения растяжения – положительными. Последующие уровни напряжений следует назначать с учетом результатов испытаний на предшествующих, но меньшими, чем начальные.

Ж.4.4 Настройку испытательной машины в соответствии с требованиями п. Ж.4.3 производят без установки испытуемых образцов.

Ж.5 Проведение испытаний

Ж.5.1 Испытуемый образец устанавливают в захваты машины, тщательно центрируют и закрепляют. Затем включают испытательную машину и производят контрольную проверку действующих на образец нагрузок.

Ж.5.2 Испытания образцов одной серии, по результатам которых строят кривую усталости, проводят при постоянном коэффициенте асимметрии цикла.

Ж.5.3 При испытании образцов нагружение производят с постоянной скоростью, причем частота нагружения не должна превышать 5 Гц.

Ж.5.4 Нагружение производят в режиме постоянства заданных максимальных и амплитудных напряжений цикла в процессе всего испытания образца.

Испытание каждого образца проводят до разрушения или до определенного числа циклов, принимаемого в качестве базы испытаний. База испытаний должна составлять не менее 10^4 циклов нагружения.

Ж.5.5 На каждом уровне напряжений должно быть испытано не менее трех образцов. Число уравнений задаваемых напряжений должно быть не менее четырех.

Ж.6 Обработка результатов

Ж.6.1 По результатам испытаний серии образцов на диаграмму с координатами (σ_{max}, lgN) наносят экспериментальные точки и строят кривую усталости. При знакопеременном растяжении – сжатии по оси ординат откладывают величины максимальных напряжений цикла, если выполняется неравенство (Ж.4), и минимальных, если выполняется неравенство (Ж.6).

Ж.6.2 Кривую усталости строят путем графической или аналитической (по корреляционному уравнению) аппроксимации результатов испытаний образцов одной серии.

Ж.6.3 Предел ограниченной выносливости следует определять по графику кривой усталости или ее уравнению как ординату точки, абсцисса которой равна соответствующей циклической долговечности N.

Наряду с пределом ограниченной выносливости следует указывать меру рассеяния $\sigma_{1/1}$.

Ж.6.4 По окончании испытания каждого образца определяют и фиксируют число циклов до разрушения N. Если образец не разрушился после базового числа циклов, испытание прекращают, а в протоколе испытаний делают пометку «не разрушился». Неразрушившиеся образцы рекомендуется испытывать кратковременным статическим нагружением для определения остаточных разрушающих напряжений.

Ж.7 Протокол об испытании

Протокол об испытании должен содержать следующую информацию:

- сведения об образцах, испытательном оборудовании, условиях кондиционирования и проведения испытаний;
- минимальную и максимальную нагрузку на образец;
- минимальные и максимальные напряжения, возникающие в образце;
- число циклов до разрушения;
- коэффициент асимметрии;
- предел ограниченной выносливости и меру рассеяния.

Приложение И

(рекомендуемое)

Расчет конструкций пешеходных настилов из полимерных композитов

Общие положения

Расчет композитных полимерных секций настилов допускается производить в соответствии с действующими нормативными документами (СП 35.13330) с использованием следующего неравенства:

$$S \cdot \gamma_f \le \frac{R_{cp} \cdot (1 - 2\upsilon)}{\gamma_m \cdot \gamma_c}, \qquad (И.1)$$

где S – напряжение (деформация) в секции настила от воздействия нормативных нагрузок;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке;

R_{cp} – среднее значение сопротивления (деформация) полимерного композита секции настила, которые должны быть приняты по результатам не менее чем 12 испытаний в одной пробе полимерного композита с допустимой отбраковкой 2-х результатов, МПа;

ν – коэффициент вариации (в долях единицы), характеризующий разброс свойств полимерного композита секции настила;

γ_c – коэффициент надежности для технологии изготовления, характеризующий разброс свойств для различных методов изготовления полимерного композита секций настилов (таблица И.1);

γ_m – обобщенный коэффициент надежности по материалу, определяемый с использованием частных коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов, снижающих физико-механические характеристики полимерного композита секций настилов в процессе эксплуатации.

Значение коэффициента вариации ν принимают по результатам не менее чем 12 испытаний в одной пробе полимерного композита с допустимой отбраковкой двух результатов. На стадии вариантного проектирования допускается принимать коэффициент вариации ν равным не менее 13 %.

Таблица И.1 – Значения коэффициента надежности γ_c для различных технологий изготовления конструкций из полимерных композитов

Способ производства	Коэффициент надежности γ_c	
	Постотвержденный полимерный композит секций настилов	Полимерный композит секций настилов без постотверждения
Инфузия, в т.ч. вакуумная	1,2	1,4
Пултрузия	1,1	1,3

Обобщенный коэффициент надежности по материалу γ_m вычисляют по формуле:

$$\gamma_m = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (И.2)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий морозостойкость полимерного композита;

K_2 – коэффициент, учитывающий влагостойкость конструкций;

K_3 – коэффициент, учитывающий термостойкость конструкций;

K_4 – коэффициент, учитывающий климатическое старение полимерного композита за время эксплуатации моста;

K_5 – коэффициент, учитывающий ползучесть полимерного композита при долговременных нагрузках;

K_6 – коэффициент, учитывающий усталость полимерного композита.

Применение частных коэффициентов и их комбинаций в расчетах по первому или второму предельному состоянию осуществляется в соответствии с таблицей И.2.

Таблица И.2 – Комбинации частных коэффициентов для соответствующих предельных состояний

Коэффициенты пересчета для различных факторов	Первое предельное состояние			Второе предельное состояние		
	Прочность*	Устойчивость**	Выносливость*	Жесткость**	Динамические воздействия**	Трещиностойкость*
Морозостойкость K_1	x	-	x	-	-	x
Влагостойкость K_2	x	x	x	x	x	x
Термостойкость K_3	x	x	x	x	x	x
Климатическое старение K_4	x	x	x	x	x	x
Ползучесть K_5	x	x	-	x	x	x
Усталость K_6	x	x	x	x	x	x

Примечание:

* – Применительно к пределам прочности;

** – Применительно к модулям упругости и сдвига.

Для конструкций, изготовленных по технологии вакуумной инфузии, расчет по трещиностойкости не выполняется.

При проектировании конструкций пешеходных мостов следует принимать значения коэффициентов K_1 – K_6 согласно п. 5.2.9 и п. 5.2.10 настоящих рекомендаций.

В расчетах по предельным состояниям первой группы часть неравенства (И.1) следует умножать на коэффициент надежности по ответственности равный 1,1 согласно СП 35.13330.2011 (п. 5.36).

Прочность и выносливость

Расчет на выносливость рекомендуется производить в соответствии с неравенством И.1 без учета коэффициента надежности по нагрузке в зависимости от асимметрии цикла переменной нагрузки R, который характеризуется отношением наименьших σ_{min} (со знаком «-» для сжатия) и наибольших σ_{max} (со знаком «+» для растяжения) напряжений.

Номинальное (теоретическое) значение расчетного числа циклов (N_f) переменной нагрузки с постоянной амплитудой до разрушения полимерного композита секций настилов допускается определять по формулам:

а) для симметричных нагрузок ($|\sigma_{min}| = |\sigma_{max}|$) с постоянной амплитудой ($R = -1$):

$$N_f = \left(\frac{R_C}{\sigma_\Delta} \right)^k \qquad (И.3)$$

где R_c – расчетное значение прочности полимерного композита при растяжении

σ_Δ – амплитуда напряжений, равная половине разности между максимальным σ_{max} (со знаком «+» для растяжения и «–» для сжатия) и минимальным значением напряжений σ_{min} (со знаком «+» для растяжения и «–» для сжатия) в конструктивном элементе;

k – значение первой производной функции «напряжение – количество циклов» полимерного композита при растяжении в системе десятичных логарифмических осей координат (наклон кривой в логарифмическом представлении).

б) для асимметричных нагрузок с постоянной амплитудой:

$$N_f = \left[\frac{R_c}{\sigma_\Delta} \left(1 - \frac{\sigma_{ср}}{R_{p/c}} \right) \right]^k \qquad (И.4)$$

где $\sigma_{ср}$ – среднее значение напряжения, действующего в цикле;

$R_{p/c}$ – расчетная прочность полимерного композита на сжатие или растяжение, выбираемая, в зависимости от знака среднего значения напряжений ($\sigma_{ср}$), действующего в цикле.

Количество циклов знакопеременных напряжений, возникающих в секциях настилов допускается устанавливать на основании данных мониторинга за фактически эксплуатируемыми композитными настилами или с использованием аппарата численного моделирования пешеходных и автомобильных потоков, пропускаемых по данному сооружению.

Значение k определяется по результатам испытаний на выносливость. Допускается на стадии вариантного проектирования использовать значения k в соответствии с таблицей И.3.

Таблица И.3 – Значения параметра k [12]

Вид нагружения	Материал	Значение k
Постоянная амплитуда	Стекло/эпоксидная смола	10
	Стекло/полиэфир	9

Оценку выносливости при циклических нагрузках с переменными амплитудами допускается выполнять путем выделения и последующего суммирования (численное интегрирование) предельных состояний, каждое из которых имеет одну и ту же величину амплитуды напряжений σ_Δ и значение R (правило Майнера):

$$D = \sum_{i}^{M} \frac{n_i}{N_i} \le 1 \qquad (И.5)$$

где M – количество отрезков времени с одинаковыми на данном отрезке значениями амплитуд напряжений σ_Δ и значений R;

n_i – количество циклов внутри каждого отрезка времени с одинаковыми значениями амплитуд напряжений σ_Δ и значений R;

N_i – максимальное допустимое (предельное) количество циклов для данных σ_Δ и R.

Ползучесть

Влияние ползучести на изменение модуля упругости при растяжении рекомендуется производить с использованием номинального (теоретическое) значения коэффициента $K_З$ (таблица И.4) по формуле:

$$K_З = t^n, \qquad (И.6)$$

где t – продолжительность действия нагрузки, ч;

n – показатель степени, зависящий от типа армирования, при расположении волокон по направлению нагрузки:

- n = 0,01 – для одно направленных армированных слоев полимерных композитов секций настилов;
- n = 0,04 – для дву- или много направленных армированных слоев полимерных композитов секций настилов;
- n = 0,10 – для хаотично-армированных слоев полимерных композитов секций настилов.

Таблица И.4 – Расчетные значения частного коэффициента K_3

Продолжительность действия нагрузки t, годы	Значение для показателя t^n для степени n		
	0,01	0,04	0,10
50 лет	1,14	1,68	3,67

Для полимерного композита секций настилов с различной ориентацией в слоях армирующего наполнителя по отношению направлению действия нагрузки, допускается на предварительных этапах проектирования (с последующим экспериментальным подтверждением) вычислять обобщенный коэффициент надежности по ползучести ($K_{3\,об}$) по формуле:

$$K_{3\,об} = \kappa_3 \cdot \kappa', \qquad (И.7)$$

где κ_3 – коэффициент надежности, по таблице И.4;

κ' – коэффициент, равный отношению деформаций полимерного композита секций настилов без учета работы волокон, которые расположены не в направлении действия нагрузки к деформациям полимерного композита секций настилов с полным учетом всех армирующих его волокон.

Для различных типов армирования полимерных композитов секций настилов, например, комбинацией однонаправленных слоев, ткани или мата, следует определять значение суммарного показателя степени n.

Включение в работу каждого типа армирования определятся путем перемножения, соответствующего данному типу армирования показателя n, на толщину слоя и на процентное содержания волокон в этом слое с последующим делением полученного значения на произведение суммы толщин всех слоев, умноженных на процентное содержание в них волокон (только для ламелей с волокнами, ориентированными по направлению долговременной деформации). Двунаправленно-армированные и разнонаправленно-армированные полимерные композиты секций настилов должны рассматриваться в качестве пакета однонаправленно-армированных слоев с различной ориентацией волокон.

Расчет прогибов

Величины прогибов, определяются от действия подвижных временных вертикальных нагрузок и постоянных нормативных нагрузок с использованием неравенства (И.1), в котором расчетные значения модуля упругости определяются с использованием средних значений $E_{ср} = E_н$ модуля упругости при изгибе.

Возможность сопротивления прогрессирующему обрушению

Конструкция и материал секций настилов должны проектироваться с учетом недопущения возможности прогрессирующего обрушения при выходе из строя одного или нескольких элементов настила в случае экстремальных природных или техногенных воздействий.

Приложение К
(рекомендуемое)
Методика расчета экономической эффективности применения пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов на мостовых сооружениях и в тоннелях

К.1 Основные положения

К.1.1 Для оценки экономической эффективности применения пешеходных настилов из полимерных композиционных материалов на мостовых сооружениях и в тоннелях применяются основные положения «Руководства по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» утвержденного распоряжением Минтранса России от 10.12.2002 №ОС-1109-р [13].

К.1.2 При расчете экономической эффективности выполняется вариантное сравнение. Сравниваются 2 или 3 варианта проекта реализации пешеходных настилов мостовых сооружений из различных материалов. Первый вариант – типовые железобетонные плиты или металлические настилы прохожей части мостовых сооружений, второй вариант – настилы из ПКМ. В процессе сравнения определяются следующие структурные элементы единовременных и текущих (годовых) затрат:

- единовременные затраты на изготовление;
- единовременные затраты на транспортировку;
- единовременные затраты на заготовку, складирование;
- единовременные затраты на монтаж (установку);
- текущие затраты на эксплуатацию и ремонт пешеходных настилов на мостовых сооружениях.

К.1.3 Затраты на изготовление пешеходных настилов определяются по прайс-листам предприятий-изготовителей, а также согласно действующим «Сборникам сметных цен на материалы, изделия и конструкции, применяемые в строительстве».

К.1.4 Затраты на монтаж (установку) и текущие затраты на ремонт пешеходных настилов как из традиционных материалов, так и из ПКМ определяются в соответствии с

«Методикой определения стоимости строительных продукций на территории Российской Федерации» [14].

К.1.5 Текущие затраты на эксплуатацию пешеходных настилов как из традиционных материалов, так и из ПКМ определяются в соответствии с «Методическими рекомендациями по определению стоимости работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения» [15].

К.1.6 Затраты на транспортировку по данным экспертных оценок принимают 3%, затраты на заготовку и складирование – 2% от стоимости настилов. При этом, при определении затрат на транспортировку настилов из ПКМ рекомендуется учитывать их более высокую норму загрузки (без использования специального грузоподъемного оборудования), обусловленную значительно меньшим весом.

К.2 Оценка экономической эффективности по приведенным затратам

К.2.1 Для оценки экономической эффективности допускается применять интегральный показатель годового экономического эффекта, который учитывает долговечность конструкции и отражает результат применения продукции с улучшенными, по сравнению с базовой конструкцией, параметрами.

К.2.2 Годовой экономический эффект от внедрения новых технических решений определяется как разность затрат на строительство и эксплуатацию базовой и оцениваемой конструкции с учетом отдаленности затрат во времени, а также надежности и долговечности конструкций по формуле:

$$Э = \left[З_{сб} E_{рб} + З_{эб}\left(1 + p_o\right)\right] - \left[З_{со} E_{ро} + З_{эо}\left(1 + p_o\right)\right] \quad (К.1)$$

где: $E_{рб}$ и $E_{ро}$ - расчетные коэффициенты эффективности, соответственно для базовой и оцениваемой конструкции, исходя из срока службы конструкции, определяемые по формулам:

$$E_{рб} = \frac{1}{t_б} \quad (К.2)$$

$$E_{ро} = \frac{1}{t_0} \quad (К.3)$$

Указанные коэффициенты являются также показателями накопления повреждений в конструкции и учитывают дисконтирование затрат.

$З_{эо}$ – годовые эксплуатационные затраты оцениваемой конструкции;

$З_{эб}$ – годовые эксплуатационные затраты базовой конструкции;

$З_{со}$ – стоимость оцениваемой конструкции, включая стоимость материала и строительства;

$З_{сб}$ - стоимость базовой конструкции, включая стоимость материала и строительства;

$t_о$ – срок службы до капитального ремонта оцениваемой конструкции;

$t_б$ – срок службы до капитального ремонта базовой конструкции;

$p_о$ – показатель надежности (вероятность отказа) оцениваемой конструкции;

$p_б$ – показатель надежности (вероятность отказа) базовой конструкции.

В п. К.3 приведен пример расчета экономического эффекта от применения настила из полимерных композиционных материалов взамен железобетонной плиты прохожей части.

К.3 Пример расчета экономической эффективности настилов

Рассматриваемое сооружение – надземный пешеходный переход.

Параметры сооружения: тип пролетного строения – ферма, длина пролетного строения 56,8м, ширина пролетного строения в осях перильного ограждения 3,92м. Представлен на рисунке К.1.



Рисунок К.1 – Рассматриваемый надземный пешеходный переход

Рассматривается применение настила из ПКМ вместо железобетонной плиты прохожей части. Базовая конструкция предусматривает заливку бетоном настила в полевых условиях, строительство промежуточной опоры и две остановки движения по автомобильной дороге. Оцениваемая конструкция настила из ПКМ позволяет выполнить установку пролетного строения за один подъем без строительства промежуточной опоры и отказаться от бетонных работ.

Базовая конструкция – железобетонная плита прохожей части;

Оцениваемая конструкция – настил прохожей части из полимерных композиционных материалов.

В стоимость базовой ($З_{сб}$) и оцениваемой ($З_{со}$) конструкции настилов входят единовременные затраты на изготовление (сметная стоимость или заводская цена железобетонной плиты и настила из ПКМ), а также на монтаж (устройство) железобетонной плиты и настила из ПКМ.

Сметная стоимость на устройство железобетонной плиты и настила из ПКМ представлена в таблице К.1 [17].

Таблица К.1 – Стоимость затрат на устройство железобетонной плиты и настила из ПКМ

Наименование элементов и работ	Первоначальный проект пешеходного моста		Вариант моста с применением настила из ПКМ	
	масса, т	стоимость, тыс.руб.	масса, т	стоимость, тыс.руб.
Металлоконструкции пролетного строения	84,01	6918	63,01	51 88
Монтаж пролетного строения (включая сборку, перевозку, монтаж) без учета стоимости м/к	84,01	2358	63,01	1768
Ж/б плита пролетного строения (включая гидроизоляцию, плиточное покрытие)	110,22	482		
Устройство ж/б плиты пролетного строения (включая гидроизоляцию и плитку покрытия) без учета стоимости ж.б. плиты	110,22	4363	-	-
Настил из ПКМ	-	-	8,4	5343
Устройство настила из ПКМ	-	-	8,4	127
ВСЕГО:	194,23	14121	71,41	12427

Из таблицы К.1 выбраны значения стоимостных показателей, относящихся к железобетонной плите и настилу из ПКМ, и приведены к стоимости 1м^2 настила (таблица К.2) с учетом известных габаритов пролетного строения.

В результате расчета было получено (таблица К.2), что:

- стоимость базовой конструкции 1м^2 железобетонной плиты $З_{сб}$=21630 руб.

- стоимость оцениваемой конструкции 1м^2 настила из полимерных композиционных материалов $З_{со}$=24420 руб.

Годовые эксплуатационные затраты базовой и оцениваемой конструкции согласно «Методическим рекомендациям по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах» [4] принимались равными 0,8-1% от стоимости сооружения.

В результате расчета было получено (таблица К.2), что:

- годовые эксплуатационные затраты базовой конструкции (1м^2 железобетонной плиты) - $З_{эб} = 0{,}01 \cdot 21630 = 216{,}30$ руб.

- годовые эксплуатационные затраты оцениваемой конструкции (1м^2 настила из полимерных композиционных материалов) - $З_{эо} = 0{,}008 \cdot 24420 = 195{,}36$ руб.

Срок службы до капитального ремонта базовой конструкции (железобетонной плиты) принимается по данным экспертных оценок равным $t_б$=20 лет.

Срок службы до капитального ремонта оцениваемой конструкции (настила из полимерных композиционных материалов) принимается равным $t_о$=50 лет.

Показатели надежности (вероятность отказа) базовой и оцениваемой конструкций принимаем равными $p_б$=$p_о$=5%.

Расчетный коэффициент эффективности базовой конструкции (железобетонной плиты) $E_{рб} = \frac{1}{t_б} = \frac{1}{20} = 0{,}05$.

Расчетный коэффициент эффективности оцениваемой конструкции (настила из полимерных композиционных материалов) $E_{ро} = \frac{1}{t_о} = \frac{1}{50} = 0{,}02$.

Подставляя вычисленные параметры в формулу (К.1), получим значение годового экономического эффекта:

$$Э = \left[З_{сб}E_{рб} + З_{эб}(1+p_о)\right] - \left[З_{со}E_{ро} + З_{эо}(1+p_о)\right] = \left[21630 \cdot 0{,}05 + 216{,}30 \cdot (1+0{,}05)\right] -$$
$$- \left[24420 \cdot 0{,}02 + 195{,}36 \cdot (1+0{,}05)\right] = 615{,}09\ руб/м^2.$$

Таблица К.2 – Сравнение стоимости затрат на изготовление, устройство и эксплуатацию железобетонной плиты и настила из ПКМ

Измеритель: 1м^2

Наименование работ, затрат	Настил из полимерных композиционных материалов	Железобетонная плита
1. Устройство (монтажные работы) (тыс.руб/1м^2) настила (включая гидроизоляцию и плиточное покрытие для ж/б плиты)	0,567	19,478
2. Стоимость конструкции (тыс.руб/1м^2) (включая гидроизоляцию и плиточное покрытие для ж/б плиты)	23,853	2,153
ИТОГО по п.1, 2:	24,42	21,63
3. Эксплуатация и содержание настила (восстановление покрытия на тротуарах, восстановление слоя износа покрытия проезжей части и т.д.) по п.3.4 «Методических рекомендаций по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах» [4].	0,195 (0,8%)	0,216 (1%)
Примечание - Затраты на нормативные работы по содержанию настила принимались 0,8%, а по содержанию железобетонной плиты – 1% от стоимости сооружения		

Библиография

[1] СТО НОСТРОЙ 2.29.112-2013	Строительство деревянных и композитных мостов. Часть 2. Сооружение пешеходных мостов из полимерных композитных материалов
[2] Постановление Правительства РФ от 27 декабря 1997 г. №1636	О Правилах подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве
[3] Приказ Минрегиона РФ от 01.04.2008 N 36	О Порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства
[4]	Методические рекомендации по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах, М., 1999г.
[5]	Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования, М., 2004г.
[6] Приказ Минтранса РФ № 402 от 16 ноября 2012г.	Классификация работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог
[7] Приказ Минтранса РФ № 157 от 01 ноября 2007г.	О реализации постановления Правительства Российской Федерации от 23 августа 2007 г. № 539 «О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог федерального значения и правилах их расчетах»
[8] ОДМ 218.5.006-2008	Методические рекомендации по применению экологически чистых антигололедных материалов и технологий при содержании мостовых сооружений
[9] Приказ Минтранса РФ № 163 от 08 июня 2012г.	Об утверждении порядка проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения
[10] СанПиН 2.1.7.1322-03	Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления
[11] СТО 00204961-009-2011	Стеклокомпозит конструкционный СКК-500. Технические условия
[12] CUR 2003-6	Vezelversterkte kunststoffen in civiele draagconstructies. Achtergrondrapport bij CUR-Aanbeveling 96
[13] Распоряжение Минтранса России от	Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном

10.12.2002г. №ОС-1109-р	хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса
[14] МДС 81-35.2004	Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации, М., 2004г.
[15]	Методические рекомендации по определению стоимости работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения, М., 2014г.
[16] Письмо Минэкономразвития РФ №21790-АКД03 от 05.10.2011г.	Временно определенные показатели долгосрочного прогноза социально-экономического развития РФ до 2030 года
[17]	«Применение в мостостроении мегаполиса Москва композиционных материалов», журнал «Композитный мир», №3 2007г.

ОКС 93.080 ОКП 22 9641

Ключевые слова: полимерные композиты, полимерные композиционные материалы, пешеходные настилы из полимерных композитов, требования к материалам и нагрузкам

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

04.04.2017 Москва № 588-р

О применении и публикации ОДМ 218.2.059-2015 «Рекомендации по применению на мостах, путепроводах и тоннелях пешеходных настилов (тротуаров) из 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 на мостах, путепроводах и тоннелях пешеходных настилов (тротуаров) из 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 218.2.059-2015 «Рекомендации по применению на мостах, путепроводах и тоннелях пешеходных настилов (тротуаров) из композиционных материалов» (далее – ОДМ 218.2.059-2015).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.2.059-2015.

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

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

А.А. Зенкин
(495) 687-88-23 доб. 50-233