

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/vol8-6.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/89TVN616.pdf>

Статья опубликована 24.01.2017

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Мандрик-Котов Б.Б., Михалдыкин Е.С. Проблемы применения полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/89TVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**УДК 624.042**

**Овчинников Илья Игоревич**

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов<sup>1</sup>  
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»  
Филиал в г. Сочи, Россия, Сочи  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: bridgeart@mail.ru

**Овчинников Игорь Георгиевич**

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Россия, Пенза  
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов  
ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, Пермь  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: bridgesar@mail.ru

**Мандрик-Котов Борис Борисович**

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Россия, Пенза  
Соискатель  
E-mail: bmandrik@pgmsl.ru

**Михалдыкин Евгений Сергеевич**

«НИИГрафит» предприятие Госкорпорации «Росатом», Россия, Москва  
Отдел строительных проектов  
Главный инженер по строительству  
E-mail: emihaldikin@niigrafit.org

**Проблемы применения полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве**

**Аннотация.** В работе отмечено, что можно выделить четыре основных направления использования полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве и конкретно в мостостроении: изготовление целых мостовых сооружений или их элементов (пролетных строений, плит проезжей части, тротуарных настилов, и т.д.) из полимерных композиционных материалов; применение неметаллической композитной арматуры для армирования бетонных конструкций, сюда же можно отнести и оболочки из полимерного композиционного материала в трубобетонных конструкциях; применение композитных материалов для усиления существующих металлических и железобетонных мостовых сооружений; применение композитных материалов в малонагруженных конструкциях

---

<sup>1</sup> 410054, Саратов, Политехническая 77

(перильные ограждения, водоотводные лотки и т.д.). Рассмотрен вопрос определения расчетных и нормативных характеристик полимерных композиционных материалов с требуемой степенью обеспеченности, а также вопрос обеспечения пожарной безопасности конструкций из этих материалов. Обсуждаются проблемы применения полимерных композиционных материалов в отрасли транспортного строительства.

**Ключевые слова:** полимерные композиционные материалы; неметаллическая арматура; армополимербетон; нормативные документы; конструкции из полимерных композиционных материалов; проблемы применения композитов

## Введение

Анализируя современное состояние транспортных сооружений в Российской Федерации, следует отметить большое их число, находящееся в неудовлетворительном и даже близком к аварийному состоянию. Причиной такого положения является отсутствие нормальной эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла сооружения, недостатки действующей в годы строительства нормативной документации или недостаточный уровень развития промышленности (например, общей проблемой многих мостов, построенных еще в советские годы, является не выполняющая свои функции гидроизоляция), недостатки используемых типовых проектов.

Традиционные (в том числе типовые) технические решения имеют ряд недостатков и высокую стоимость сооружений. Поиск новых материалов и конструкций, начавшийся еще во времена, предшествующие феномену замены природного камня на железобетон, не прекращается и в наше время. Однако внедрение новых материалов, конструкций и технических решений связано с поиском ответа на вопрос - каким требованиям они должны отвечать и в какой части существующие требования следует дополнить.

Практически все окружающие нас конструкции, в том числе и транспортные сооружения, в процессе эксплуатации подвергаются совместному воздействию разнообразных внешних факторов: нагрузок, температур, агрессивных эксплуатационных сред. Под влиянием этих факторов в материале конструкций развиваются деформации и разрушения, коррозионные и другие деструктивные процессы, под влиянием которых изменяется напряженно-деформированное состояние конструкций, значительно сокращается срок их безаварийной эксплуатации. Поэтому для обеспечения надежной эксплуатации конструкций транспортных сооружений следует учитывать по возможности все факторы, оказывающие влияние на поведение материалов и конструкций из них, а также предпринимать необходимые меры по снижению или исключению отрицательного влияния внешней агрессивной среды на конструкции.

При этом следует учитывать, что подавляющее большинство инновационных коррозионностойких материалов стоят значительно дороже обычного железобетона, и эффективность их применения проявляется только в процессе эксплуатации и выражается в меньших расходах на эксплуатацию и увеличившейся долговечности транспортных сооружений. Практикуемое сейчас и освященное нормативными документами проведение сравнения проектов транспортных сооружений на начальном этапе по строительной стоимости, без учета затрат на эксплуатацию, некорректно с инженерной точки зрения. В тоже время отсутствует обоснованная методика прогнозирования срока службы сооружений и оценки стоимости их эксплуатации.

Преимуществами современных полимерных композиционных материалов являются их высокая прочность, малый вес, технологичность, невосприимчивость к агрессивным

эксплуатационным средам, долговечность. Все это обуславливает пристальное внимание к этим материалам в строительной отрасли - возможные перспективы их применения очевидны.

В тоже время эти материалы обладают рядом своих особенностей, которые могут выступать и как их недостатки и как их преимущества в зависимости от поставленной задачи - малая ударная вязкость, хрупкое разрушение, высокая удельная прочность, высокая деформативность, совмещение процесса проектирования материала и конструкции.

В настоящее время объем потребления продукции российской отрасли полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве остается незначительным.

Однако намечается положительная тенденция в применении полимерных композиционных материалов в строительстве вообще и в транспортном строительстве в частности. Как отмечает Каблов Е.Н. [1] в 2015 году объем потребления полимерных композиционных материалов в строительной индустрии составил 18% мирового объема потребления, а к 2020 году основным потребителем этих материалов станет транспортная инфраструктура. Отрасль транспортного строительства использует такие преимущества полимерных композиционных материалов, как высокая удельная прочность, повышенная стойкость к действию агрессивных условий эксплуатации, характерных для объектов транспортного строительства. Если для оценки свойств строительных материалов использовать такое понятие, как «коэффициент конструктивного качества» [1], то получим следующие данные (таблица 1):

**Таблица 1**

**Коэффициенты конструктивного качества строительных материалов  
(составлена авторами по данным [1])**

Материал	Значение коэффициента конструктивного качества
Кирпичная кладка	0,02
Бетон класса В 10	0,06
Сталь марки Ст3	0,5
Сосна	0,7
Дюралюминий	1,6
Композиционный материал	2,2

Интересны также сравнительные данные по возведению перильных ограждений [1]. Замена чугунных ограждений на конструкции из полимерных композиционных материалов приводит к снижению стоимости монтажных работ с 13200 рублей за погонный метр до 2500 рублей, транспортные расходы снижаются с 880 рублей за погонный метр до 50 рублей, а эксплуатационные расходы сокращаются с 8200 рублей за погонный метр до 1300 рублей, то есть суммарно вспомогательные расходы ниже почти в 6 раз.

Одним из направлений, где особенно эффективными могут оказаться полимерные композиционные материалы - строительство мостов, особенно малых.

Известно [2], что по данным Росстата в конце 2014 года в РФ насчитывалось 42 тысячи автодорожных мостов и путепроводов общей протяженностью 2,1 млн. погонных метров. На железных дорогах РФ имеется 30,5 тысяч мостов и путепроводов общей протяженностью 993 тысячи погонных метров. То есть на территории нашей страны всего 72,5 тысячи железнодорожных и автодорожных мостов. При этом в США только железнодорожных мостов насчитывается 100 тысяч, а вместе с автодорожными 600 тысяч. То есть в РФ автодорожных мостов почти в 12 раз меньше, чем в США. Так как в РФ протекает 2,8 миллиона рек, а в США только 250 тысяч рек, то если в США приходится в среднем 2,4 моста

на одну реку, то в РФ на одну реку приходится 0,026 моста, то есть в 92 раза меньше, чем в США.

Этот небольшой анализ показывает, что рынок мостов в России весьма велик. Кроме того, как уже отмечалось, существующий парк мостовых сооружений весьма сильно изношен и нуждается если не в замене, то в реконструкции и капитальном ремонте. И вот в этой сфере полимерные композиционные материалы могут проявить себя весьма эффективно, так как в состоянии обеспечить и высокую эксплуатационную надежность, и значительную долговечность.

В то же время заметим, что современные нормативные документы относятся довольно осторожно к вопросу применения полимерных композиционных материалов в мостовых сооружениях.

Например, в пункте 5.4 Свода Правил СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы (Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84)» отмечается: «Мосты и трубы следует проектировать капитального типа. При проектировании пешеходных мостов, а также при реконструкции и усилении мостов (кроме железнодорожных) допускается применять полимерно-композиционные материалы».

Судя по этому замечанию полимерные композиционные материалы допускается применять только при создании пешеходных мостов, но нельзя применять при создании автодорожных и железнодорожных мостов. Также полимерные композиционные материалы можно применять при реконструкции и усилении только пешеходных и автодорожных мостов.

Положение спасает определенная юридическая коллизия, отмеченная еще в работе [3], цитату из которой приведем здесь: «В связи с нерасторопностью российских законодателей в настоящее время проектировщики поставлены в тяжелые условия. С одной стороны, согласно закону ФЗ № 184 «О техническом регулировании», подписанному президентом РФ В.В. Путиным, проектные и другие организации должны разрабатывать и закладывать в проекты решения и технологии, соответствующие современному уровню развития науки и техники. С другой стороны, для недостаточно квалифицированных организаций было выпущено распоряжение Правительства РФ №1047-р от 21 июня 2010 г. о применении на обязательной основе ряда разделов рекомендательных нормативных документов. Возникает юридический казус, состоящий в том, какой документ выше рангом: подписанный Президентом РФ и имеющий статус закона или подписанное Председателем Правительства В.В. Путиным распоряжение, являющееся подзаконным актом и в ряде случаев вступающее в противоречие с законом? По логике вещей - первый. Так что ссылка на более слабый документ свидетельствует о боязни или нежелании разобраться в сути дела и принять на себя, как это положено, ответственность за применение современных инновационных технологий».

Так как Свод Правил «СП 35.13330.2011 МОСТЫ И ТРУБЫ Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84» является национальным стандартом, то есть рекомендательным документом, то квалифицированные инженеры должны применять его не слепо, а понимая важность внедрения новых материалов, конструкций и технологий.

То есть мы полагаем, что при наличии надежных экспериментальных данных о механических свойствах полимерных композиционных материалов, результатов экспериментов, в которых исследовалось поведение конструкций из этих материалов, применении надежных программ, опирающихся на корректные методики расчета конструкций из полимерных композиционных материалов эти материалы можно применять при проектировании мостовых сооружений.

## 1. Направления применения современных композиционных материалов в транспортном строительстве

Можно отметить четыре направления использования полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве и конкретно в мостостроении.

**Первое направление** связано с изготовлением целых мостовых сооружений или их элементов (пролетных строений, плит проезжей части, тротуарных настилов, и т.д.) из полимерных композиционных материалов.

Следует отметить, что достаточно подробный обзор состояния проблемы применения полимерных композиционных материалов для изготовления целых мостовых сооружений или некоторых их элементов приведен в статье авторов [4].

В работе [5] отмечается, что в Голландии построено более 40 мостов из полимерных композиционных материалов, а в США более 300 мостовых сооружений с элементами из полимерных композиционных материалов.

Можно отметить следующие преимущества мостов из полимерных композиционных материалов:

- отсутствие деформаций при действии рабочего диапазона температур;
- коррозионная стойкость, легкость содержания и помывки водой;
- достаточно высокая огнестойкость;
- меньшая высота пролетного строения и меньшее его давление на опоры и как результат, более легкие и эффективные опоры;
- достаточно простой монтаж при использовании менее грузоподъемной техники;
- большая простота доставки более легким монтажных единиц мостовых конструкций;
- возможность снижения затрат рабочей силы с возможностью выполнения ручной сборки в труднодоступных местах.

Отметим, что опыт применения полимерных композиционных материалов в мостостроении рассмотрен в диссертационной работе А.Н. Иванова [6].

В статье индийских исследователей [7] отмечается, что полимерные композиционные материалы должны обладать долговременной механической прочностью, быть доступными в больших количествах при высоком качестве, допускать беспрепятственную замену традиционных материалов, не оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду и быть рентабельными. В подавляющем большинстве случаев полимерные композиционные материалы удовлетворяют этим требованиям, и, кроме того, имеют и еще ряд преимуществ, в том числе: обладают коррозионной стойкостью, водостойкостью и сопротивляются биологической коррозии; имеют малый удельный вес; их перевозка и установка относительно недороги; обладают стойкостью к воздействию ультрафиолетового излучения; обладают требуемой огнестойкостью; нет необходимости в их дополнительном обслуживании; имеют минимальную остаточную стоимость в случае утилизации; непривлекательны в качестве объекта похищения; сохраняют неизменными размеры и точность изготовления в течение срока эксплуатации; обладают ударостойкостью, безопасны при перевозке.

Представляет определенный интерес отчет о НИР «Разработка альбома типовых решений надземных пешеходных переходов с применением цельномонолитных пролетных строений из полимерных композитных материалов», подготовленный ООО «Руссинтэк» в

2015 году [8]. В этой работе отмечается, что «цельномонолитные пролетные строения из полимерных композитных материалов являются конструкциями индивидуального проектирования, что обусловлено отсутствием базы типовых конструкций надземных пешеходных переходов над автомобильными дорогами, и, в свою очередь, приводит к увеличению сроков проектирования и ввода сооружения в эксплуатацию в целом». Разработка же типовых решений для таких конструкций позволит упростить их проектирование, уменьшить трудоемкие инженерные расчеты, сократит длительность проектирования, расширит область их применения. Можно сказать, что авторы использовали известный опыт еще советских времен, когда были разработаны типовые конструкции пролетных строений железобетонных мостов и опор и задача проектировщика мостового сооружения сводилась к «привязке» проекта к месту перехода через препятствие. В альбоме типовых решений рассматриваются балки пролетного строения длиной 12,0 м, 15,0 м, 18,0 м, 20,0 м, 21,0 м, 22,0 м, 23,0 м, 24,0 м, 24,0 м, 25,0 м, 26,0 м, 27,0 м шириной 2,25 м и 3,0 м. Для расчета пролетных строений использовался конечно элементный программный комплекс MSC Nastran. В качестве полимерного композитного материала рассматривались стеклокомпозиты, при этом учитывалось ухудшение свойств материала с течением времени с помощью поправочных коэффициентов. В заключении авторы не совсем корректно указывают, что расчет был произведен по предельным состояниям. На самом деле из-за статической неопределимости конструкции пролетного строения расчет производился с помощью метода конечных элементов на рабочую, а не предельную нагрузку, а затем полученные напряжения (или деформации) сравнивались с нормативными сопротивлениями (или предельными деформациями).

Правда нас несколько удивило то обстоятельство, что первая редакция альбома типовых решения была направлена на экспертизу в такие организации, как: ОАО «Тверьстеклопластик»; ФКУ «Центравтомагистраль»; ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»; «Инженерно-строительный институт Сибирского федерального университета (ИСИ СФУ)». Насколько мы понимаем, ни в одном из указанных учебных заведений не ведется подготовка инженеров - мостовиков, а значит, нет специализированных мостовых кафедр, которые могли бы оценить корректность расчетов и проектных решений, а остальные организации не занимаются проектированием мостовых сооружений, а значит, не в состоянии оценить правильность представленных результатов. Вероятно, следовало бы направить этот альбом на рецензию в специализированные мостовые проектные организации, начиная с НИЦ «Мосты» ЦНИИС.

**Второе направление** связано с применением неметаллической композитной арматуры для армирования бетонных конструкций. Причем арматура может быть и стержневая и полосовая и трубчатая, и жесткая и гибкая (текстильная).

История применения арматуры из полимерных композиционных материалов для армирования бетонных конструкций кратко освещена в работе [9]. Там же отмечается, что за рубежом первыми, кто разработал принципы проектирования бетона, армированного полимерной композитной арматурой, были японцы [10]. В бюллетене [9] приведен обширный список рекомендательных документов, разработанных позднее в Японии, США, Канаде, Европе.

В России, как отмечается в статье [11], арматура из полимерных композиционных материалов начала применяться с 1970 годов прошлого века. На основе исследований, проведенных под руководством Фролова И.П., и описанных позднее в монографии [12] был разработан документ [13], с использованием которого довольно долгое время производился расчет бетонных конструкций, армированных стеклопластиковой арматурой.

Обзор отечественных и зарубежных нормативных документов по состоянию на 2012 год выполнен сотрудником НИИЖба Д.В. Кузевановым [14]. В этом обзоре кратко рассмотрена хронология работ и выпуска документов по применению арматуры из полимерных композиционных материалов, рассмотрены типы неметаллической композитной арматуры (углепластиковая, стеклопластиковая, органопластиковая, базальтопластиковая и гибридная), способы создания внешнего покрытия - профиля арматуры (навивкой дополнительных волокон, деформированием арматурных стержней, покрытием их песком), типы захватных и анкерных устройств, кратковременные и частично длительные свойства арматуры.

Справедливо отмечено, что нормы и рекомендации по расчету армобетонных конструкций в основном являются не всегда обоснованной модификацией документов по расчету железобетонных конструкций, основанных на использовании принципа расчета по предельным состояниям.

Большая работа по исследованию особенностей применения неметаллической композитной арматуры для армирования бетонных конструкций проводится под руководством В.Ф. Степановой [15, 16, 17 и др.], в работах которой анализируются вопросы применения полимерных композиционных материалов при изготовлении, усилении, ремонте бетонных и железобетонных конструкций и за рубежом и в России; также намечены направления развития нормативного пространства в области применения полимерных композиционных материалов.

К этому же направлению относится и применение полимерных композиционных материалов для изготовления трубобетонных элементов конструкций с оболочкой из полимерных композиционных материалов, которая выполняет одновременно функции и арматуры и опалубки.

Обзор состояния проблемы применения полимерных композиционных материалов для изготовления трубобетонных мостовых элементов конструкций приведен в статьях [18-24].

В статье [18] рассматривается задача создания несущих элементов мостовых сооружений из трубчатых конструкций, изготовленных из полимерных композиционных материалов и заполненных бетоном. Указывается, что стеснение бетонного ядра оболочкой из полимерного композитного материала приводит в процессе нагружения к повышению прочности трубобетонного элемента, так как такая оболочка лучшие условия для работы бетона под нагрузкой, а кроме того, защищает элемент от коррозии. Приводится пример арочного моста с несущими конструкциями из трубобетонных арок, перекрытых гофрированным листом из полимерного композиционного материала с последующей грунтовой засыпкой. Описаны результаты зарубежного эксперимента [19] по изучению поведения трубобетонных арочных конструкций с оболочкой из полимерных композиционных материалов и результаты компьютерного моделирования поведения данной конструкции. Исследованию поведения трубобетонных конструкций с оболочкой из полимерного композиционного материала посвящена диссертация [20], а вопросы применения таких трубобетонных конструкций при изготовлении мостов малых и средних пролетов рассмотрены в диссертации [21].

В статье [22] описана методика и результаты испытаний трубобетонной арки оболочкой из полимерного композиционного материала в Саратовской области. При проведении испытаний обращалось внимание на возможность несимметричной потери устойчивости арочной конструкции в процессе нагружения, что и подтвердилось при испытаниях. Далее в статье рассмотрена одна из возможных технологий создания арочного моста с трубобетонными несущими элементами.

В статье [23] описана технология организации и проведения мониторинга арочного моста с трубобетонными несущими элементами с оболочкой из композиционных материалов на примере моста, рассмотренного в работе [24].

Серия статей [25-41] под общим названием «О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов» посвящена анализу мирового опыта применения различных материалов в трубобетонных и иных конструкциях, в которых бетон работает в пространственно-напряженном состоянии за счет ограничения деформаций, создаваемых оболочкой из разных материалов. В статьях [25, 26] рассмотрены особенности работы трубобетонного элемента с металлической оболочкой, способы обеспечения совместной работы металлической оболочки и бетонного ядра, а также современное состояние проблемы расчета трубобетонных конструкций с металлической оболочкой.

В статье [27] проанализирован опыт применения полимерных композиционных материалов в трубобетонных конструкциях, а в статье [28] рассмотрены вопросы применения трубобетонных свай с оболочкой из полимерных композиционных материалов для изготовления мостовых опор и пролетных строений.

**Третье направление** связано с применением композиционных материалов для усиления существующих металлических и железобетонных мостовых сооружений.

Это направление применения полимерных композитных материалов подробно рассматривать не будем, а сошлемся на статьи [29-32], в которых приведен достаточно подробный обзор и анализ состояния вопроса.

**Четвертое направление** - применение полимерных композиционных материалов в малонагруженных изделиях и конструкциях (перильное ограждение, водоотводные лотки, мачты освещения и т.д.).

По этому направлению весьма мало публикаций в виде статей, поэтому сошлемся на работы [33, 34], а также укажем, что нам не встретились публикации, посвященные расчетному анализу и прочностным испытаниям таких малонагруженных конструкций из полимерных композиционных материалов.

## 2. Расчетные механические характеристики материалов

При внедрении новых материалов возникают повсеместные трудности, связанные с отсутствием нормативной базы и утвержденных методик оценки применимости новых материалов для решаемого спектра задач. Тем, кто пытается найти решение нестандартных задач или просто ищет пути внедрения перспективного материала, нередко приходится продвигаться на ощупь для поиска ответа на ряд вопросов.

Таковым, во-первых, является подтверждение того, что новый материал действительно способен оправдать возложенные на него ожидания в области надежности и долговечности.

Во-вторых, встает вопрос учета всех возможных воздействий и расчетных случаев, которые могут быть более расширенными, или даже отличаться от расчетных случаев, присущих «традиционным материалам».

Для примера, в авиационном строительстве существует такое понятие, как авиационный паспорт материала, который включает в себя перечень стандартных испытаний на эксплуатационные воздействия и дополнительные испытания, которым будут подвергаться исключительно те конструкции и тех самолетов, для которых разрабатывается материал (например, проверка на стойкость к химическим реагентам, входящим в состав новых средств дегазации).



Третьим препятствием на пути нововведений встает придание материалу легитимного статуса. Есть и иные вопросы, на которые приходится отвечать методом проб и ошибок.

Остановимся на вопросе определения расчетных величин механических характеристик новых материалов для расчета несущих конструкций.

Согласно нормативным документам, в частности статьи 7 «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений», посвященной требованиям механической безопасности, строительные конструкции должны обладать достаточной надежностью, чтобы на период всего жизненного цикла здания или сооружения не было прецедентов, связанных с нарушением нормальной эксплуатации, таких как:

- 1) разрушение отдельных несущих строительных конструкций или их частей;
- 2) разрушения всего здания, сооружения или их части;
- 3) деформации недопустимой величины строительных конструкций, основания здания или сооружения и геологических массивов прилегающей территории;
- 4) повреждения части здания или сооружения, сетей инженерно-технического обеспечения или систем инженерно-технического обеспечения в результате деформации, перемещений либо потери устойчивости несущих строительных конструкций, в том числе отклонений от вертикальности.

При расчете строительных конструкций в соответствии с принятой методикой расчета по предельным состояниям [35] рассматриваются три группы предельных состояний:

- первая группа предельных состояний - состояния строительных объектов, превышение которых ведет к потере несущей способности строительных конструкций;
- вторая группа предельных состояний - состояния, при превышении которых нарушается нормальная эксплуатация строительных конструкций, исчерпывается ресурс их долговечности или нарушаются условия комфортности;
- особые предельные состояния - состояния, возникающие при особых воздействиях и ситуациях и превышение которых приводит к разрушению зданий и сооружений с катастрофическими последствиями.

В нормах строго определена величина обеспеченности нормативных характеристик - 0,95 [35]. При этом указано, что для каждого предельного состояния требуется учитывать возможность отклонения нормативного значения от требуемого расчетного с помощью коэффициента надежности. Расчетные характеристики и коэффициент надежности допускается устанавливать непосредственно на основании экспериментальных данных. Эти величины должны учитывать масштабный фактор, отличие форм и размеров конструкций и образцов и т.д. Также эти характеристики должны учитывать, что при расчете ответственных конструкций обеспеченности 0,95 недостаточно. Однако нормативные данные о том, какой величины должна быть эта обеспеченность, отсутствуют.

Для традиционных материалов - бетонов, металлов и других, на основании многолетних опытов и наблюдений нормативными документами установлены величины коэффициентов для различных расчетных случаев. В случае необходимости применения нового сплава или нового состава бетона достаточно в лаборатории определить нормативные значения, а все необходимые коэффициенты можно взять из утвержденных расчетных методик.

Совсем иная ситуация для новых материалов. Нормативной базой не установлены требуемые величины обеспеченности расчетных характеристик новых материалов. Для транспортных сооружений эту величину можно найти в выпущенном в 1989 году документе [36], однако настоящий документ не является нормативным, на который можно сослаться.

В статье [37] отмечается, что руководства, технические условия, стандарты организаций по применению полимерных композиционных материалов для ремонта и усиления железобетонных конструкций рекомендуют принимать прочностные и деформативные характеристики холстов, ламелей, волокон и клеящих составов на основе государственного стандарта на испытание материалов [38] или на основе данных, представленным фирмами-производителями. Но ни стандарты, ни производители полимерных композиционных материалов не отвечают на вопросы о том, какова обеспеченность заявленных значений, как от этих значений перейти к нормативному и расчетному значению сопротивления осевому растяжению композиционного материала? Авторами [37] с использованием ряда экспериментов получено распределение прочностных характеристик для некоторых полимерных композиционных материалов и рекомендованы значения коэффициентов надежности для составляющих полимерного композиционного материала на основе углеродного волокна.

Отдельно следует отметить, что в ряде случаев результаты расчета конструкций, в которых применяются новые материалы, по методу предельных состояний не могут полностью отображать реальную работу конструкций. В таких случаях требуется осуществлять расчет с использованием иных методик или с внесением изменений в методику расчета по предельным состояниям.

Законодательством [39] в случае применения таких материалов и конструкций при строительстве реальных объектов прописана необходимость разработки и утверждения Специальных технических условий. Но следует отметить, что Специальные технические условия не разрабатываются в отношении новых материалов, изделий, конструкций и технологий, требования к которым не регламентированы действующими документами в области стандартизации [40].

Право на использование новых конструкций и материалов можно получить после разработки технического свидетельства. Техническое свидетельство на определенный материал или изделие, выданное Министерством регионального развития России, приравнивается к нормативно-техническому документу. Проектировщики, принимая решение о применении нового материала или изделия в проекте, вправе сослаться на Техническое свидетельство как на нормативный документ [41].

Для получения такого Технического свидетельства необходим перечень документов, включающий, в том числе и результаты испытаний, расчеты, заключения, копии российских и зарубежных сертификатов, и другие материалы, обосновывающие безопасность продукции и её компонентов.

Отдельным вопросом получения расчетного значения механических характеристик является необходимость учета таких моментов, как влияние эксплуатационных воздействий, длительных механических характеристик и др.

Таким образом, такая, казалось бы, привычная и тривиальная для опытного инженера проектировщика задача, как определение расчетного значения механической прочности по известному нормативному, в случае с новыми материалами, вроде полимерных композитов, может превратиться в целую научно-исследовательскую работу с комплектом теоретических исследований, лабораторных и натуральных экспериментов. И стоит все это весьма не дешево.

### 3. Нормативные характеристики материалов.

Как указывалось выше, в соответствии с действующим законодательством нормативные характеристики («Для материалов, прошедших приемочный контроль или сортировку», [35]), должны быть даны с обеспеченностью 0,95. Однако с этими требованиями знакомы далеко не все производители полимерных композиционных материалов (или же они предпочитают не замечать эти требования). Традиционной практикой является предоставление средних значений под видом нормативных, т.е. с обеспеченностью 0,5, а не 0,95. Этот фактор приводит к распространению множества сомнительных слухов, вроде позиции «равнопрочная замена стальной арматуры на композитную».

Приведем простой пример: группа компаний РУСКОМПОЗИТ распространяет «Технико-экономическое обоснование применения арматуры стеклянной композитной АСК при строительстве 5-ти этажного жилого дома». Для неподготовленного человека приводимые там цифры действительно впечатляют - временный предел прочности стали А-400 равен 360 МПа при 1200 МПа для арматуры АСК согласно таблице 2 этого документа. Однако не сложно заметить, что 360 МПа - это расчетное значение временного сопротивления, в то время как 1200 МПа - среднее (исходя из того, что в таблице 1 указано минимальное 1000 МПа). Если обратиться к справочной информации, то среднее значение для стали 35ГС может достигать 1220 МПа [11] при определенных условиях производства. Для стеклопластиковой арматуры АСК расчетное значение по приложению Л [11] будет равно 467 МПа для расчета на действие временной нагрузки и 300 для расчета на действие длительной нагрузки. Таким образом, предлагаемая в документе равнопрочная замена стальной арматуры на АСК арматуру меньшего диаметра вызывает серьезные сомнения. Как показано в докладе [12], для обеспечения равнопрочной замены металлической арматуры на композитную, последней требуется от 1,3 до 2,5 раз больше по площади сечения армирования в зависимости от конструкции. И это при том, что не учитывается сцепление арматуры с бетоном, где в случае с композитной арматурой так же не все так хорошо и указанные значения напряжений просто не будут достигнуты из-за проскальзывания арматуры.

Так, согласно данным испытаний, проводимых в БелдорНИИ [42], напряжения при среднем уровне сцепления арматуры с бетоном в конструкциях с ненапрягаемой арматурой в среднем не превышают 500 МПа.

### 4. Пожарная безопасность мостовых и других искусственных сооружений

В соответствии действующим законом [43] «Для зданий, сооружений, для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности, на основе требований настоящего Федерального закона должны быть разработаны специальные технические условия, отражающие специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащие комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности». В тоже время действующим сводом правил [44] к проектам мостовых сооружений предъявляются следующие требования:

- 1) обоснование и обеспечение требуемых пределов огнестойкости и классов пожарной опасности применяемых строительных конструкций;
- 2) технические решения по предотвращению воспламенения проливов легковоспламеняемых и горючих жидкостей на проезжей части мостовых сооружений, а также в подмостовом пространстве;
- 3) технические решения, направленные на обеспечение условий для эффективного тушения пожара;

- 4) технические решения по обеспечению пожарной безопасности зданий, сооружений и помещений, размещаемых в подмостовом пространстве;
- 5) организационно-технические мероприятия, направленные на предотвращение чрезвычайных ситуаций с угрозой возникновения пожара.

И если со вторым, третьим и последним хотя бы ясно, что требуется от проектировщика, то с остальными все не так просто. Для начала, остановимся на обосновании огнестойкости. Вернемся к действующему законодательству [43]. При детальном рассмотрении вопроса обоснования требуемой огнестойкости в соответствии с принципами, описанными в техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности, становится ясно, что такие требования для мостовых сооружений отсутствуют. В приведенной выше цитате из статьи 78 технического регламента [43] говорится про сооружения, но при дальнейшем анализе текста регламента становится ясно, что под сооружением подразумевается искусственное замкнутое пространство, внутри которого может находиться человек. В соответствии с этим требования огнестойкости обосновываются временем эвакуации людей.

Однако такой подход не подходит для мостовых сооружений, применительно к которым время эвакуации может быть весьма малым и его однозначно недостаточно для обоснования требований огнестойкости. Единственный документ, в котором предпринята попытка рассмотреть эту проблему, это московские нормы [45], распространяющиеся на путепроводы и эстакады, под которыми есть постройки.

В такой ситуации появляется следующее противоречие - свод правил [44] обязывает обосновывать пределы огнестойкости (а требования раздела 5 [44] обязательны для всех проектировщиков при прохождении государственной экспертизы проектной документации с 1 июля 2015 года [46]), в то время как нормативных документов, прописывающих эти требования, не существует, и потому в соответствии со статьей 78 [43] требуется разработка специальных технических условий. Однако обоснование требуемых пределов огнестойкости, кроме как по времени эвакуации, нигде больше не прописано.

В рамках работы по разработке новой конструкции мостового сооружения с применением полимерных композиционных материалов пришлось столкнуться с вышеупомянутой противоречивостью и обратиться за консультацией о возможности проведения испытаний на огнестойкость в ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Сотрудники лаборатории, проводящей испытания на огнестойкость, поделились информацией, что они никогда не проводили испытания мостовых сооружений, поскольку требования к ним отсутствуют.

То есть провести необходимые испытания на базе института возможно, но как оценить результат?

В связи с тем, что полимерные композиционные материалы боятся высокой температуры, и конструкция из них будет работать до тех пор, пока не будет достигнута температура стеклования, то такие испытания могут иметь смысл, но оценить результат испытаний невозможно. После консультации с одним из сотрудников государственной экспертизы было определено, что для прохождения экспертизы проекта достаточно предусмотреть защиту полимерных композиционных материалов от воздействия открытого огня. Этот вывод, а также отсутствие необходимости в разработке специальных технических условий подтвердили и в МЧС.

Из приведенного выше можно сделать только один вывод: на сегодняшний день отсутствует нормативные или методические рекомендации по оценке пожарной безопасности, в частности огнестойкости, мостовых сооружений или других искусственных сооружений,

внутри которых не предполагается нахождение человека. При этом нормами предъявляются требования дать обоснование и оценить достаточность мероприятий по обеспечению пожарной безопасности этих сооружений, что ставит в тупик, как самих проектировщиков, так и тех, кто должен контролировать верность принятых в проекте решений.

### 5. Проблемы применения полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве

Несмотря на то, что, казалось бы, преимущества применения полимерных композиционных материалов в России в целом и в отрасли транспортного строительства в частности очевидны (как и недостатки этих материалов), но наша страна очень сильно отстает от зарубежных стран и по производству полимерных композитных материалов, и по их применению в различных отраслях промышленности. По различным данным российский рынок в этой сфере составляет от 0,5 до 1%, в то время как доля Китая более 30%, а США более 40%.

Авторами статьи [47] проведен анализ с целью выявления наиболее значимых проблем в отрасли, связанной с производством полимерных композиционных материалов. В результате анализа сформулированы следующие проблемы [47]:

- недостаточная интенсивность замещения традиционных материалов и высокие экономические риски внедрения полимерных композиционных материалов;
- трудности с обеспечением конкурентоспособности продукции из полимерных композиционных материалов;
- проблема утилизации полимерных композиционных материалов;
- ограниченная ремонтпригодность и температура эксплуатации изделий из полимерных композиционных материалов;
- высокая конкурентоспособность со стороны зарубежных разработок;
- экологические проблемы, связанные с токсичностью компонентов связующих при производстве изделий и выделение химических веществ из изделий из полимерных композиционных материалов в процессе их эксплуатации.

Следует отметить, что не только в России, но и в мировом сообществе пока имеет место недостаточная интенсивность замещения традиционных материалов полимерными композиционными, что иллюстрируется рис. 2.

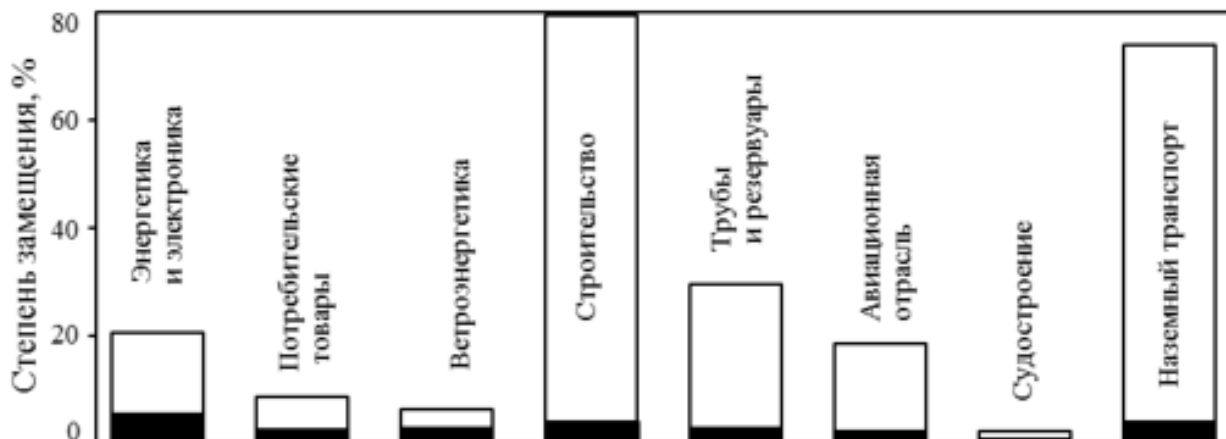


Рисунок 2. Степень замещения традиционных материалов полимерными композиционными в мире [47]

Кроме того, хотя об устойчивости полимерных композиционных материалов к действию эксплуатационных (в том числе агрессивных) сред много говорится и пишется, однако надежные, проверенные временем, а не ускоренными испытаниями, данные об изменении эксплуатационных характеристик в течение длительных сроков их эксплуатации отсутствуют.

В России пока еще недостаточно развитая нормативная база по применению полимерных композиционных материалов, недостаточный уровень подготовки инженерно-технического персонала для применения этих материалов, практически отсутствует технология внедрения инновационных решений в производство, причем не только отечественной разработки, но и иностранных технологий, уже доказавших свою эффективность, отсутствует отечественное оборудование по производству изделий из полимерных композиционных материалов.

### Заключение

К имеющимся проблемам можно добавить еще и следующие:

- отсутствуют книги, справочные пособия по проектированию конструкций с применением полимерных композиционных материалов, тем более учебники и пособия для подготовки специалистов по применению полимерных композиционных материалов в транспортном строительстве;
- отсутствуют качественные учебные программы для подготовки квалифицированных специалистов, а во многих вузах отсутствует современная учебная и научная экспериментальная база, позволяющая производить научные исследования применения полимерных композиционных материалов на современном уровне;
- отсутствуют специалисты, имеющие достаточный опыт испытания изделий с применением полимерных композиционных материалов, а также владеющие достаточной информацией по этой проблеме для квалифицированного обучения студентов;
- практически отсутствуют специальные полигоны для испытания образцов изделий из или с применением полимерных композиционных материалов с целью определения их несущей способности и долговечности, а также с целью обучения специалистов технологиям изготовления изделий, их установки, эксплуатации, ремонта и утилизации при необходимости;
- проектные организации не имеют опыта проектирования конструкций с применением изделий из полимерных композиционных материалов, отсутствуют методические рекомендации, типовые разработки;
- строительные организации также не имеют опыта монтажа конструкций с применением полимерных композиционных материалов в зависимости от температурных условий региона строительства;
- отсутствуют сметные нормативы на применение конструкций с использованием полимерных композиционных материалов, а эти нормативы могут появиться только после определенного набора информации об их применении;

- отсутствуют региональные каталоги полимерных композиционных материалов и конструкций с их применением, с указанием областей их эффективного применения;
- не проводится в достаточном количестве научно-исследовательские работы по разработке и применению конструкций с использованием полимерных композиционных материалов, по исследованию их кратковременных и длительных свойств, в силу чего и нормативные документы базируются на недостаточном экспериментальном материале;
- только начинает систематизироваться разрозненная информация о поведении конструкций из или с применением полимерных композиционных материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каблов Е.Н. Композиты: сегодня и завтра // Металлы Евразии. 2015. №1, с. 36-39.
2. Жолобова Мария. Почему в России мало мостов? <http://www.rbc.ru/newspaper/2016/05/25/573de5139a79478774746561>.
3. Овчинников И.Г., Овчинников И.И. Проблемы внедрения современных инновационных решений в транспортном строительстве // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 10, Иннов. деят. Вып. 7. 2012. с. 105 - 109.
4. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 3. Опыт применения полимерных композитных материалов в мостостроении // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/27TVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/27TVN515.
5. Мосты из композитных материалов. <http://prometkon.ru/mosty-iz-kompozitnykh-materialov/>.
6. Иванов А.Н. Совершенствование конструкции и методики расчета пролетных строений мостов с несущими элементами из композиционных материалов. Дисс. канд. техн. наук. Новосибирск. 2015. 183 с.
7. Гутам Бхатгачария, Нрипати Раньян Боуз. Применение современных армированных композитных материалов в мостах и конструкциях// Мостостроение мира. 2014. №3, с. 20-29.
8. Отчет о НИР «Разработка альбома типовых решений надземных пешеходных переходов с применением цельномонолитных пролетных строений из полимерных композитных материалов». ООО «Руссинтэк». 2015. 59 с.
9. Fibre reinforced polymer reinforcement for concrete structures. Technical report prepared by a working party of Task Group 9.3. Bulletin 40. Fib - International Federation for Structural concrete. 2007. 151 p.
10. Recommendation for design and construction of concrete structures using continuous fibre reinforcing materials. Research Committee on Continuous Fiber Reinforcing Materials, Japan Society of Civil Engineers, Tokyo, Japan. 1997.
11. Гиздатуллин А.Р., Хусаинов Р.Р., Хозин В.Г., Красникова Н.М. Прочность и деформативность бетонных конструкций, армированных полимеркомпозитными стержнями // Инженерно-строительный журнал. 2016. №2 (62). С. 32-41.

12. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции // Стройиздат. М. 1980. 105 с.
13. Р-16-78, Рекомендации по расчету конструкций со стеклопластиковой арматурой, Москва: НИИЖБ, 1978. 17 с.
14. Кузеванов Д.В. Научно-технический отчет «Конструкции с композитной неметаллической арматурой. Обзор и анализ зарубежных и отечественных нормативных документов», 2012 г. [Электронный ресурс] // НИИЖБ им. А.А. Гвоздева Лаборатория №2 URL: <http://www.niizhb2.ru/Article/nka2012.pdf> (дата обращения 4.11.2016).
15. Степанова В.Ф., Степанов А.Ю. Неметаллическая композитная арматура для бетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. №1. С. 45-47.
16. Степанова, В.Ф. Арматура композитная полимерная / В.Ф. Степанова, А.Ю. Степанов, Е.П. Жирков. - М.: Изд-во АСВ, 2013. - 200 с.
17. Степанова В.Ф. Перспективы применения композитов в производстве бетона и железобетона // Технологии бетонов. 2015. №9-10. С. 8-9.
18. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Чесноков Г.В., Шадрин О.В. Применение заполненных бетоном трубчатых конструкций из фиброармированных пластиков в транспортном строительстве: Часть 1. Исследование применимости фибропластиков для создания арочной мостовой конструкции // Интернет-журнал "Науковедение" №4 (23), 2014. июль-август. с. 1-25. Идентификационный номер статьи в журнале 102TVN414.
19. Daniel J. Bannon, Habib J. Dagher, Roberto A. Lopez-Anido. Behavior of Inflatable Rigidified Composite Arch Bridges // COMPOSITES & POLYCON 2009. American Composites Manufacturers Association. January 15-17, 2009. Tampa, FL USA. p. 1-6.
20. Fam, A.Z., "Concrete-Filled Fibre-Reinforced Polymer Tubes for Axial and Flexural Structural Members" Doctoral Dissertation, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada, 2000. 294 p.
21. Burgueño, R., "System Characterization and Design of Modular Fiber Reinforced Polymer (FRP) Short- and Medium-Span Bridges" Doctoral Dissertation, University of California, San Diego, 1999. 587 p.
22. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Чесноков Г.В., Феоктистов С.А. Применение заполненных бетоном трубчатых конструкций из фиброармированных пластиков в транспортном строительстве: Часть 2. Отечественные исследования заполненных бетоном фибропластиковых арок и технология сооружения мостов с применением фибропластиковых арок // Интернет-журнал "Науковедение" №4 (23), 2014. июль-август. с. 1- 34. Идентификационный номер статьи в журнале 103TVN414.
23. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Чесноков Г.В., Применение заполненных бетоном трубчатых конструкций из фиброармированных пластиков в транспортном строительстве: Часть 3. Мониторинг мостового сооружения, изготовленного с применением заполненных бетоном фибропластиковых арочных труб // Интернет-журнал "Науковедение" №4 (23), 2014. июль-август. с. 1 - 24. Идентификационный номер статьи в журнале 104TVN414.
24. Brooke H. Quinn, Scott A. Civjan, Andrew Lahovich, Sergio F Breña, Shoukry Elnahal. Monitoring of the First "Bridge-in-a-Backpack" Bridge in Massachusetts // TRB 2013 Annual Meeting. P. 1 - 16.



25. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/95TVN415.
26. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 2. Расчет трубобетонных конструкций с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/112TVN415.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/112TVN415.
27. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 4. Опыт применения трубобетонных свай с оболочкой из полимерных композиционных материалов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №6 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/148TVN615.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/148TVN615.
28. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 5. Опыт применения трубобетонных арок и гибридных конструкций с оболочкой из полимерных композиционных материалов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №1 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/02TVN116.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/02TVN116.
29. Овчинников И.Г., Валиев Ш.Н., Овчинников И.И., Зиновьев В.С., Умиров А.Д. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами: 1. Экспериментальные исследования особенностей усиления композитами изгибаемых железобетонных конструкций // Интернет-журнал «Науковедение» 2012, №4, <http://naukovedenie.ru/PDF/13tvn412.pdf>. - М. с. 1- 22.
30. Овчинников И.Г., Валиев Ш.Н., Овчинников И.И., Зиновьев В.С., Умиров А.Д. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитами: 2. Натурные исследования усиления железобетонных конструкций композитами, возникающие проблемы и пути их решения // Интернет-журнал «Науковедение» 2012, №4, <http://naukovedenie.ru/PDF/14tvn412.pdf>. - М. с. 1- 37.
31. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Татиев Д.А., Покулаев К.В. Усиление металлических конструкций фиброармированными пластиками: часть 1. состояние проблемы // Интернет-журнал "Науковедение" №3, 2014. Май-июнь. с. 1 - 27. Идентификационный номер статьи в журнале 19TVN314.
32. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Татиев Д.А., Покулаев К.В. Усиление металлических конструкций фиброармированными пластиками: часть 2. Применение метода предельных состояний к расчету растягиваемых и изгибаемых конструкций // Интернет-журнал "Науковедение" №3, 2014. Май-июнь. с. 1 - 23. Идентификационный номер статьи в журнале 20TVN314.
33. Композиты - это будущее! (интервью с Б.Б. Мандриком-Котовым, ООО «ПГМ - Городское пространство») // Дороги. Инновации в строительстве. 2014. №42. с. 82-83.

34. Савкин Д.А. Перильные ограждения из композитных материалов - эффективные решения // Дорожники. 2015. №3. с. 54-55.
35. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. М.: Стандартинформ, 2015. 14 с.
36. Рекомендации по оценке и обеспечению надежности транспортных сооружений. Всесоюзный ордена октябрьской революции научно-исследовательский институт транспортного строительства. Москва 1989. [http://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/41/41950/](http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/41/41950/).
37. Бокарев С.А., Власов Г.М., Неровных А.А., Смердов Д.Н. Коэффициенты надежности для композиционных материалов, применяемых для усиления железобетонных элементов мостовых конструкций // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. №2. С. 222-229.
38. 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. - М., 1981. - 8 с.
39. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», с изменениями и дополнениями по состоянию на 2 декабря 2016 г.
40. Постановление Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 1 июля 2002 года N 76 «О порядке подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий для применения в строительстве».
41. Сталь марки 35ГС [Электронный ресурс] URL: [http://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/35GS](http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/35GS).
42. Михайлова А.В. Область эффективного применения композитной арматуры в элементах конструкций искусственных сооружений на автомобильных дорогах на основании действующих нормативных документов». Доклады конференции «Искусственные сооружения. Новые технологии. Опыт внедрения». Новосибирск. 28 января 2016 года.
43. Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
44. СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*». М.: Изд-во ЦПС. 340 с.
45. МГСН 5.02-99 Проектирование городских мостовых сооружений. М. 2002. 70 с.
46. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года N 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"».
47. Дасковский М.И., Дориомедов М.С., Скрипачев С.Ю. Систематизация базисных факторов, препятствующих внедрению полимерных композиционных материалов в России (обзор), Труды ВИАМ, 2016, №5 (41), с. 44-52.

### **Ovchinnikov Ilya Igorevich**

Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, Saratov  
Moscow state automobile & road technical university  
Sochi branch, Russia, Sochi  
E-mail: [bridgeart@mail.ru](mailto:bridgeart@mail.ru)

### **Ovchinnikov Igor Georgievich**

Penza state university of architecture and construction, Russia, Penza  
Yuri Gagarin state technical university of Saratov, Russia, Saratov  
Perm national research polytechnic university, Russia, Perm  
E-mail: [bridgesar@mail.ru](mailto:bridgesar@mail.ru)

### **Mandrik-Kotov Boris Borisovich**

Penza state university of architecture and construction, Russia, Penza  
E-mail: [bmandrik@pgmsl.ru](mailto:bmandrik@pgmsl.ru)

### **Mikhaldykin Eugeny Sergeevich**

Research institute Grafit, Russia, Moscow  
E-mail: [emihaldikin@niigrafit.org](mailto:emihaldikin@niigrafit.org)

## **Problems of application of polymeric composite materials in transport construction**

**Abstract.** The paper notes that there are four main areas of application of polymeric composite materials in vehicle construction and in building bridges: the production of bridge structures or elements (superstructures, decks, paving decking, etc.), made of polymeric composite materials; the use of non-metallic composite rebar for reinforcement of concrete structures, They also include the shell of a polymeric composite material in the pipe-concrete structures; the use of composite materials for strengthening existing concrete and steel bridges; the use of composite materials in the lightly loaded structures (railings, drainage trays, etc.). The problem of determining the regulatory properties of polymer composite materials with the required degree of reliability as well as the issue of fire safety design of these materials are considered. Problems of application of polymeric composite materials in transport construction are discussed.

**Keywords:** polymer composite materials; non-metallic reinforcement reinforced polymer concrete; regulations; structures made of polymer composite materials; the problem of the use of composites