Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian journal of transport engineering <http://t-s.today/>

2016, Том 3, №4 / 2016, Vol 3, No 4 <http://t-s.today/issues/vol3-no4.html>

URL статьи: <http://t-s.today/PDF/01TS416.pdf>

DOI: 10.15862/01TS416 (<http://dx.doi.org/10.15862/01TS416>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Направления развития строительной механики мостовых и дорожных конструкций, развиваемые в Саратовском государственном техническом университете // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 3, №4 (2016) <http://t-s.today/PDF/01TS416.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/01TS416

For citation:

Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G. [Directions for the development of structural mechanics of the bridge and road constructions developed in the Saratov State Technical University] Russian journal of transport engineering, 2016, Vol. 3, no. 4. Available at: <http://t-s.today/PDF/01TS416.pdf> (In Russ.) DOI: 10.15862/01TS416

УДК 624.042

Овчинников Илья Игоревич

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратов¹
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

Направления развития строительной механики мостовых и дорожных конструкций, развиваемые в Саратовском государственном техническом университете

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы строительной механики мостовых дорожных и других конструкций, большинство которых развивалось на кафедре «Мосты и транспортные сооружения» и продолжает развиваться на кафедре «Транспортные сооружения» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. Одно из направлений – строительная механика конструкций, взаимодействующих с агрессивными средами. Отмечается, что была разработана методология построения моделей деформирования и разрушения конструкций, взаимодействующих с агрессивными эксплуатационными средами, основанная на использовании феноменологического подхода, согласно которому обобщенная модель поведения конструкции в агрессивной среде включает несколько моделей: 1) модель конструкции с техническими гипотезами о характере её деформированного состояния; 2) модель проникания агрессивной среды и воздействия ее на материал конструкции, приводящего к деструкции материала; 3) модель деформирования материала с учетом воздействия агрессивных сред; 4) модель разрушения, трактуемого как накопление повреждений. С использованием описанного подхода разработаны модели

¹ 410054, Саратов, Политехническая 77

деформирования и разрушения конструкций, подвергающихся высокотемпературной водородной коррозии, низкотемпературному наводороживанию и коррозионному растрескиванию, воздействию жидких металлов типа натрия, лития, сурьмы, модели деформирования тонкостенных оболочечных конструкций, подвергающихся коррозионному износу в неоднородном температурном поле, а также модели прочностного расчета сложных стержневых и трубопроводных конструкций с учетом коррозионных повреждений. Был построен обширный класс моделей деформирования стержневых, балочных, пластинчатых, оболочечных армированных конструкций, подвергающихся карбонизации, хлоридной, сульфатной агрессии, коррозионному растрескиванию, совместному воздействию различных агрессивных сред, разработана методология расчета армированных конструкций с учетом деструктирующего воздействия агрессивных факторов, произведено численное моделирование напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций с учетом наведенной и изменяющейся с течением времени неоднородности и деформационной анизотропии, вызванной совместным воздействием нагрузок и агрессивных сред. Рассмотрена проблема построения и применения вероятностных моделей деформирования и деградации железобетонных мостовых конструкций с учетом деструктирующего воздействия агрессивных сред. Рассмотрена проблема построения и исследования моделей деформирования многослойных конструкций применительно к дорожным одеждам на ортотропной и железобетонной плите мостового сооружения, а также задача расчетного обоснования конструкций мостовых деформационных швов. Рассмотрены такие направления строительной механики как экспериментальные исследования и разработка методов расчета железобетонных и металлических конструкций, усиливаемых с применением полимерных композиционных материалов, анализ работы трубобетонных конструкций с оболочкой либо из металла, либо из полимерного композиционного материала. В заключение сформулирован ряд постановок новых задач, решение которых представляет интерес для транспортного строительства

Ключевые слова: строительная механика; мостовые конструкции; агрессивная среда; модели деформирования; дорожные одежды; деформационные швы; армированные конструкции; деградация железобетонных конструкций; трубобетон; полимерные композиционные материалы

Мы полагаем, что мостостроение в современном мире - это стремительно развивающаяся не только инженерная, но и научная отрасль. Особенно это видно на примере Японии. Острова Японского архипелага потребовалось соединить между собой уникальными мостовыми сооружениями, создание которых инициировало развитие материаловедения (создание современных высокопрочных бетонов и сталей повышенной прочности для канатов), стимулировало развитие современных методов расчета и компьютерного моделирования сложных инженерных сооружений с учетом реальных условий эксплуатации, деструктивных процессов, протекающих в материалах конструкций в течение их жизненного цикла; моделирование процессов создания сложных конструкций, их усиления современными материалами и так далее. В результате мостостроение стало современной лабораторией по отработке новых методов и технологий создания новых материалов, новых методов расчета, компьютерного и физического моделирования процессов создания, эксплуатации, утилизации сложных инженерных конструкций.

В настоящей статье рассмотрим в основном проблемы строительной механики мостовых, дорожных и других конструкций, большинство которых развивалось на кафедре «Мосты и транспортные сооружения» и продолжает развиваться на кафедре «Транспортные

сооружения» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Одно из направлений, активно развиваемых на кафедре, основы которого в свое время были заложены академиком Петровым В.В. и профессором Овчинниковым И.Г. – строительная механика конструкций, взаимодействующих с агрессивными средами.

Под руководством профессора Овчинникова И.Г. была разработана методология построения моделей деформирования и разрушения конструкций, взаимодействующих с агрессивными эксплуатационными средами, основанная на использовании феноменологического подхода, согласно которому обобщенная модель поведения конструкции в агрессивной среде включает несколько моделей: 1) модель конструкции с техническими гипотезами о характере её деформированного состояния; 2) модель проникания агрессивной среды и воздействия ее на материал конструкции, приводящего к деструкции материала; 3) модель деформирования материала с учетом воздействия агрессивных сред; 4) модель разрушения, трактуемого как накопление повреждений. Для построения этих моделей использовалась теория структурных параметров, согласно которой в дополнение к известным основным параметрам, характеризующим напряженно-деформированное состояние элементов конструкций (напряжение σ , деформация ϵ , поврежденность Π) вводятся дополнительные: C – параметр, характеризующий распределение агрессивной среды по объему конструктивного элемента (закон его распределения задается из уравнения массопереноса), μ – параметр химического взаимодействия, характеризующий степень завершенности химических превращений в материале конструкции, взаимодействующим с агрессивной средой (закон его распределения задается из решения кинетического уравнения химического взаимодействия), параметра коррозионной поврежденности δ , представляющего собой глубину коррозионного износа в точке поверхности конструкции.

С использованием описанного подхода разработаны модели деформирования и разрушения конструкций, подвергающихся высокотемпературной водородной коррозии [1], низкотемпературному наводороживанию и коррозионному растрескиванию [2], воздействию жидких металлов типа натрия, лития, сурьмы [3].

Ряд работ был посвящен построению моделей деформирования тонкостенных оболочечных конструкций, подвергающихся коррозионному износу в неоднородном температурном поле [4], а также прочностному расчету сложных стержневых и трубопроводных конструкций с учетом коррозионных повреждений [5]. В этой работе большое внимание уделено также применению метода конечных элементов к расчету сложных стержневых конструкций, подвергающихся коррозионному износу.

Значительный цикл исследований посвящен развитию теории прочности, надежности и долговечности резервуарных и трубопроводных конструкций [6, 7, 8].

Здесь следует отметить, что одними из важнейших направлений развития строительной механики на современном этапе являются: разработка новых и совершенствование существующих методик расчета, разработка новых и совершенствование известных расчетных схем сооружений с целью более полного и точного отражения реальных условий работы конструкций и действительных процессов деформирования и разрушения. Причем уточнение расчетных схем идет по всем направлениям - геометрические соотношения усложняются - становясь нелинейными и учитывая и большие перемещения и большие деформации, физические соотношения усложняются, учитывая нелинейное (упруго – пластическое, реономное) поведение материала, анизотропию, сдвиговые эффекты, динамическое поведение, управляемость конструкций.

Расчет ведется по дифференцированным расчетным схемам, а для корректного описания ситуаций, связанных со значительными градиентами напряжений используется моментная теория упругости. В дополнение к задачам с физической и геометрической нелинейностью все больший интерес и внимание начинают привлекать задачи с конструктивной нелинейностью (в которых расчетная схема изменяется в процессе деформирования конструкций, а величина нагрузки зависит от характера деформирования конструкций) и задачи с генетической нелинейностью (в которых расчетная схема конструкции изменяется в процессе создания конструкции).

Уточнение расчетных схем обычно означает их усложнение, что потребовало разработки разнообразных методов расчета. Ввиду значительной сложности конструкций методы их расчета в большинстве своем численные, со всеми их недостатками, главные из которых - необходимость выполнять значительные по объему вычисления и анализировать большие массивы чисел для того, чтобы извлечь из выполненных численных экспериментов понятные выводы. Поэтому весьма важной представляется разработка таких методик расчета, которые позволяют при относительно небольшой затрате сил и средств получать достаточно надежные результаты, применимые для сравнительного анализа и выбора более эффективных конструктивных решений.

К сожалению, во многих работах, посвященных решению нелинейных краевых задач строительной механики, не всегда понимается, что существуют две группы методов. Одна группа посвящена решению краевой (граничной) задачи (сюда можно отнести сеточные методы, метод конечных элементов, вариационные и вариационно-разностные методы и так далее). Другая группа методов позволяет «расправиться» с нелинейную часть решаемой задачи (сюда относятся методы типа упругих решений А.А. Ильюшина (последовательных приближений), переменных параметров упругости И.А. Биргера (переменных жесткостей), а также различные шаговые методы (включая методы продолжения по параметру, методы последовательных нагружений, методы последовательных возмущений параметров)).

При решении любой нелинейной краевой задачи мы вынуждены сочетать в каком-либо порядке методы решения краевой и нелинейной части задачи, тем самым разрабатывая методику решения нелинейной краевой задачи. По нашему мнению методика – это совокупность методов расчетного анализа, позволяющих достичь определенной расчетной цели.

Проблема построения моделей деформирования и разрушения армированных (железобетонных, полимербетонных, фибробетонных) конструкций, взаимодействующих с агрессивными эксплуатационными средами, представляет весьма большой интерес для отрасли транспортного строительства, в которой в течение длительного времени широко применяется железобетон, а в последнее время его новые разновидности – высокопрочный и сверхвысокопрочный бетон. Для мостовых конструкций наиболее агрессивными эксплуатационными средами являются среды, вызывающие карбонизацию, хлоридную и сульфатную коррозию, коррозионное растрескивание и водородное охрупчивание. Железобетон конструкций транспортных сооружений с течением времени подвергся деградации, в результате чего их несущая способность снижается, а долговечность уменьшается. Поэтому проблема прогнозирования поведения железобетонных конструкций транспортных и других сооружений в агрессивных эксплуатационных средах, проблема оценки остаточного ресурса поврежденных железобетонных конструкций приобретает особую актуальность и является весьма важным направлением развития строительной механики мостовых и дорожных конструкций.

Следует отметить, что ранее для расчета железобетонных конструкций весьма широко использовалась ставшая нормативной методика расчета по предельным состояниям (первой

или второй группы). Но современный анализ показывает, что расчеты на прочность по модели предельного состояния не вписываются в концепцию контроля существующих железобетонных конструкций в эксплуатационной стадии, ибо они контролируют работу конструкций в практически почти никогда не реализуемой ситуации и носят характер оценки предельных (интегральных) возможностей сечений железобетонных конструкций. Такой расчет имеет смысл в инженерной практике, но ему нужно придать иное содержание – он реализуется только один – два раза в жизни конструкции, когда выполняются испытания с доведением конструкции до разрушения.

Необходимость в таком расчете может возникнуть при анализе аварийной ситуации, когда потребуется выявить ее причины и установить фактическую прочность материала в момент аварии. Но выполнение расчета по предельным состояниям на действие эксплуатационных нагрузок и других эксплуатационных воздействий – это введение в заблуждение инженера о возможных в эксплуатации режимах работы конструкций. Другими словами, при расчете по предельным состояниям обычно предполагается, что эти состояния реализуются путем достижения нагрузкой некоторой предельной величины при неизменных других внешних воздействиях, в то время как в реальных условиях эксплуатации "предельное" состояние конструкции наступает вследствие изменения формы конструкции, размеров сечений элементов конструкции и свойств ее материала, а также накопления различных повреждений под влиянием условий эксплуатации. Поэтому расчеты железобетонных конструкций в эксплуатационной стадии должны учитывать кинетику происходящих деградиационных процессов, и те изменения расчетной схемы, к которым приводят и эти процессы, и другие эксплуатационные повреждения.

Такой подход, основанный на использовании деформационной теории, позволяющей корректно связать статическую, геометрическую и физическую стороны задачи расчета железобетонных конструкций, в последнее время активно развивается и в России, и за рубежом, где он уже используется в качестве рекомендуемого в Еврокодах.

Развитию этого направления строительной механики железобетонных конструкций применительно к отраслям транспортного, промышленного и гражданского строительства посвящено значительное количество исследований, проводимых на кафедрах «Мосты и транспортные сооружения» (МТС) и «Транспортное строительство» (ТСТ) СГТУ.

С целью анализа изменений и повреждений, вызываемых воздействием агрессивных эксплуатационных сред, был проведен обширный анализ экспериментальных данных по влиянию карбонизации, хлоридсодержащих, сульфатсодержащих сред на механические характеристики компонентов железобетона, на основании которого был развит общий подход к моделированию поведения армированных конструкций, взаимодействующих с агрессивными средами.

С использованием этого подхода был построен обширный класс моделей деформирования стержневых, балочных, пластинчатых, оболочечных армированных конструкций, подвергающихся карбонизации, хлоридной, сульфатной агрессии, коррозионному растрескиванию, совместному воздействию различных агрессивных сред, была разработана методология расчета армированных конструкций с учетом деструктирующего воздействия агрессивных факторов, создан ряд программных комплексов, с использованием которых произведено численное моделирование напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций с учетом наведенной и изменяющейся с течением времени неоднородности и деформационной анизотропии, вызванной совместным воздействием нагрузок и агрессивных сред на конструкции. Результаты этих исследований, относящихся к строительной механике железобетонных

конструкций, взаимодействующих с агрессивными средами, представлены в значительном количестве статей и в монографиях [9 - 18].

В последнее время проводятся активные поиски путей улучшения свойств армированных материалов на основе бетона. Одним из таких путей является использование фибробетона, обеспечивающего значительно большую трещиностойкость и долговечность мостовых сооружений. Ряд исследований кафедр посвящен развитию строительной механики фибробетонных конструкций. В статье [19] рассмотрены известные к тому времени подходы к моделированию поведения сталефибробетонных конструкций, находящихся в сложном напряженном состоянии. Исследования же, посвященные моделированию поведения фибробетонных конструкций при совместном действии нагрузки и агрессивной эксплуатационной среды, рассмотрены в монографии [20]. Для описания поведения фибробетона в условиях плоского напряженного состояния предложено использовать модель деформирования нелинейного изотропного неоднородного материала, неодинаково сопротивляющегося деформациям растяжения и сжатия [21].

В связи с деструктирующим воздействием радиационных факторов на железобетонные конструкции, весьма большой интерес представляет проблема моделирования поведения армированных конструкций, подвергающихся радиационному облучению. Развиваемый на кафедре МТС подход к моделированию поведения армированных конструкций в агрессивных средах оказался весьма эффективным и при расчете армированных конструкций, работающих в условиях деструктирующего воздействия радиационных факторов. Анализ экспериментальных данных по влиянию радиационных факторов на компоненты железобетона, построение моделей деформирования армированных конструкций в условиях совместного действия нагрузки и радиационного облучения рассмотрены в ряде публикаций, обобщенных в монографии [22].

Проблема прогнозирования поведения конструкций транспортных сооружений, подвергающихся воздействию агрессивных рабочих сред весьма актуальна в последнее время в связи с участвовавшими случаями аварий и разрушений конструкций под влиянием реальных условий эксплуатации. Для того, чтобы избежать внезапного наступления аварийных ситуаций, необходимо уметь расчетным путем оценивать возможность наступления таких ситуаций, то есть моделировать процессы деформирования и разрушения элементов конструкций с учетом реально действующих на них факторов. Весьма важной областью исследований является проблема моделирования коррозионного растрескивания как обычных, так и армированных конструкций. Это малоизученная и в теоретическом и в экспериментальном отношении область моделирования поведения конструкций, хотя причиной ряда непредсказуемых на первый взгляд разрушений конструкций и являлось коррозионное растрескивание высокопрочной арматуры в предварительно напряженных конструкциях. Проблема моделирования поведения армированных конструкций в условиях воздействия хлоридсодержащих сред и сред, вызывающих коррозионное растрескивание арматуры рассмотрена в монографиях [23, 18]. В них выполнен анализ экспериментальных данных по влиянию агрессивных сред на механические характеристики материалов транспортных сооружений, построена модель коррозионного износа арматуры, учитывающая влияние концентрации хлоридсодержащей среды; выполнено моделирование кинетики проникания хлоридсодержащих сред в армированные конструктивные элементы; разработано применение теории накопления повреждений к моделированию кинетики разрушения бетона с учетом воздействия агрессивной среды; выполнено моделирование работы пластинчатых армированных конструкций транспортных сооружений в условиях воздействия агрессивной среды; разработаны методики расчета напряженно-деформированного состояния и долговечности армированных конструкций в хлоридсодержащих средах; исследовано влияние различных схем нагружения и воздействия хлоридсодержащих сред на напряженное

состояние и долговечность армированных конструкций; разработано применение теории накопления повреждений Ю.Н. Работнова и теории длительной прочности А.Р. Ржаницына к описанию кинетики коррозионного растрескивания предварительно напряженной арматуры.

Так как и механические характеристики материалов, и геометрические параметры конструкций и коррозионных процессов имеют определенный разброс, то более корректные результаты будут получены при использовании вероятностных моделей для оценки надежности и прогнозирования поведения конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред. Проблема построения и применения вероятностных моделей деформирования и деградации железобетонных мостовых конструкций с учетом деструктирующего воздействия агрессивных сред рассматривается в работах [24, 25, 26]. Результаты проведенных исследований обобщены в монографии [27].

Обследование и анализ существующих конструкций дорожных одежд мостового полотна автодорожных мостов показывают, что традиционно применяемые конструкции дорожных одежд на мостовых сооружениях и технологии их расчета и проектирования не обеспечивают требуемой прочности и долговечности. Вследствие значительного влияния температуры, режима деформирования, рабочих сред на свойства конструктивных слоев, деформационно-прочностные характеристики материала этих слоев претерпевают в течение срока службы существенные изменения, связанные с колебаниями температуры, переменными условиями воздействия влажности и других факторов. Методы расчета многослойных конструкций применительно к мостовым сооружениям практически отсутствуют, а известные методы расчета дорожных одежд на земляном полотне не полностью отражают реальные условия их работы и практически не учитывают влияние температуры и агрессивной эксплуатационной среды. В качестве примера отметим тот факт, что при расчете дорожных одежд на земляном полотне механические характеристики асфальтобетона принимаются соответствующим 0°C , хотя в процессе эксплуатации диапазон изменения температуры составляет от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. При таком изменении температуры реальное поведение дорожной одежды значительно отличается от расчетного, что приводит к преждевременному выходу конструкции дорожной одежды из строя и (или) нерациональному расходу материалов.

В связи с этим весьма актуальной является проблема построения и исследования моделей деформирования многослойных конструкций применительно к дорожным одежам на ортотропной и железобетонной плите мостового сооружения. Рассмотрению таких проблем посвящены работы [28, 29, 30].

Весьма важной является задача расчетного обоснования конструкций мостовых деформационных швов, обеспечивающих качественное сопряжение пролетных строений друг с другом и с подходами, а также задача расчета и проектирования опорных частей мостовых сооружений, которые представляют собой весьма сложные конструкции, призванные передавать огромные нагрузки с пролетных строений на опоры. Задачи проектирования деформационных швов и опорных частей рассматривались в работах [31 - 35], а задачи расчета в работах [35 - 38] но проблема еще очень далека от своего решения, так как следует проектировать и рассчитывать деформационные швы и опорные части, долговечность которых была бы сопоставима с долговечностью пролетных строений и опор.

Интересным направлением в области строительной механики дорожных и мостовых конструкций является проблема управления напряженно-деформированным состоянием транспортных сооружений в процессе их эксплуатации. Этому направлению посвящены работы [39, 40].

Весьма интересными и важными направлениями строительной механики являются экспериментальные исследования и разработка методов расчета железобетонных и металлических конструкций, усиливаемых с применением полимерных композиционных материалов. Эти направления рассмотрены в публикациях [41 - 46].

В последнее время значительный интерес представляют исследования, посвященные анализу работы трубобетонных конструкций с оболочкой либо из металла, либо из полимерного композиционного материала. Вопросы анализа поведения трубобетонных конструкций и применения их в мостостроении рассмотрены в работах [47 - 54].

Область исследований, которой занимается строительная механика дорожных и мостовых сооружений, позволяет сформулировать еще ряд постановок задач, решение которых представляет интерес для транспортного строительства:

- расчет прочности и долговечности дорожных одежд с учетом их совместной работы с пролетными строениями мостовых сооружений, эффектов ползучести, накопления повреждений, воздействия температуры, агрессивной эксплуатационной среды, динамического характера нагружения;
- построение расчетных моделей и разработка методов расчета армированных конструкций, работающих в сложных агрессивных средах с использованием деформационного подхода и учетом работы защитных покрытий на арматуре и поверхности конструкций;
- разработка методов расчета долговечности металлических мостовых конструкций с учетом работы защитных покрытий и возможности их повреждения;
- оптимальное проектирование мостовых и дорожных конструкций с учетом деструктирующего воздействия агрессивной среды;
- построение моделей и разработка методов расчета мостовых и дорожных армированных конструкций при совместном действии ряда эксплуатационных факторов (нагрузки, температуры, совместного действия различных эксплуатационных сред);
- построение моделей деформирования и разработка методов расчета дорожных и мостовых конструкций, армированных геосинтетическими материалами, с учетом реальных воздействий;
- разработка методов расчета прочности и долговечности поврежденных, но отремонтированных или усиленных конструкций;
- разработка методов расчета мостовых сооружений, созданных с использованием принципов экологически рационального проектирования, бионического и геонического подходов, принципа «тенсегрити» [55 - 59].

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников И.Г., Хвалько Т.А. Работоспособность конструкций в условиях высокотемпературной водородной коррозии. Изд-во СГТУ. Саратов, 2003. 176 с.
2. Кабанин В.В., Мавзовин В.С., Овчинников И.И., Мавзовина С.Н. Моделирование коррозионного растрескивания оболочечных конструкций. Саратов. Изд-во СГУ. 2006. 124 с.

3. Кабанин В.В., Овчинников И.Г. Ползучесть и долговечность элементов конструкций с учетом влияния жидкометаллической среды. Саратов. Изд-во Саратов. ун-та. 2007. 100 с.
4. Кабанин В.В., Наумова Г.А., Овчинников И.И. Прочность оболочек вращения, подвергающихся коррозионному износу в неоднородном поле температур. Волгогр. гос. архит. – строит. ун-т. Волгоград. Изд – во ВолгГАСУ. 2007. 108 с.
5. Наумова Г.А., Овчинников И.Г. Расчеты на прочность сложных стержневых и трубопроводных конструкций с учетом коррозионных повреждений. СГТУ. Саратов. 2000. 227 с.
6. Овчинников И.Г., Кудайбергенов Н.Б., Шеин А.А. Эксплуатационная надежность и оценка состояния резервуарных конструкций. Саратов. гос. техн. ун-т. Саратов. 1999. 316 с.
7. Муравьева Л.В., Овчинников И.Г., Пшеничкина В.А. Оценка надежности трубопроводной конструкции с эксплуатационными повреждениями. Изд-во СГТУ. Саратов, 2004. 255 с.
8. Наумова Г.А., Овчинников И.Г., Снарский С.В. Расчет трубопроводных конструкций с эксплуатационными повреждениями. Волгоград. Научное издание. ВолгГАСУ, 2009. 184 с.
9. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Землянский А.А. Моделирование поведения железобетонных элементов конструкций в условиях воздействия хлоридсодержащих сред. Саратов. Изд - во СГТУ. 2000. 232 с.
10. Овчинников И.Г., Инамов Р.Р., Гарибов Р.Б. Прочность и долговечность железобетонных конструкций в условиях сульфатной агрессии. Изд-во СГУ. Саратов, 2001. 163 с.
11. Овчинников И.Г., Пшеничников М.С., Раткин В.В. Моделирование ползучести железобетонных элементов конструкций транспортных сооружений в агрессивных средах. Изд-во СГТУ. Саратов, 2001. 138 с.
12. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Гарибов Р.Б. Работоспособность сталежелезобетонных элементов конструкций в условиях воздействия хлоридсодержащих сред. Изд-во СГУ. Саратов, 2002. 155 с.
13. Овчинников И.Г., Кривцов А.В., Скачков Ю.П. Влияние хлоридсодержащих сред на прочность и долговечность пластин на упругом основании. Монография. ПензГАСА. Пенза. 2002. 214 с.
14. Гарибов Р.Б. Сопротивление железобетонных элементов конструкций воздействию агрессивных сред. Изд-во СГУ. Саратов, 2003. 228 с.
15. Овчинников И.Г., Дядькин Н.С. Расчет элементов конструкций с наведенной неоднородностью при различных схемах воздействия хлоридсодержащих сред. Монография. Изд-во СГТУ. Саратов, 2003. 220 с.
16. Маринин А.Н., Гарибов Р.Б., Овчинников И.Г. Моделирование напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов конструкций в условиях хлоридной коррозии и карбонизации. Саратов. Научное издание. Издат. Центр «Рица». 2008. 296 с.
17. Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Идентификация и верификация моделей коррозионных и деформационных процессов. Саратов: СГТУ, 2014. 164 с.

18. Овчинников И.И., Мигунов В.Н., Овчинников И.Г. Моделирование кинетики деформирования армированных конструкций в специальных эксплуатационных средах – Пенза, ПГУАС, 2014. – 280 с.
19. Овчинников И.Г. Сталефибробетон: механические свойства, модели деформирования // Транспортное строительство. 1998, №5, с. 7-9.
20. Пестряков А.Н., Овчинников И.Г., Горшков В.П. Пластины из фибробетона: эксперименты, модели деформирования, результаты расчета. Изд-во СГТУ. Саратов, 2004. 115 с.
21. Калиновский М.И., Овчинников И.Г. Построение модели деформирования сталефибробетона в плоском напряженном состоянии применительно к расчету водопропускных дорожных труб // Транспортное строительство. 2009. №6.
22. Овчинников И.Г., Матора А.В., Наумова Г.А. Напряженно-деформированное состояние армированных элементов конструкций при воздействии радиационных полей. Изд-во СГТУ. Саратов, 2004. 204 с.
23. Овчинников И.И., Наумова Г.А. Накопление повреждений в стержневых и пластинчатых армированных конструкциях, взаимодействующих с агрессивными средами. Волгогр. гос. архит. – строит. ун-т. Волгоград. Изд – во ВолгГАСУ. 2007. 272 с.
24. Межнякова А.В. Овчинников И.Г., Пшеничкина В.А. Оценка надежности железобетонных элементов конструкций мостовых сооружений. Учебное пособие. Саратов. Изд-во СГТУ. 2006. 67 с.
25. Межнякова А.В., Овчинников И.Г. Методы оценки долговечности армированных конструкций при действии нагрузок и агрессивных сред // Промышленное и гражданское строительство. №8. 2008. с. 54 – 55.
26. Овчинников И.Г., Межнякова А.В. Влияние вероятностного характера деградационных процессов на долговечность армированных конструкций // Вестник ВолгГАСУ. 2008. вып. 11(30). С. 25 – 30.
27. Межнякова А.В., Овчинников И.Г., Скачков Ю.П. Вероятностный расчет железобетонных элементов конструкций с учетом воздействия хлоридсодержащих сред. Монография. Пенза. ПГУ. 2011. 188 с.
28. Овчинников И.Г., Щербаков А.Г., Бочкарев А.В., Наумова Г.А. Прикладная механика дорожных одежд на мостовых сооружениях. Волгоград. Научное издание. ВолгГАСУ, 2006. 310 с.
29. Овчинников И.Г., Илюшкин В.А., Удалов М.В. Анализ моделей и методов расчета конструкций дорожных одежд на мостовых сооружениях // Вестник ВолгГАСУ. 2008. вып. 12 (31). С. 43 - 50.
30. Овчинников И.Г., Иванов О.К., Овчинников И.И., Илюшкин В.А. Модель воздействия внешних факторов на дорожную одежду мостовых сооружений // Транспортное строительство. 2009. №5. с. 23 – 25.
31. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Дядькин С.Н., Дорохин С.Е. Современные конструкции деформационных швов автодорожных мостов. Сарат. гос. техн. ун-т. Саратов. 2002. 137 с.
32. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Макаров В.Н., Пискунов А.А. Деформационные швы автодорожных мостов. Казань. Изд-во КазГАСА 2003. 136 с.

33. Современные конструкции опорных частей автодорожных мостов / Овчинников И.Г., Раткин В.В., Алексеенко И.В., Дядькин С.Н., Макаров В.Н. Саратов. Изд-во СГТУ. 2004. 128 с.
34. Овчинников И.Г., Макаров В.П., Согоцьян С.Л., Ефанов А.В., Согоцьян Л.С. Мостовое полотно автодорожных мостов с применением литого асфальтобетона и современных деформационных швов. Изд-во СГТУ. Саратов, 2004. 214 с.
35. Ефанов А.В., Овчинников И.Г., Шестериков В.И., Макаров В.Н. Деформационные швы автодорожных мостов: Особенности конструкции и работы. Саратов. Изд-во СГТУ. 2005. 174 с.
36. Ефанов А.В., Овчинников И.Г. Статический и динамический расчет деформационных швов автодорожных мостов // Вестник ВолгГАСУ. Серия «Строительство и архитектура», 2006, №21 (6), с. 102-106.
37. Ефанов А.В., Овчинников И.Г. Деформационные швы мостов: современное состояние проблемы // Вестник Саратовского государственного технического университета. Саратов. СГТУ 2006. №4 (16), выпуск 1, с. 81 - 86.
38. Ефанов А.В., Иванов О.К., Овчинников И.Г. Проблемы применимости и эксплуатационной надежности деформационных швов мостовых сооружений // Транспортное строительство. 2007, №4. с. 15 – 20.
39. Овчинников И.Г., Ковырягин М.А. Использование принципов активного управления конструкцией в транспортных сооружениях // Транспортное строительство. 2000. №6, с. 7-9.
40. Ковырягин М.А., Овчинников И.Г. Управляемые конструкции (в мостостроении). Изд-во СГТУ. Саратов, 2003. 95 с.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. 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.

45. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. Анализ экспериментальных исследований по усилению железобетонных конструкций полимерными композитными материалами. Часть 1. Отечественные эксперименты при статическом нагружении // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/24TVN316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
46. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. Анализ экспериментальных исследований по усилению железобетонных конструкций полимерными композитными материалами. Часть 2. Влияние температуры // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/01TVN416.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
47. 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.
48. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Чесноков Г.В., Феокистов 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.
49. 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.
50. 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.
51. 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.

52. 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.
53. 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.
54. 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.
55. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 1. Использование бионического подхода // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №2 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/81TVN215.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/81TVN215.
56. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Современные тенденции в проектировании пешеходных мостов // Дороги и мосты. РосдорНИИ. 2015. Вып. 33. с. 177-194.
57. Овчинников И.Г., Кокодеев А.В. Исследование возможностей применения самонапряженных конструкций (тенсегрити) при создании транспортных сооружений // Инновации и исследования в транспортном комплексе. Материалы III Международной научно-практической конференции. Часть I (в двух частях) - Курган, 2015. - 384 с. с. 134-141.
58. Кокодеев А.В., Овчинников И.Г. Анализ конструктивного решения крупнейшего моста - «тенсегрити» Курилпа Бридж // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/40TVN415.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/40TVN415.
59. Буреєв А.К., Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Применение структур тенсегрити в архитектуре и мостостроении // Новые идеи нового века – 2016: материалы Шестнадцатой Международной научной конференции = The new Ideas of New Century – 2016: The Fifteenth International Scientific Conference Proceedings: в 3 т. / Тихоокеан. гос. ун-т. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 3 т. ISBN 978-5-7389-1894-0. Т. 3. – 404 с. с. 200-206.

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

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

Directions for the development of structural mechanics of the bridge and road constructions developed in the Saratov State Technical University

Abstract. The article deals with the problems of structural mechanics of the bridge, road and other constructions, most of which began to take off at the «Bridges and Transportation» department and continues to develop at the «Transportation» department of the Saratov State Technical University named after Y.A. Gagarin. One of these directions is a structural mechanics of constructions interacting with the aggressive environments. It is stated that the methodology for building models of deformation and fracture of constructions interacting with the aggressive operational environments has been developed on the basis of the use of the phenomenological approach, according to which the generalized model of the structural behavior in an aggressive environment includes several models: 1) a model of structure with the technical hypotheses about the nature of its deformed state; 2) a model of the aggressive environment penetration and its impact on the material, leading to its destruction; 3) a model of material deformation taking into account the impact of aggressive environments and 4) a model of fracture interpreted as the damage accumulation. With the use of described approach there were developed the models of deformation and fracture of constructions exposed to high-temperature hydrogen corrosion, low-temperature hydrogenation and stress-corrosion fracture, attack by hot metals such as sodium, lithium, antimony, models of deformation of the thin-walled shell structures exposed to corrosive wear in a non-uniform temperature field, as well as models for the strength calculation of complex rod and pipeline constructions taking into account the corrosion damages. A wide class of deformation models was created for the rod, beam, plate and shell reinforced structures exposed to carbonation, chloride and sulfate attacks, stress-corrosion cracking and the combined effect of the various aggressive environments. The author developed a methodology for calculating reinforced structures taking into account the breaking aggressive factors and made numerical modeling stress and strain state of the reinforced concrete structures, taking into account inductive and time-varying non-uniformity and strain anisotropy caused by the combined action of loads and aggressive environments. He considered a problem of producing and applying stochastic models of deformation and degradation for the reinforced concrete bridge structures considering the breaking aggressive environments. The author also considered a problem of producing and studying deformation models of multilayer structures applied to the pavement on the orthotropic reinforced concrete slab of the bridge construction, as well as a task of design-basis justification of constructions for the bridge expansion joints. He examined such areas of the structural mechanics as experimental research and development of computational methods for the reinforced concrete and metal structures, strengthened with the use of polymer composite materials, as well as analysis of pipe-concrete structures with a shell made from either metal or polymer composite material. In conclusion, the

article presents a number of new formulated tasks whose solution is of interest for transport construction.

Keywords: structural mechanics; bridge structures; aggressive environment; deformation models; pavement; expansion joints; reinforced constructions; degradation of the reinforced concrete structures; pipe-concrete; polymer composite materials

REFERENCES

1. Ovchinnikov I.G., Khval'ko T.A. Rabotosposobnost' konstruktsiy v usloviyakh vysokotemperaturnoy vodorodnoy korrozii. Izd-vo SGTU. Saratov, 2003. 176 s.
2. Kabanin V.V., Mavzovin V.S., Ovchinnikov I.I., Mavzovina S.N. Modelirovanie korrozionnogo rastreskivaniya obolocheknykh konstruktsiy. Saratov. Izd-vo SGU. 2006. 124 s.
3. Kabanin V.V., Ovchinnikov I.G. Polzuchest' i dolgovechnost' elementov konstruktsiy s uchetom vliyaniya zhidkometallicheskoj sredy. Saratov. Izd-vo Sarat. un-ta. 2007. 100 s.
4. Kabanin V.V., Naumova G.A., Ovchinnikov I.I. Prochnost' obolochek vrashcheniya, podvergayushchikhsya korrozionnomu iznosu v neodnorodnom pole temperatur. Volgogr. gos. arkhitekt. – stroit. un-t. Volgograd. Izd – vo VolgGASU. 2007. 108 s.
5. Naumova G.A., Ovchinnikov I.G. Raschety na prochnost' slozhnykh sterzhnevyykh i truboprovodnykh konstruktsiy s uchetom korrozionnykh povrezhdeniy. SGTU. Saratov. 2000. 227 s.
6. Ovchinnikov I.G., Kudaybergenov N.B., Shein A.A. Ekspluatatsionnaya nadezhnost' i otsenka sostoyaniya rezervuarnykh konstruktsiy. Sarat. gos. tekhn. un-t. Saratov. 1999. 316 s.
7. Murav'eva L.V., Ovchinnikov I.G., Pshenichkina V.A. Otsenka nadezhnosti truboprovodnoy konstruktsii s ekspluatatsionnymi povrezhdeniyami. Izd-vo SGTU. Saratov, 2004. 255 s.
8. Naumova G.A., Ovchinnikov I.G., Snarskiy S.V. Raschet truboprovodnykh konstruktsiy s ekspluatatsionnymi povrezhdeniyami. Volgograd. Nauchnoe izdanie. VolgGASU, 2009. 184 s.
9. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Zemlyanskiy A.A. Modelirovanie povedeniya zhelezobetonnykh elementov konstruktsiy v usloviyakh vozdeystviya khloridsoderzhashchikh sred. Saratov. Izd - vo SGTU. 2000. 232 s.
10. Ovchinnikov I.G., Inamov R.R., Garibov R.B. Prochnost' i dolgovechnost' zhelezobetonnykh konstruktsiy v usloviyakh sul'fatnoy agressii. Izd-vo SGU. Saratov, 2001. 163 s.
11. Ovchinnikov I.G., Pshenichnikov M.S., Ratkin V.V. Modelirovanie polzuchesti zhelezobetonnykh elementov konstruktsiy transportnykh sooruzheniy v agressivnykh sredakh. Izd-vo SGTU. Saratov, 2001. 138 s.
12. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Garibov R.B. Rabotosposobnost' stalezhelezobetonnykh elementov konstruktsiy v usloviyakh vozdeystviya khloridsoderzhashchikh sred. Izd-vo SGU. Saratov, 2002. 155 s.
13. Ovchinnikov I.G., Krivtsov A.V., Skachkov Yu.P. Vliyanie khloridsoderzhashchikh sred na prochnost' i dolgovechnost' plastin na uprugom osnovanii. Monografiya. PenzGASA. Penza. 2002. 214 s.

14. Garibov R.B. Soprotivlenie zhelezobetonnykh elementov konstruktsiy vozdeystviyu agressivnykh sred. Izd-vo SGU. Saratov, 2003. 228 s.
15. Ovchinnikov I.G., Dyad'kin N.S. Raschet elementov konstruktsiy s navedennoy neodnorodnost'yu pri razlichnykh skhemakh vozdeystviya khloridsoderzhashchikh sred. Monografiya. Izd-vo SGTU. Saratov, 2003. 220 s.
16. Marinin A.N., Garibov R.B., Ovchinnikov I.G. Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zhelezobetonnykh elementov konstruktsiy v usloviyakh khloridnoy korrozii i karbonizatsii. Saratov. Nauchnoe izdanie. Izdat. Tsentr «Ritsa». 2008. 296 s.
17. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G. Identifikatsiya i verifikatsiya modeley korrozionnykh i deformatsionnykh protsessov. Saratov: SGTU, 2014. 164 s.
18. Ovchinnikov I.I., Migunov V.N., Ovchinnikov I.G. Modelirovanie kinetiki deformirovaniya armirovannykh konstruktsiy v spetsial'nykh ekspluatatsionnykh sredakh – Penza, PGUAS, 2014. – 280 s.
19. Ovchinnikov I.G. Stalefibrobeton: mekhanicheskie svoystva, modeli deformirovaniya // Transportnoe stroitel'stvo. 1998, №5, s. 7-9.
20. Pestryakov A.N., Ovchinnikov I.G., Gorshkov V.P. Plastiny iz fibrobetona: eksperimenty, modeli deformirovaniya, rezul'taty rascheta. Izd-vo SGTU. Saratov, 2004. 115 s.
21. Kalinovskiy M.I., Ovchinnikov I.G. Postroenie modeli deformirovaniya stalefibrobetona v ploskom napryazhennom sostoyanii primenitel'no k raschetu vodopropusknykh dorozhnykh trub // Transportnoe stroitel'stvo. 2009. №6.
22. Ovchinnikov I.G., Matora A.V., Naumova G.A. Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie armirovannykh elementov konstruktsiy pri vozdeystvii radiatsionnykh poley. Izd-vo SGTU. Saratov, 2004. 204 s.
23. Ovchinnikov I.I., Naumova G.A. Nakoplenie povrezhdeniy v sterzhnevykh i plastinchatykh armirovannykh konstruktsiyakh, vzaimodeystvuyushchikh s agressivnymi sredami. Volgogr. gos. arkh. – stroit. un-t. Volgograd. Izd – vo VolgGASU. 2007. 272 s.
24. Mezhenyakova A.V. Ovchinnikov I.G., Pshenichkina V.A. Otsenka nadezhnosti zhelezobetonnykh elementov konstruktsiy mostovykh sooruzheniy. Uchebnoe posobie. Saratov. Izd-vo SGTU. 2006. 67 s.
25. Mezhenyakova A.V., Ovchinnikov I.G. Metody otsenki dolgovechnosti armirovannykh konstruktsiy pri deystvii nagruzok i agressivnykh sred // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. №8. 2008. s. 54 – 55.
26. Ovchinnikov I.G., Mezhenyakova A.V. Vliyanie veroyatnostnogo kharaktera degradatsionnykh protsessov na dolgovechnost' armirovannykh konstruktsiy // Vestnik VolgGASU. 2008. vyp. 11(30). S. 25 – 30.
27. Mezhenyakova A.V., Ovchinnikov I.G., Skachkov Yu.P. Veroyatnostnyy raschet zhelezobetonnykh elementov konstruktsiy s uchetom vozdeystviya khloridsoderzhashchikh sred. Monografiya. Penza. PGU. 2011. 188 s.
28. Ovchinnikov I.G., Shcherbakov A.G., Bochkarev A.V., Naumova G.A. Prikladnaya mekhanika dorozhnykh odezhd na mostovykh sooruzheniyakh. Volgograd. Nauchnoe izdanie. VolgGASU, 2006. 310 s.

29. Ovchinnikov I.G., Ilyushkin V.A., Udalov M.V. Analiz modeley i metodov rascheta konstruksiy dorozhnykh odezhd na mostovykh sooruzheniyakh // Vestnik VolgGASU. 2008. vyp. 12 (31). S. 43 - 50.
30. Ovchinnikov I.G., Ivanov O.K., Ovchinnikov I.I., Ilyushkin V.A. Model' vozdeystviya vneshnikh faktorov na dorozhnuyu odezhdu mostovykh sooruzheniy // Transportnoe stroitel'stvo. 2009. №5. s. 23 – 25.
31. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Dyad'kin S.N., Dorokhin S.E. Sovremennye konstruksii deformatsionnykh shvov avtodorozhnykh mostov. Sarat. gos. tekhn. un-t. Saratov. 2002. 137 s.
32. Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Makarov V.N., Piskunov A.A. Deformatsionnye shvy avtodorozhnykh mostov. Kazan'. Izd-vo KazGASA 2003. 136 s.
33. Sovremennye konstruksii opornykh chastei avtodorozhnykh mostov / Ovchinnikov I.G., Ratkin V.V., Alekseenko I.V., Dyad'kin S.N., Makarov V.N. Saratov. Izd-vo SGTU. 2004. 128 s.
34. Ovchinnikov I.G., Makarov V.P., Sogots'yan S.L., Efanov A.V., Sogots'yan L.S. Mostovoe polotno avtodorozhnykh mostov s primeneniem litogo asfal'tobetona i sovremennykh deformatsionnykh shvov. Izd-vo SGTU. Saratov, 2004. 214 s.
35. Efanov A.V., Ovchinnikov I.G., Shesterikov V.I., Makarov V.N. Deformatsionnye shvy avtodorozhnykh mostov: Osobennosti konstruksii i raboty. Saratov. Izd-vo SGTU. 2005. 174 s.
36. Efanov A.V., Ovchinnikov I.G. Sticheskiy i dinamicheskiy raschet deformatsionnykh shvov avtodorozhnykh mostov // Vestnik VolgGASU. Seriya «Stroitel'stvo i arkhitektura», 2006, №21 (6), s. 102-106.
37. Efanov A.V., Ovchinnikov I.G. Deformatsionnye shvy mostov: sovremennoe sostoyanie problemy // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Saratov. SGTU 2006. №4 (16), vypusk 1, s. 81 - 86.
38. Efanov A.V., Ivanov O.K., Ovchinnikov I.G. Problemy primenimosti i ekspluatatsionnoy nadezhnosti deformatsionnykh shvov mostovykh sooruzheniy // Transportnoe stroitel'stvo. 2007, №4. s. 15 – 20.
39. Ovchinnikov I.G., Kovyryagin M.A. Ispol'zovanie printsipov aktivnogo upravleniya konstruksiei v transportnykh sooruzheniyakh // Transportnoe stroitel'stvo. 2000. №6, s. 7-9.
40. Kovyryagin M.A., Ovchinnikov I.G. Upravlyaemye konstruksii (v mostostroenii). Izd-vo SGTU. Saratov, 2003. 95 s.
41. Ovchinnikov I.G., Valiev Sh.N., Ovchinnikov I.I., Zinov'ev V.S., Umirov A.D. Voprosy usileniya zhelezobetonnykh konstruksiy kompozitami: 1. Eksperimental'nye issledovaniya osobennostey usileniya kompozitami izgibaemykh zhelezobetonnykh konstruksiy // Internet-zhurnal «Naukovedenie» 2012, №4, <http://naukovedenie.ru/PDF/13tvn412.pdf>. - M. s. 1 - 22.
42. Ovchinnikov I.G., Valiev Sh.N., Ovchinnikov I.I., Zinov'ev V.S., Umirov A.D. Voprosy usileniya zhelezobetonnykh konstruksiy kompozitami: 2. Naturnye issledovaniya usileniya zhelezobetonnykh konstruksiy kompozitami, vznikayushchie problemy i puti ikh resheniya // Internet-zhurnal «Naukovedenie» 2012, №4, <http://naukovedenie.ru/PDF/14tvn412.pdf>. - M. s. 1 - 37.

43. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Tatiev D.A., Pokulaev K.V. Usilenie metallicheskih konstruktsiy fibroarmirovannymi plastikami: chast' 1. sostoyanie problemy // Internet-zhurnal "Naukovedenie" №3, 2014. May-iyun'. s. 1 - 27. Identifikatsionnyy nomer stat'i v zhurnale 19TVN314.
44. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Tatiev D.A., Pokulaev K.V. Usilenie metallicheskih konstruktsiy fibroarmirovannymi plastikami: chast' 2. Primenenie metoda predel'nykh sostoyaniy k raschetu rastyagivaemykh i izgibaemykh konstruktsiy // Internet-zhurnal "Naukovedenie" №3, 2014. May-iyun'. s. 1 - 23. Identifikatsionnyy nomer stat'i v zhurnale 20TVN314.
45. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. Analiz eksperimental'nykh issledovaniy po usileniyu zhelezobetonnykh konstruktsiy polimernymi kompozitnymi materialami. Chast' 1. Otechestvennye eksperimenty pri staticheskom nagruzhении // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/24TVN316.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl.
46. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. Analiz eksperimental'nykh issledovaniy po usileniyu zhelezobetonnykh konstruktsiy polimernymi kompozitnymi materialami. Chast' 2. Vliyanie temperatury // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/01TVN416.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl.
47. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Chesnokov G.V., Shadrina O.V. Primenenie zapolnennykh betonom trubchatykh konstruktsiy iz fibroarmirovannykh plastikov v transportnom stroitel'stve: Chast' 1. Issledovanie primenimosti fibroplastikov dlya sozdaniya arochnoy mostovoy konstruktsii // Internet-zhurnal "Naukovedenie" №4 (23), 2014. iyul'-avgust. s. 1 - 25. Identifikatsionnyy nomer stat'i v zhurnale 102TVN414.
48. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Chesnokov G.V., Feoktistov S.A. Primenenie zapolnennykh betonom trubchatykh konstruktsiy iz fibroarmirovannykh plastikov v transportnom stroitel'stve: Chast' 2. Otechestvennye issledovaniya zapolnennykh betonom fibroplastikovykh arok i tekhnologiya sooruzheniya mostov s primeneniem fibroplastikovykh arok // Internet-zhurnal "Naukovedenie" №4 (23), 2014. iyul'-avgust. s. 1- 34. Identifikatsionnyy nomer stat'i v zhurnale 103TVN414.
49. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Chesnokov G.V., Primenenie zapolnennykh betonom trubchatykh konstruktsiy iz fibroarmirovannykh plastikov v transportnom stroitel'stve: Chast' 3. Monitoring mostovogo sooruzheniya, izgotovlennogo s primeneniem zapolnennykh betonom fibroplastikovykh arochnykh trub // Internet-zhurnal "Naukovedenie" №4 (23), 2014. iyul'-avgust. s. 1 - 24. Identifikatsionnyy nomer stat'i v zhurnale 104TVN414.
50. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. O probleme rascheta trubobetonnykh konstruktsiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast' 1. Opyt primeneniya trubobetona s metallicheskoy obolochkoy // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/95TVN415.

51. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. O probleme rascheta trubobetonnykh konstruksiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast' 2. Raschet trubobetonnykh konstruksiy s metallicheskoj obolochkoy // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/112TVN415.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/112TVN415.
52. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. O probleme rascheta trubobetonnykh konstruksiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast' 3. Opyt primeneniya polimernykh kompozitnykh materialov v mostostroenii // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/27TVN515.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/27TVN515.
53. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. O probleme rascheta trubobetonnykh konstruksiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast' 4. Opyt primeneniya trubobetonnykh svay s obolochkoy iz polimernykh kompozitsionnykh materialov // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №6 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/148TVN615.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/148TVN615.
54. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. O probleme rascheta trubobetonnykh konstruksiy s obolochkoy iz raznykh materialov. Chast' 5. Opyt primeneniya trubobetonnykh arok i gibridnykh konstruksiy s obolochkoy iz polimernykh kompozitsionnykh materialov // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 8, №1 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/02TVN116.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. S ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/02TVN116.
55. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Karakhanyan A.B. Peshekhodnye mosty sovremennosti: tendentsii proektirovaniya. Chast' 1. Ispol'zovanie bionicheskogo podkhoda // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №2 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/81TVN215.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/81TVN215.
56. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Karakhanyan A.B. Sovremennye tendentsii v proektirovanii peshekhodnykh mostov // Dorogi i mosty. RosdorNII. 2015. Vyp. 33. s. 177-194.
57. Ovchinnikov I.G., Kokodeev A.V. Issledovanie vozmozhnostey primeneniya samonapryazhennykh konstruksiy (tensegriti) pri sozdanii transportnykh sooruzheniy // Innovatsii i issledovaniya v transportnom komplekse. Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Chast' I (v dvukh chastyakh) - Kurgan, 2015. - 384 s. s. 134-141.
58. Kokodeev A.V., Ovchinnikov I.G. Analiz konstruktivnogo resheniya krupneyshego mosta - «tensegriti» Kurilpa Bridzh // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/40TVN415.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/40TVN415.
59. Bureev A.K., Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G. Primenenie struktur tensegriti v arkhitekture i mostostroenii // Novye idei novogo veka – 2016: materialy Shestnadtsatoy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = The new Ideas of New Century – 2016: The Fifteenth International Scientific Conference Proceedings: v 3 t. / Tikhookean. gos. un-t. – Khabarovsk: Izd-vo Tikhookean. gos. un-ta, 2015. – 3 t. ISBN 978-5-7389-1894-0. T. 3. – 404 s. s. 200-206.