

**УДК 624.21**

**Овчинников Игорь Георгиевич**

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
Россия, Пермь  
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Россия, Саратов<sup>1</sup>  
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»  
Сочинский филиал  
Россия, Сочи  
Доктор технических наук, профессор  
E-Mail: BridgeSar@mail.ru

**Овчинников Илья Игоревич**

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Россия, Саратов  
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»  
Сочинский филиал  
Россия, Сочи  
Кандидат технических наук, доцент  
E-Mail: BridgeArt@mail.ru

**Ильченко Екатерина Дмитриевна**

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Россия, Саратов  
Аспирант  
E-Mail: pr.serenity@mail.ru

**Покровский Алексей Владимирович**

ЗАО «Экодор»  
Россия, Санкт Петербург  
Заместитель генерального директора по технологии и качеству работ  
E-Mail: apokrovsky@abz-1.ru

**Морозов Виктор Николаевич**

ООО «Институт «Проектмостореконструкция»  
Россия, Саратов  
Генеральный директор  
E-Mail: morvin@bridge-pmr.ru

**Деревякин Олег Александрович**

ООО «Институт «Проектмостореконструкция»  
Россия, Саратов  
Заместитель генерального директора - технический директор  
E-Mail: bridge@overta.ru

---

<sup>1</sup> 410054, г.Саратов, ул. Политехническая, 77

## Проблемы ремонта дорожной одежды на железобетонном мосту через Волгу Саратов – Энгельс

**Аннотация.** Данная статья посвящена выполненному в 2014 году ремонту дорожной одежды моста через реку Волгу в г. Саратове. В ней вначале дается описание основных конструктивных элементов искусственного сооружения, далее приводятся данные по техническому состоянию дорожной одежды и деформационных швов мостового сооружения. Предоставлен фотоматериал и информация по состоянию плиты проезжей части моста после снятия всех существующих слоев дорожной одежды. Дано обоснование принятого решения о конструктивных слоях новой дорожной одежды на мосту. В работе также описаны проблемы, возникшие при устройстве дорожной одежды на Обуховском вантовом мосту через Неву в Санкт Петербурге (данный мост был выбран, т.к. на нем была применена дорожная одежда похожей конструкции, но по металлической ортотропной плите), и при устройстве дорожной одежды на Президентском мосту через Волгу в Ульяновске. Для сравнения приведен материал по состоянию дорожной одежды на мостовых сооружениях мостового перехода через Волгу у села Пристанное Саратовской области. В заключении статьи даны рекомендации по организации мониторинга состояния дорожной одежды на мосту Саратов – Энгельс с «пронемецкой» конструкцией дорожной одежды и на русловом мосту через Волгу у села Пристанное с «профинской» конструкцией дорожной одежды, а также на остальных мостах мостового перехода через Волгу у села Пристанное с целью определения эффективности и долговечности той или иной конструкции.

**Ключевые слова:** мост; плита проезжей части; дорожная одежда; гидроизоляция; литой асфальтобетон; щебеночно-мастичный асфальтобетон; мониторинг; повреждения.

В период с августа по октябрь 2013 г. ООО «Институт «Проектмостореконструкция» (г. Саратов) было выполнено обследование русловой части автомобильного моста «Саратов-Энгельс», причем в соответствии с контрактом было произведено обследование мостового полотна, пролетных строений, опор, опорных частей. Обследование выполнено по типу «В» в соответствии с требованиями к техническому отчету по обследованию и испытаниям мостового сооружения на автодороге [1], а также в соответствии с требованиями ОДН 218.4.001-2008 «Методические рекомендации по организации обследования и испытания мостовых сооружений на автомобильных дорогах» [2], СНиП 3.06.07–86 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний» [3], ВСН 4–81 «Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах» [4], «Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах» ГП «РосдорНИИ», М [5].

Мост был построен в 1965 году и предназначен для пропуска городского автотранспорта и пешеходов в двух направлениях. Проект сооружения разработан институтом «Гипротрансмост». Строительство моста осуществлялось Мостоотрядом 8 Мостостроя 3. Мост эксплуатируется Комитетом дорожного хозяйства Саратовской области.

### Конструкция сооружения

Предварительно напряженный железобетонный мост выполнен по схеме  $4 \times 20.0 + 2 \times 70.1 + (106.0 + 3 \times 166.0 + 106.0) + 26 \times 70.1 + 20.0$  (в полных длинах пролетных строений) и имеет в своем составе 3 вида конструкций пролетных строений: правобережную эстакаду по схеме  $4 \times 20.0 + 2 \times 70.1$ ; русловую часть по схеме  $106.0 + 3 \times 166.0 + 106.0$ ; левобережную эстакаду по схеме  $26 \times 70.1 + 20.0$ . Общая длина моста составляет 2803.82 м.

Мост был запроектирован под временные нормативные нагрузки по схемам: четыре колонны автомобильной нагрузки Н-18 совместно с толпой на тротуарах интенсивностью  $300 \text{ кгс/м}^2$ ; одиночная гусеничная НГ-60, одиночная колесная НК-80. Технические условия проектирования – Н 106-53 «Нормы подвижных вертикальных нагрузок для расчёта искусственных сооружений на автомобильных дорогах», с учётом требований ТУ МКХ РСФСР, 1947 г.

Мост пересекает реку Волгу под прямым углом. Продольный профиль моста, в соответствии с подмостовыми габаритами, в судоходных пролетах имеет возвышения (Рис. 1). Поэтому продольные уклоны имеют волнообразный характер и направлены: от пролета 8-9 в сторону опор 0 и 22, от пролета 31-32 в сторону опор 22 и 38. На опорах 21 с верховой и 22 с низовой стороны моста устроены лестничные сходы на пляж с шириной маршей 4.0 м. Основная часть пляжа находится с верховой стороны моста.

Ширина ездового полотна моста - 12.0 м. Ширина тротуаров, на основной части моста, по 1.5 м. У спусков на пляж, на участках длиной по 16.5 м в обе стороны от осей опор 21 с верховой и 22 с низовой стороны моста, ширина прохаживаемой части увеличивается до 3.2 м. Ограждение проезжей части – сборное бордюрного типа из гранитных блоков шириной 20 см и высотой над уровнем проезжей части в среднем 45 см.

Тротуары на мосту повышенного типа и выполнены из сборно-монолитного железобетона: сборные плиты тротуаров, опираются на сборные карнизные блоки и железобетонные продольные рёбра. Под тротуарами уложены коммуникации (силовые кабели и кабели связи) Перильное ограждение сборное железобетонное. Высота ограждения 1.2 м.

Деформационные швы с мастичным заполнением без окаймления и с латунным компенсатором устроены над опорами 0÷4, 22, 37 и 38. Над опорами 5, 12÷21, 23÷36,

деформационные зазоры перекрыты стальным скользящим листом (Рис. 2). Деформационные швы с перекрывающим листом откатного типа перекрывают зазоры над опорами 6 и 11.

Покрытие проезжей части асфальтобетонное, уложено на поверхность защитного слоя. Защитный слой в зимних условиях устраивался из двух слоев асфальтобетона толщиной по 20 мм с укладкой между ними металлической сетки, в теплое время года – из цементного раствора М200 толщиной 30 мм, также армированного металлической сеткой. Выравнивающий слой был выполнен из асфальтобетона толщиной 20÷30 мм. Плита проезжей части железобетонная из бетона М500. Толщина плиты на пролетных строениях длиной 20 м равна 13 см, на семидесятиметровых и неразрезном пролетных строениях – 18 см.

Водоотвод на мосту осуществляется по продольно-поперечной схеме со сбросом воды через водоотводные трубки под мост. Водоотводные трубки расположены на проезжей части у гранитных блоков ограждения.

Русловую часть реки от опоры 6 до опоры 11 перекрывает железобетонное неразрезное пролетное строение, которое составлено из четырех решетчатых ферм треугольной системы (“птички”), с расстоянием в осях 4.0 м.

По условиям монтажа пролетное строение расчленено на блоки решетчатых ферм (“птичек”) длиной 120 м и вставки двутаврового сечения длиной 46 м. Такие же вставки установлены в крайних пролетах неразрезной плети со стороны опор 6 и 11. Вставки жестко соединены с элементами “птичек”. Объединение частей пролетного строения в неразрезную плеть осуществлено путем сварки выпусков арматуры и омоноличивания стыкового пространства. Участки пролетного строения с решетчатой фермой имеют переменную высоту – от 18.0 м над опорами до 4.7 м в средней части пролета. В поперечном направлении плоскости ферм объединены между собой вверху плитой проезжей части с диафрагмами, а в нижних узлах – попарно распорками. Фермы собирались на берегу в виде “птичек” и на плавучих опорах доставлялись в пролет.

Фермы собраны из железобетонных элементов прямоугольного сечения из бетона марки М500. Восходящие сжатые раскосы и элементы нижних поясов (за исключением элементов 9-11 и 9'-11' (НП-5)) выполнены из непреднапряженного железобетона. Верхние пояса, растянутые нисходящие раскосы и элементы нижних поясов 9-11 и 9'-11' (НП-5) армированы обычной и напрягаемой арматурой.

Верхний пояс ферм, совмещённый с плитой проезжей части, армирован напрягаемой арматурой из стальных канатов двойной свивки диаметром 45 мм по ГОСТ 2666-55. Каждый канат образован из 133 проволок диаметром 3 мм и 42 проволок диаметром 1.2 мм (сердцевина). Площадь сечения каната составляет 11.24 см<sup>2</sup>, нормативная прочность – 19000 кгс/см<sup>2</sup>. Канаты были уложены в открытые каналы при сборке ферм на стапеле, затем натянуты с контролируемым усилием 108 тс и омоноличены бетоном. После монтажа пролетного строения над канатами была устроена проезжая часть с гидроизоляцией.

Арматура растянутых раскосов состоит из шести пучков высокопрочной проволоки диаметром 5 мм с натяжением на упоры при изготовлении элементов. Поскольку остальные элементы нижних узлов не имеют напрягаемой арматуры, раскосы изготавливались совместно с узловыми уширениями, к которым посредством сварки выпусков и омоноличивания стыкового зазора шириной 30-50 см присоединялись на монтаже ферм остальные элементы.

Элементы НП-5 расположены между узлами 9-11 и 9'-11' и являются наиболее удалённым от опорного сечения фермы участком нижнего пояса. Каждый элемент НП-5 представляет собой железобетонный блок длиной 667 см с прямоугольным поперечным сечением высотой 95 см и шириной 90 см. Блоки выполнены из бетона класса В40. В поперечном сечении блока расположено 6 каналов диаметром по 100 мм для размещения

напрягаемой арматуры. Для образования каналов были использованы специальные каналообразователи, извлекаемые из бетона. Все блоки армированы каркасной арматурой. По обоим концам блок имел выпуски продольной арматуры, по которым выполнено омоноличивание узлов крепления НП-5 к другим элементам фермы. При сборке ферм на стапеле в единую конструкцию в каналообразователи были установлены шесть пучков напрягаемой высокопрочной проволоки. После натяжения высокопрочной арматуры “на бетон” каналообразователи были заинъектированы цементным раствором. Отличием элементов НП-5 от остальных элементов нижнего пояса ферм является то, что на стадии эксплуатации моста в них возникают знакопеременные усилия. Для восприятия растягивающих напряжений в бетоне и была установлена напрягаемая арматура.

Поперечный уклон проезжей части обеспечивается плитой проезжей части за счет разной высоты ребер балок. На опоре 9 неразрезного пролетного строения установлены неподвижные металлические литые опорные части. На опорах 6, 7, 8, 10 и 11 – подвижные металлические многокатковые опорные части.

Более подробно конструкция моста и технология его сооружения, описана в статье [6].



*Рис. 1. Общий вид русловой части моста с низовой стороны.  
Вид с набережной г. Саратова*



*Рис. 2. Вид на мостовое полотнурусловой части моста со стороны опоры 6, деформационный шов над опорой 6 (до ремонта проезжей части)*

### **Состояние ездового полотна и деформационных швов по результатам обследования**

При сравнении данных об отметках по оси проезжей части моста в 1965 и 2013 годах выявлен характер изменения высотного положения пролетного строения по длине моста, а также определен продольный уклон, который оказывает существенное влияние на отвод воды с проезжей части. В крайних пролетах длиной 106 м отмечен выгиб, в средних пролетах - провисание пролетного строения. Данные перемещения могут быть объяснены увеличением собственного веса мостового полотна, а также ползучестью бетона.

Вскрытие слоев покрытия проезжей части было выполнено в 2011 году. По результатам вскрытия общая толщина слоев ездового полотна составила 130 мм. Слои покрытия следующие: асфальтобетон на длине русловой части моста толщиной от 60 до 90 мм (при толщине защитного слоя от 20 мм до 35 мм), гидроизоляция - 5 мм, выравнивающий слой толщиной от 0 до 30 мм. При суммарной толщине дорожной одежды 130 мм других слоев не обнаружено.

По результатам нивелирования верха покрытия проезжей части толщина слоев ездового полотна зафиксирована в пределах 150÷190 мм. Лишний слой асфальтобетонного покрытия составляет 20÷60 мм. Состояние покрытия, гидроизоляции и водоотвода, как правило, определяют долговечность всех нижележащих мостовых конструкций. Состояние покрытия оценивалось по степени влияния обнаруженных в нём дефектов на безопасность движения транспортных средств, на долговечность, грузоподъемность сооружения, на обеспечение отвода воды с проезжей части моста.

Застой воды на проезжей части, в основном, не образуется, так как значительные продольные уклоны обеспечивают сток воды вдоль пролетного строения. Величина продольных уклонов находится в пределах 12‰÷42‰ в пролетах 6-7, 7-8, 9-10, 10-11. В пролете

8-9 продольные уклоны находятся в пределах 1%÷8%. Наивысшая точка профиля, где может застаиваться вода, находится в середине пролета 8-9.

Ровность проезда (глубина выбоин, неровностей) является одним из важных факторов, поскольку оказывает влияние на безопасность движения (вероятность потери управления автомобилем), долговечность (застой воды, размораживание, разрушающее воздействие на гидроизоляцию), увеличение динамического воздействия нагрузки.

В 2005 году при ремонте покрытия существующий слой асфальтобетона на крайних полосах движения был заменен на слой щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). На средней полосе ремонт покрытия не выполнялся. За прошедший период с 2005 года по настоящее время проводился текущий ремонт покрытия и деформационных швов.

При осмотре ездового полотна было отмечено, что покрытие крайних полос движения находится в удовлетворительном состоянии. На разделительной полосе покрытие имеет продольные и поперечные трещины раскрытием до 10 мм со следами ремонта. В районе деформационных швов имеются разрушения покрытия, выбоины, трещины вдоль листов.

Деформационные швы расположены над опорами 6 и 11 и находятся в неудовлетворительном состоянии. Конструкция деформационных швов морально устарела и физически имеет большой износ.

Состояние деформационных швов оценивается по двум параметрам: по обеспечению плавности и комфортности проезда, а также герметичности конструкции, исключающей попадание воды и грязи на нижерасположенные конструкции моста.

Конструкция деформационных швов над опорами 6 и 11 была неудачно запроектирована и уже с 1971 года, то есть уже через шесть лет после начала эксплуатации, их начали ремонтировать. На момент обследования состояние деформационных швов было крайне неудовлетворительным (Рис. 2)

Герметичность швов отсутствовала, о чем свидетельствуют протечки воды на торцах ферм и балок пролетов 5-6, 6-7 и 10-11, 11-12 и на опорах. Конструкции деформационных швов интенсивно корродировали. Отмечена пластовая коррозия металла. Водоотводные лотки, установленные под деформационными швами, были забиты грязью и не выполняли своих функций. Вода с проезжей части попадала на конструкции пролетных строений и опор. Конструкции деформационных швов в пределах тротуаров отсутствовали. Зазор между блоками бортового камня над деформационными швами не был закрыт металлическим кожухом, что приводило к увлажнению нижележащих конструкций.

Перекрывающие листы деформационных швов, расположенные в уровне верха покрытия проезжей части, стучали при прохождении автотранспортных средств. Пружины прижимных болтов крепления листов были ослаблены и есть места, где они были сломаны. Вдоль перекрывающих листов в асфальтобетонном покрытии имелись выбоины и следы их ремонта. Листы имели отверстия, через которые вода с мостового полотна попадала на поверхность несущих конструкций.

Тротуары на мосту повышенного типа. Конструкция тротуаров при строительстве моста принята по традициям 50-х годов. Как показала практика эксплуатации, долговечность такой конструкции значительно меньше срока службы моста в целом.

Состояние гидроизоляции оценивалось косвенным путем по результатам осмотра нижней поверхности плиты проезжей части. Выщелачивание цементного камня вызывалось инфильтрацией сквозь толщу бетона воды, вымывающей его составные части. Внешним признаком такого явления служит белый налёт на поверхности конструкции в месте выхода воды.

Срок службы гидроизоляции из битумных материалов в большинстве случаев не превышает 25-30 лет. В МГСН 5.02-99 указывается прогнозируемый срок службы гидроизоляции – 20 лет. Срок эксплуатации моста на период обследования составил 48 лет. Учитывая это, был сделан вывод о том, что гидроизоляция физически полностью исчерпала свой ресурс. Недостатком гидроизоляции являлось также нарушение ее непрерывности в зоне расположения бордюров, которые установлены над крайними фермами. Следствием этого явились следы протечек воды через плиту проезжей части, следы выщелачивания (местами с образованием сталактитовых сосулек) на элементах и узлах верхнего пояса ферм.

Места нарушения гидроизоляции на русловом пролетном строении были отмечены при обследовании в 2006 году [7] и в предыдущие годы. За прошедший период повреждения гидроизоляции получили свое развитие. Участки со следами протечек и выщелачивания бетона отмечены во всех пролетах. Наибольшие повреждения отмечены на верхних поясах крайних ферм, на консолях плиты проезжей части. Площадь выщелачивания с учетом сталактитовых образований по отношению к результатам обследования, выполненного в 2006 году, увеличилась на 20 % и составила 20 м<sup>2</sup>.

На нижней поверхности плиты проезжей части имеются следы протечек воды, участки со следами выщелачивания бетона и участки с образованием сталактитовых сосулек. Протечки, высолы наблюдаются в местах плохого отвода воды и нарушения гидроизоляции, а также где имеются дефекты плиты или имеются неплотности конструкции - места соприкосновения сборных элементов с монолитным бетоном в узлах фермы.

При обследовании, проведенном для оценки состояния пролетных строений неразрезной части моста Саратов – Энгельс оценить состояние железобетонной плиты проезжей части моста не представилось возможным, так как на плите была уложена дорожная одежда.

Поэтому было принято решение произвести более тщательную оценку состояния плиты проезжей части в процессе выполнения работ по ремонту (замене) проезжей части, которые предварялись снятием слоев старой дорожной одежды и очисткой поверхности железобетонной плиты проезжей части моста.

### **Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды**

При проведении работ по снятию слоев старой дорожной одежды в процессе ее ремонта (замены) оказалось, что, к сожалению, при установке птвичек, их омоноличивании и устройстве железобетонной плиты проезжей части работы проводились с отклонениями от проекта. В результате одна половина неразрезной части моста (в продольном направлении) оказалась на отдельных участках выше другой, причем превышение доходило до 15 см (Рис. 3,4,5,6).



*Рис. 3. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*



*Рис. 4. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*



*Рис. 5. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*



*Рис. 6. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*

Кроме того поверхность плиты проезжей части оказалась невыровненной, местами имелись горбы и впадины (Рис. 7, 8).



*Рис. 7. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*



*Рис. 8. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*

В протоколе заседания Экспертного совета комитета дорожного хозяйства области по вопросу ремонта моста «Саратов-Энгельс» от 13 мая 2014 года об этом было сказано так: «После разборки дорожной одежды до плиты железобетонных пролетных строений на верхней стороне моста на ширину 7,5 м были выявлены дефекты поверхности плиты, допущенные при строительстве моста. Зафиксированы перепады высот до 15 см между плоскостями поверхностей соседних панелей неразрезного пролетного строения,

преимущественно вдоль оси моста. Аналогичные дефекты зафиксированы и на 70-метровых пролетных строениях. Кроме того, на плите обнаружены локальные выпуклые неровности (наплывы) в местах объединения расколов и верхних поясов, а также отдельные участки оголенной (непреднапряженной) арматуры.

Достаточно хорошо состояние поверхности плиты проезжей части иллюстрируют фотографии, сделанные после дождя (Рис. 9, 10, 11).



*Рис. 9. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*



*Рис. 10. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*



*Рис. 11. Состояние плиты проезжей части после снятия дорожной одежды*

В связи с отмеченными отклонениями в профиле плиты проезжей части в 1965 году при устройстве дорожной одежды сначала производили выравнивание железобетонной плиты проезжей части монолитным бетоном, оcherненным щебнем, асфальтобетоном и только после этого производили укладку укатываемых слоев дорожной одежды.

В результате толщина дорожной одежды на разных участках проезжей части моста была разной и последующее уплотнение (укатка) покрытия проходящим транспортом приводило к образованию неровностей на поверхности покрытия, в которых могла застаиваться вода и проникать к железобетонной плите проезжей части, вызывая ее деструкцию. Положение спасало то обстоятельство, что на неразрезном участке моста имелся значительный продольный уклон в обе стороны, что позволяло воде стекать с покрытия без значительной задержки.

Отмеченные выше проблемы (очень сильная неровность плиты проезжей части) существенно усложнили технологию ремонта дорожной одежды на мосту. Примечательно, что в материалах ОАО «Гипротрансмост», который был проектировщиком моста в свое время и, скорее всего, осуществлял авторский контроль, ничего о весьма некачественном исполнении плиты проезжей части не отмечено. Однако мост был принят с оценкой «отлично».

Из-за указанных проблем при ремонте дорожной одежды сначала пришлось выравнивать поверхность плиты проезжей части с использованием бетона с добавками, ускоряющими набор прочности, что диктовалось ограниченными сроками ремонта. Рис. 12 иллюстрирует подготовку к укладке монолитного слоя бетона на арматурную сетку для выравнивания поверхности плиты проезжей части. На Рис. 13 показан уход за свежешелюженным на неровную поверхность плиты проезжей части выравнивающим слоем бетона.



*Рис. 12. Подготовка к укладке монолитного слоя бетона*



*Рис. 13. уход за свежесуложенным на неровную поверхность плиты проезжей части выравнивающим слоем бетона*

Трудности возникали также при выравнивании участков плиты проезжей части тонкими слоями бетона, ибо в этом случае обеспечить хорошее сцепление старого и нового бетона непросто.

Из-за возникших проблем для устройства дорожной одежды на мосту было решено использовать конструкцию из трех слоев:

- **мастичная гидроизоляция толщиной 20 мм,**
- **слой литого асфальтобетона 40 мм,**
- **верхний слой 50 мм из щебеночно-мастичного асфальтобетона.**

Нижние два слоя выполняли две функции – обеспечение гидроизоляции и выравнивание тех неровностей, которые остались после выравнивания плиты проезжей части бетоном. При этом для отвода воды из-под гидроизолирующих слоев на поверхность бетона под мастичную гидроизоляцию укладывалась сетка распределения давления (пароотводящая сетка) (Рис. 14).



*Рис. 14. сетка распределения давления (пароотводящая сетка)*

На эту сетку укладывалась мастика толщиной 20 мм, по поверхности которой распределялись очерченные высебки для обеспечения сцепления мастики с укладываемым на нее слоем литого асфальтобетона (Рис. 15).



*Рис. 15. Мастика толщиной 20 мм*

Поверх слоя из литого асфальтобетона укладывался слой из щебеночно-мастичного асфальтобетона. На Рис. 16 и 17 показаны уложенные слои дорожной одежды.



*Рис. 16. уложенные слои дорожной одежды*



*Рис. 17. уложенные слои дорожной одежды*

На Рис. 18 показано устройство сопряжения дорожной одежды с деформационным швом, а Рис. 19 иллюстрирует участок моста с полностью уложенной дорожной одеждой по всей ширине проезжей части.

Примененная для ремонта конструкция дорожной одежды может быть условно названа «пронемецкой», так как в Германии такую конструкцию используют на железобетонных пролетных строениях.



*Рис. 18. устройство сопряжения дорожной одежды с деформационным швом*



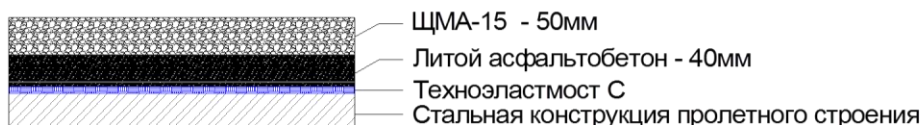
*Рис. 19. участок моста с полностью уложенной дорожной одеждой по всей ширине проезжей части*

### **Проблемы, возникшие при устройстве дорожной одежды на Обуховском вантовом мосту через Неву в Санкт Петербурге**

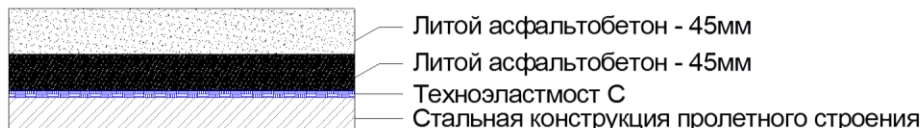
В России имеется некоторый (к сожалению, не всегда положительный), опыт устройства дорожной одежды похожей конструкции по металлической ортотропной плите проезжей части – например, на мосту через Неву (Обуховский вантовый мост) (Рис. 20).

#### **Конструкции мостового полотна проезжей части вантового моста**

Первая очередь строительства



Вторая очередь строительства



*Рис. 20. Обуховский вантовый мост*

На этом мосту после непродолжительной (около 2 лет) эксплуатации в верхнем слое из щебеночно-мастичного асфальтобетона образовалась продольная трещина над ребром коробчатой балки пролетного строения (в зоне отрицательных поперечных моментов, приведших к появлению растягивающих напряжений) (Рис. 21).



*Рис. 21. продольная трещина над ребром коробчатой балки пролетного строения*

Эта продольная трещина прошла через весь слой щебеночно-мастичного асфальтобетона и достигла нижележащего слоя литого асфальтобетона, что иллюстрируется керном, взятым из дорожной одежды (Рис. 22).



*Рис. 22. Керн, взятый из дорожной одежды*

После нескольких лет разбирательств и консультаций был произведен ремонт дорожной одежды на первой очереди строительства, который свелся к снятию фрезой верхнего щебеночно – мастичного слоя и укладке вместо него по сути дела второго слоя из литого асфальтобетона с последующим втапливанием очерненного щебня. В определенной мере напуганные таким поведением дорожной одежды с применением верхнего щебеночно-мастичного слоя, на второй очереди строительства моста через Неву сразу применили конструкцию дорожной одежды с двумя слоями литого асфальтобетона (схема внизу на Рис. 20).

### **Проблемы, возникшие при устройстве дорожной одежды на Президентском мосту через Волгу в Ульяновске**

На мосту через реку Волга в городе Ульяновске (Рис. 23) от опоры 11 до 24 на пролётных строениях и левобережной эстакаде проектом ОАО «Гипротрансмост» г. Москва была предусмотрена следующая конструкция дорожного покрытия **по металлической ортотропной плите**:

- **гидроизоляция с праймером (защитно – сцепляющий слой ) - 5,55 мм;**
- **литой асфальтобетон тип I - 50 мм;**
- **щебёночно – мастичный асфальтобетон ЩМА - 15 - 60 мм.**

Для распределения воздействующей транспортной нагрузки по всей ширине дорожного покрытия и противостояния асфальтобетонных слоёв усталостным деформациям между слоями литого и щебёночно – мастичного асфальтобетонных уложена геосетка типа «Hatellit». При приготовлении как литого, так и щебёночного мастичного асфальтобетонных в качестве вяжущего применялись композитно-органические добавки «Licomont BS-100» и «WA-80» с большим диапазоном пластичности.



*Рис. 23. Мост через реку Волга в городе Ульяновске*

Составы и заключения на литой и щебёночно – мастичный (ЩМА - 15) асфальтобетоны согласованы и имели положительное заключение от ФГУП «РОСДОРНИИ» г. Москва. Таким образом, были применены самые современные на то время (2009 год) типы асфальтобетонных смесей с высокими показателями по усталостной долговечности, по устойчивости к образованию колеи, по пределу прочности при сжатии, сдвигоустойчивости и трещиностойкости.

Фактическая укладка слоёв асфальтобетона по толщине выполнена с отклонениями, результаты отобранных в разных местах 15 проб показали, например, среднюю толщину образцов ЩМА-15 равной 48 мм при общей толщине двух слоёв асфальтобетона 90-95 мм.

Мост был сдан в эксплуатацию в 2009 году. Проведенные в апреле 2014 года наблюдения за покрытием на мосту показали, что состояние покрытия на мосту неудовлетворительное. На Рис. № 24, 25, 26 показано состояние покрытия на левобережной части моста, а на Рис. № 27, 28, 29 – состояние покрытия на правобережной части моста. Судя по характеру повреждений, причина наблюдаемого состояния покрытия на левобережной и правобережной частях моста одна и та же.



*Рис. 24. Состояние покрытия на левобережной части моста*



*Рис. 25. Состояние покрытия на левобережной части моста*



*Рис. 26. Состояние покрытия на левобережной части моста*



*Рис. 27. Состояние покрытия на правобережной части моста*



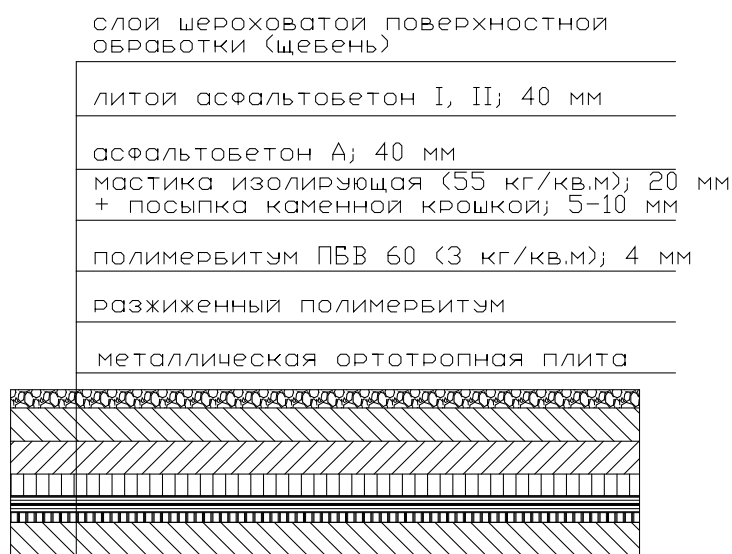
*Рис. 28. Состояние покрытия на правобережной части моста*



*Рис. 29. Состояние покрытия на правобережной части моста*

### **Состояние дорожной одежды на мостовых сооружениях мостового перехода через Волгу у села Пристанное Саратовской области**

На русловом мосту через Волгу у села Пристанное Саратовской области была использована аналогичная финской конструкции дорожной одежды, включающая нижний слой мастичной гидроизоляции толщиной 20 мм по 4 мм слою из полимербитума ПБВ 60, затем 40 мм слоя уплотняемого асфальтобетона типа А и поверх него 40 мм слоя литого асфальтобетона с шероховатой поверхностной обработкой их очерненного щебня (Рис. 30).



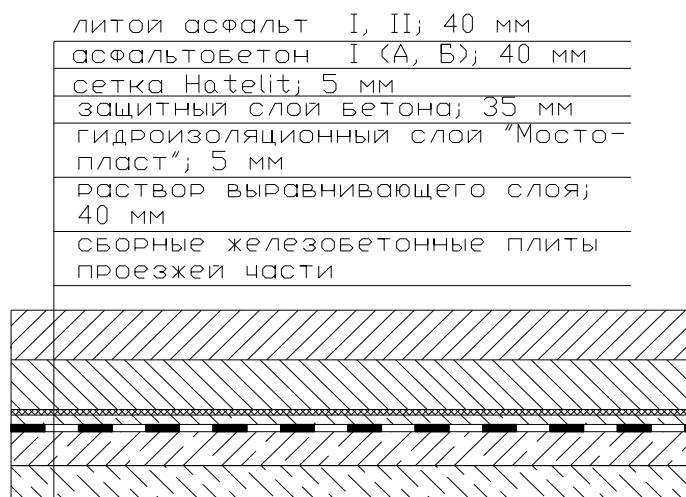
*Рис. 30. Конструкция дорожной одежды на русловом мосту через Волгу у села Пристанное*

К настоящему времени такая конструкция просуществовала 14 (а местами и 15) лет и состояние ее достаточно хорошее с учетом имеющего место колееобразования из-за износа покрытия.

На остальных мостовых сооружениях мостового перехода пролетные строения устраивались сталебетонными, с железобетонной плитой проезжей части. На этих мостах финская фирма «Лемминкяйнен» выполняла только работы по устройству асфальтобетонного покрытия с применением для верхнего слоя покрытия литого асфальтобетона с модифицированным битумом. Гидроизоляция на этих мостах выполнялась другой организацией с использованием материала «мостопласт».

Применение такой конструкции дорожной одежды на сталебетонных мостах мостового перехода через Волгу у села Пристанное привело к различным результатам. На ряде мостов с железобетонной плитой проезжей части дорожная одежда работает хорошо, однако на части мостов имеет место образование подушек, неровностей, что потребовало проведения ремонта.

Например, на сталежелезобетонных мостовых сооружениях через реки Малая Каюковка и Большая Каюковка на мостовом переходе через Волгу у села Пристанное Саратовской области устраивалась дорожная одежда с применением для верхнего слоя покрытия литого асфальтобетона с модифицированным битумом, но гидроизоляция на этих мостах выполнялась с использованием материала «мостопласт» (Рис. 31).



**Рис. 31.** Конструкция дорожной одежды мостового полотна на мостах через реки Малая и Большая Каюковки (сталебетонные пролетные строения)

В процессе эксплуатации этой конструкции было выявлено следующее. На этих сталебетонных мостах произошла деформация литого асфальтобетона.

На первом из мостов в выравнивающем бетонном слое толщиной от 0 до 30 мм имели место сдвиговые деформации. Со временем перепады летних и зимних температур, а также вибрация от движения транспортных средств привели к отслаиванию тонкого выравнивающего слоя бетона, а сцепление слоя мастики с бетонной поверхностью ослабло. Как следствие из-за эластичности литого асфальтобетона образования трещин на покрытии не произошло, но слой литого асфальтобетона пришел в движение, что привело к образованию вмятин и пузырей (Рис. 32 и 33).

Кроме того, следует учитывать, что влажность поверхности бетона и недостаточное качество его очистки оказали существенное влияние на адгезию мастики к поверхности бетона. Сцепление слоя мастики с бетонной поверхностью оказалось недостаточным, в результате через некоторое время появились сдвиги в покрытии.

На сцепление со слоем мастики также оказало влияние отсутствие дренажных труб, в связи с чем влага, содержащаяся в новом бетонном слое, не получила возможность выхода наружу, между слоем мастики и бетонной поверхностью образовались паровые подушки, что еще более усилило степень отслоения мастики от поверхности бетона.

На втором мосту также была уложена рулонная гидроизоляция. В процессе производства работ спустя неделю после устройства железобетонной плиты проезжей части поверхность бетона была покрыта эмульсией и слоем асфальта АВ на всю ширину моста, после чего в течение 5 дней шел дождь.



*Рис. 32. Образование неровностей на проезжей части сталебетонного моста при использовании рулонной гидроизоляции «Мостопласт»*



*Рис. 33. Образование вмятин и пузырей на проезжей части моста*

Сроки ввода моста в эксплуатацию не позволили высушить слой асфальта АВ и бетона перед устройством покрытия из литого асфальтобетона (вот пример работы нашей системы – сдать в срок, хотя и с дефектами, но в срок, а переделывать будем потом. Существует даже формула, характерная для российской действительности: никогда нет времени сделать все в срок, но всегда есть время для переделок). Эта же причина не позволила произвести укладку литого асфальтобетона не на всю ширину моста с целью обеспечения свободного выхода влаги из мокрого бетона и нижнего слоя асфальтобетона. Таким образом, между слоем гидроизоляции и слоем литого асфальтобетона оказалось большое количество воды. В результате в летнее время, когда температура воздуха поднимается до 30 – 40 градусов, эта вода начинает испаряться и давить на влагонепроницаемый слой литого асфальтобетона; поскольку не произошло необходимого сцепления слоя литого асфальтобетона с влажным нижним слоем, это привело к образованию так называемых «пузырей». По этой причине в течение двух лет пришлось ремонтировать покрытие из литого асфальтобетона, причем общая площадь ремонтных работ достигала 200 квадратных метров. При вскрытии ремонтируемых участков покрытия в нижнем слое асфальтобетона и защитном слое бетона были обнаружены разрывы, из которых выходила вода.

Как видно, при устройстве гидроизоляции и дорожной одежды на мостах необходимо соблюдать технологию их укладки. Выполнение работ в дождливую погоду, не просушивание места работы после замачивания приводит к появлению подушек, вздутий и вызывает необходимость выполнения ремонтных работ.

### Заключение

Заканчивая обсуждение проблемы устройства дорожной одежды по железобетонной плите проезжей части моста Саратов – Энгельс можно отметить, что с технологической точки зрения «пронемецкая» конструкция дорожной одежды более удобна из-за необходимости «гасить» те неровности плиты проезжей части, которые оставались после ее выравнивания бетоном, и которых не наблюдается на металлической ортотропной плите проезжей части.

С точки же зрения прочности и долговечности дорожной одежды на железобетонной плите проезжей части четкого предпочтения «пронемецкой» или «профинской» конструкции отдать нельзя, так как имеющаяся информация противоречива. И хотя авторами в данной области проводятся определенные исследования [8 - 17], окончательный вывод о причинах появления рассмотренных выше повреждений дорожной одежды на мостах, как с металлической, так и с железобетонной плитой проезжей части делать рано. Необходимы дальнейшие тщательные исследования.

В связи с этим необходимо организовать тщательный мониторинг состояния дорожной одежды на мосту Саратов – Энгельс с «пронемецкой» конструкцией дорожной одежды и на русловом мосту через Волгу у села Пристанное с «профинской» конструкцией дорожной одежды, а также на остальных мостах мостового перехода через Волгу у села Пристанное с целью определения эффективности и долговечности той или иной конструкции. (Конечно, неплохо бы организовать мониторинг состояния дорожной одежды на всех мостах и с «хорошей» и с «плохой» дорожной одеждой с целью определить причины и «плохой» и «хорошей» работы).

Обращаем внимание на то, что устройство дорожной одежды и деформационных швов на мосту Саратов – Энгельс означает только завершение ремонта мостового полотна (с учетом замены перил и ремонта тротуаров), но ни в коем случае не завершение ремонта всего мостового сооружения. Выполнение работ по устройству дорожной одежды и деформационных швов означает устранение одной из причин, приведших к повреждению несущих конструкций моста.

Мы хотим подчеркнуть еще раз, что ремонт (замена) дорожной одежды, тротуаров, перильного ограждения ни в коей мере не повлиял на несущую способность основных несущих конструкций и потому грузоподъемность мостового сооружения не увеличилась.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Требования к техническому отчету по обследованию и испытаниям мостового сооружения на автодороге. М., 1996, 14 с.
2. ОДН 218.4.001-2008 «Методические рекомендации по организации обследования и испытания мостовых сооружений на автомобильных дорогах»
3. СНиП 3.06.07-86. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Госстрой СССР, М., ЦИТП Госстроя СССР, 1987, 40 с.
4. ВСН 4-81. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах. Минавтодор РСФСР, М., Транспорт, 1990, 32 с.
5. Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах. ФДДМ России, г.п. «РосдорНИИ», М., 1996, 151 с.
6. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Веселовский В.Ю. Проблемы обеспечения долговечности пятидесятилетнего моста через Волгу // Интернет-журнал "Наукоедение" № 3, 2013. <http://naukovedenie.ru/PDF/57tvn313.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
7. Обследование проезжей части автодорожного моста через р. Волгу в г. Саратове, Технический отчет, шифр 351, институт Гипромостореконструкция, г. Саратов, 1991 года.
8. Овчинников И.Г. Кельчевский К.Д, Ликверман А.И., Макаров В.Н., Распоров О.Н. О проблеме устройства дорожной одежды на мостах с ортотропной плитой (статья)// Транспортное строительство, 2001. № 7.– с. 22-25.
9. Овчинников И.Г., Сахарова И.Д., Щербаков А.Г. Особенности конструкции одежды ездового полотна на мостовых сооружениях в современных условиях(статья)// Известия вузов. Строительство. 2003, № 10, с.86 – 92.
10. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Распоров О.Н. Особенности новой технологии устройства одежды ездового полотна на мостовых сооружениях(статья)// Транспортное строительство. 2003, №11, с.15-18
11. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Распоров О.Н. Проектирование и технология устройства дорожной одежды из новых материалов(статья)// Транспортное строительство. 2003, №12, с. 9-12
12. 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.
13. Овчинников И.Г., Распоров О.Н., Макаров В.Н., Монов Б.Н., Иванов О.К. Опыт эксплуатации дорожного покрытия из литого асфальта на мостовых сооружениях (статья)// Транспортное строительство. 2004. №12, с. 15 - 17.
14. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Илюшкин В.А., Овчинников И.И., Овсянников С.В. Инновационные технологии устройства мостового полотна на современных мостовых сооружениях (дорожная одежда и щебеночно-мастичные деформационные швы). Саратов. ИЦ «Рата». 2008. – 204 с.
15. Овчинников И.Г., Дьяков К.А., Черсков Р.М., Зинченко Е.В. Влияние типов гидроизоляции и дорожной одежды мостовых сооружений на сопротивляемость деформациям сдвига// Строительные материалы. М. 2011, №10, с. 50-54.

16. Овчинников И.Г., Телегин М.А. Дорожная одежда на ортотропных плитах мостов// Дорожная Держава. Санкт-Петербург, 2011 № 35.с 34-39.
17. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Телегин М.А., Хохлов С.В. Эффективные конструкции дорожных одежд с применением асфальтобетона на мостовых сооружениях// Интернет-журнал "Науковедение" № 1, 2014. <http://naukovedenie.ru/PDF/76TVN114.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**Рецензент:** Кочетков Андрей Викторович, председатель Поволжского отделения Российской академии транспорта, академик РАТ, д-р. техн. наук, профессор.

**Ovchinnikov Igor Georgievich**

Perm national research polytechnic university  
Russia, Perm  
Yuri Gagarin state technical university of Saratov  
Russia, Saratov  
Moscow state automobile & road technical university  
Sochi branch  
Russia, Sochi  
E-Mail: [bridgesar@mail.ru](mailto:bridgesar@mail.ru)

**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)

**Ilchenko Ekaterina Dmitrievna**

Yuri Gagarin state technical university of Saratov  
Russia, Saratov  
E-Mail: [pr.serenity@mail.ru](mailto:pr.serenity@mail.ru)

**Pokrovsky Alexey Vladimirovich**

Close joint-stock company «Ecodor»  
Russia, St Peterburg  
E-Mail: [apokrovsky@abz-1.ru](mailto:apokrovsky@abz-1.ru)

**Morozov Viktor Nikolaevich**

ООО «Институт «Проектмостореконструкция»  
Russia, Saratov  
E-Mail: [morvin@bridge-pmr.ru](mailto:morvin@bridge-pmr.ru)

**Derevyakin Oleg Alexandrovich**

ООО «Институт «Проектмостореконструкция»  
Russia, Saratov  
E-Mail: [bridge@overta.ru](mailto:bridge@overta.ru)

## Problems of repair of pavement on reinforced concrete bridge across the Volga Saratov - Engels

**Abstract.** This article is devoted to the repair of pavement of the bridge executed in 2014 through the Volga River in Saratov. In it the description of the basic constructive elements of an artificial construction is given in the beginning, data on technical condition of pavement and deformation seams of a bridge construction are provided further. The photographic material and information on a status of a bridge deck after removal of all existing layers of pavement is provided. Reasons for the made decision on constructive layers of new pavement on the bridge are this. In operation the problems which arose in case of the device of pavement on the Obukhovsky cable-stayed bridge through Neva in St. Petersburg (this bridge was selected since on it the pavement of similar construction, but on a steel orthotropic plate) were applied, and in case of the device of pavement on President Bridge through Volga in Ulyanovsk are also described. For comparing material on a status of pavement is given in bridge constructions of the bridge crossing through Volga at the village of Pristannoye of the Saratov region. In the inference of article recommendations about the organization of condition monitoring of pavement on the bridge Saratov – Engels with the "pro-German" construction of pavement and on the main bridge through Volga at the village of Pristannoye with the "pro-Finnish" construction of pavement, and also on remaining bridges of the bridge crossing through Volga at the village of Pristannoye for the purpose of determination most of efficiency and longevity of this or that construction are made.

**Keywords:** bridge, bridge deck, pavement, waterproofing, guss asphalt, stone mastic asphalt, monitoring, damage

## REFERENCES

1. Trebovaniya k tekhnicheskomu otchetu po obsledovaniyu i ispytaniyam mostovogo sooruzheniya na avtodoroze. M., 1996, 14 s.
2. ODN 218.4.001-2008 «Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii obsledovaniya i ispytaniya mostovykh sooruzheniy na avtomobil'nykh dorogakh»
3. SNiP 3.06.07-86. Mosty i truby. Pravila obsledovaniy i ispytaniy. Gosstroy SSSR, M., TsITP Gosstroya SSSR, 1987, 40 s.
4. VSN 4-81. Instruktsiya po provedeniyu osmotrov mostov i trub na avtomobil'nykh dorogakh. Minavtodor RSFSR, M., Transport, 1990, 32 s.
5. Instruktsiya po diagnostike mostovykh sooruzheniy na avtomobil'nykh dorogakh. FDDM Rossii, g.p. «RosdorNII», M., 1996, 151 s.
6. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Veselovskiy V.Yu. Problemy obespecheniya dolgovechnosti pyatidesyatiletnego mosta cherez Volgu // Internet-zhurnal "Naukovedenie" № 3, 2013. <http://naukovedenie.ru/PDF/57tvn313.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl.
7. Obsledovanie proezzhey chasti avtodorozhnogo mosta cherez r. Volgu v g. Saratove, Tekhnicheskiiy otchet, shifr 351, institut Gipromostorekonstruktsiya, g. Saratov, 1991 goda.
8. Ovchinnikov I.G. Kel'chevskiy K.D, Likverman A.I., Makarov V.N., Rasporov O.N. O probleme ustroystva dorozhnoy odezhdyy na mostakh s ortotropnoy plitoy (stat'ya)// Transportnoe stroitel'stvo, 2001. № 7.– s. 22-25.
9. Ovchinnikov I.G., Sakharova I.D., Shcherbakov A.G. Osobennosti konstruksii odezhdyy ezdovogo polotna na mostovykh sooruzheniyakh v sovremennykh usloviyakh(stat'ya)// Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo. 2003, № 10, s.86 – 92.
10. Ovchinnikov I.G., Makarov V.N., Rasporov O.N. Osobennosti novoy tekhnologii ustroystva odezhdyy ezdovogo polotna na mostovykh sooruzheniyakh(stat'ya)// Transportnoe stroitel'stvo. 2003, №11, s.15-18
11. Ovchinnikov I.G., Makarov V.N., Rasporov O.N. Proektirovanie i tekhnologiya ustroystva dorozhnoy odezhdyy iz novykh materialov(stat'ya)// Transportnoe stroitel'stvo. 2003, №12, s. 9-12
12. 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.
13. Ovchinnikov I.G., Rasporov O.N., Makarov V.N., Monov B.N., Ivanov O.K. Opyt ekspluatatsii dorozhnogo pokrytiya iz litogo asfal'ta na mostovykh sooruzheniyakh (stat'ya)// Transportnoe stroitel'stvo. 2004. №12, s. 15 - 17.
14. Ovchinnikov I.G., Makarov V.N., Ilyushkin V.A., Ovchinnikov I.I., Ovsyannikov S.V. Innovatsionnye tekhnologii ustroystva mostovogo polotna na sovremennykh mostovykh sooruzheniyakh (dorozhnaya odezhdyya i shchebenochno-mastichnyye deformatsionnyye shvy). Saratov. ITs «Rata». 2008. – 204 s.
15. Ovchinnikov I.G., D'yakov K.A., Cherskov R.M., Zinchenko E.V. Vliyanie tipov gidroizolyatsii i dorozhnoy odezhdyy mostovykh sooruzheniy na soprotivlyaemost' deformatsiyam sdviga// Stroitel'nye materialy. M. 2011, №10, s. 50-54.

16. Ovchinnikov I.G., Telegin M.A. Dorozhnaya odezhda na ortotropnykh plitakh mostov// Dorozhnaya Derzhava. Sankt-Peterburg,2011 № 35.c 34-39.
17. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Telegin M.A., Khokhlov S.V. Effektivnye konstruksii dorozhnykh odezhd s primeneniem asfal'tobetona na mostovykh sooruzheniyakh// Internet-zhurnal "Naukovedenie" № 1, 2014. <http://naukovedenie.ru/PDF/76TVN114.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl.