

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

**Дорожная одежда на мостовых сооружениях:  
отечественный и зарубежный опыт**

---

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

**Аннотация.** В статье приведен анализ технического состояния дорожных одежд на мостовых сооружениях в Российской Федерации, описаны проблемы расчета конструкций дорожных одежд, приведены факторы, учитываемые при проектировании конструкции покрытий ездового полотна на ортотропной и железобетонных плитах, а также предлагаемые примеры таких конструкций с применением литого полимерасфальтобетона, щебеночно-мастичного асфальтобетона, мелкозернистого высокопрочного асфальтобетона, тонкослойных покрытий на основе полиметилметакрилата. При проработке предлагаемых в настоящей статье конструктивных слоев дорожной одежды с учетом предъявляемых к ним требованиям, были изучены и проработаны: положения технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011), Федерального закона 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*, обобщен имеющийся отечественный и международный опыт по конструированию, устройству и эксплуатации дорожных одежд на мостовых сооружениях. В статье также описана методика подбора конструкции дорожной одежды (покрытия) ездового полотна мостовых сооружений. Приведены конструкции и требования, предъявляемые к дорожным одеждам на мостовых сооружениях в европейских странах (Германия, Чехия, Дания, Швеция, Франция, Венгрия).

**Ключевые слова:** гидроизоляция, конструкция дорожной одежды, мост, железобетонная плита проезжей части, ортотропная плита проезжей части, горячий плотный асфальтобетон, литой полимерасфальтобетон, щебеночно-мастичный асфальтобетон.

Безопасность движения по мосту должно обеспечивать качественное покрытие – дорожная одежда. На цельнометаллических мостах дорожная одежда укладывается на ортотропную плиту, которая деформируется под действием колесной нагрузки и оказывает влияние на работу дорожной одежды. Практика показывает, что срок службы дорожной одежды на мосту составляет 3-5 лет, а то и менее, что в разы меньше предполагаемого срока службы (до 15 лет). Обычно после первого года эксплуатации моста в дорожной одежде появляются продольные трещины. В то же время мировая практика показывает, что срок службы дорожной одежды на больших мостах может составлять 15-20 лет. Работа дорожной одежды на мосту в корне отличается от работы дорожной одежды на автомобильной дороге. На мосту дорожная одежда укладывается на плиту проезжей части, которая воспринимает нагрузки от движущегося транспорта, а значит и деформируется между главными балками пролетного строения. Поэтому возникновение наиболее распространенных дефектов в виде трещин может происходить преимущественно сверху вниз - при отрицательном изгибающем моменте в дорожной одежде, возникающем над стенками продольных ребер или стенками главных балок.

С введением актуализированных нормативных документов, в частности СП 35.13330.2011 [1], были введены следующие требования к дорожной одежде на стальной ортотропной плите: «Толщина асфальтобетонного покрытия на стальной ортотропной плите зависит от параметров ортотропной плиты (толщины листа, шага продольных ребер) и должна быть не менее 110 мм при применении уплотняемых асфальтобетонов. При применении литых асфальтобетонов суммарная толщина асфальтобетонного покрытия может быть уменьшена до 80 мм при применении литого асфальтобетона в обоих слоях и до 90 мм при применении литого асфальтобетона в одном из слоев».

Таким образом, можно отметить, что в настоящее время начинается работа по совершенствованию конструкций и методик расчета дорожных одежд на пролетных строениях мостов. Но необходимо отметить и тот факт, что повреждения асфальтобетонного покрытия продолжают возникать, преимущественно это касается покрытия на ортотропных плитах. Поэтому необходим детальный анализ работы дорожной одежды именно на стальной ортотропной плите, учитывая ее большую гибкость по сравнению с железобетонной плитой.

В связи с неудовлетворительной эксплуатацией на ряде мостовых сооружений дорожной одежды из плотного асфальтобетона (появление трещин в верхнем слое дорожной одежды, нарушение сцепления между слоями) стали применяться более современные типы асфальтобетона – щебеночно-мастичный (ЩМА) и литой асфальтобетон. Применение литого асфальтобетона позволяет уменьшить риск возникновения трещин вследствие его хорошей работы на растяжение при изгибе. Предел прочности на растяжение литого асфальтобетона составляет 5,6 МПа, плотного – от 0,8 до 1,5 МПа. Таким образом, имеется возможность уменьшить толщину дорожной одежды до 70-80 мм, тогда как при использовании плотного асфальтобетона толщина дорожной одежды должна составлять 80-110 мм. Но, учитывая его низкие сцепные свойства, он в основном находит свое применение в нижнем слое дорожной одежды. Применение ЩМА совместно с литым асфальтобетоном позволяет получить конструкцию дорожной одежды со слоями одинаковой деформативности, что достигается использованием в основе обоих слоев одного и того же полимербитумного материала.

Также в последнее время находят свое применение тонкослойные покрытия на основе полимерных смол толщиной 20-25 мм, которые способны выполнять как гидроизолирующую функцию, так и функцию слоя износа. Активное применение данного материала сдерживается недостаточным положительным опытом его эксплуатации, а также отсутствием адекватных методик расчета дорожных одежд из этого материала на мостах.

В целом можно отметить тенденцию облегчения конструкции дорожной одежды, благотворно сказывающуюся на работе пролетного строения и опор моста.

### **Проблемы расчета конструкций дорожных одежд**

Одной из главных проблем при расчете дорожных одежд, помимо ограниченности методик расчета, является ограниченный набор характеристик материалов. Причинами отсутствия полного пакета характеристик являются:

- отсутствие необходимости в полном наборе характеристик при рассматриваемых температурах для расчетов дорожной одежды на автомобильной дороге;
- отсутствие необходимости в получении рассматриваемых характеристик разработчиками материалов.

Складывается ситуация, при которой корректный расчет дорожной одежды на мосту невозможно произвести. В настоящее время приходится пользоваться линейными статическими расчетами, хотя при правильном подходе необходимо задавать нелинейные характеристики материалов. Все это подводит к необходимости создания банка данных с необходимыми характеристиками материалов, использующихся для дорожных одежд на мостах.

Анализ опыта эксплуатации дорожной одежды на внеклассных зарубежных мостах показал, что на мостах с гибкой ортотропной плитой дорожная одежда находится в плохом состоянии, либо была произведена ее замена. На мостах с жесткой ортотропной плитой с листом настила толщиной 16 мм дорожная одежда находится в хорошем состоянии. Таким образом, налицо зависимость между жесткостью ортотропной плиты и состоянием дорожной одежды.

Существующие в России методики расчета дорожной одежды на стальной ортотропной плите в большинстве своем сводятся к использованию плоских расчетных схем, к примеру, может рассматриваться работа между поперечными балками продольного ребра с дорожной одеждой, хотя работы зарубежных ученых свидетельствуют о том, что для дорожной одежды более критична работа поперек пролетного строения. Таким образом, существующие в России методики расчета дорожной одежды, основанные на расчетных схемах, используемых при расчетах ортотропной плиты, можно использовать только при приближенной оценке напряженного состояния дорожной одежды. При более детальной оценке ее работы необходим учет податливости, как стенок продольных ребер, так и стенок главных балок пролетного строения. Также необходим учет работы на кручение продольных ребер при работе ортотропной плиты в поперечном направлении.

В современных расчетных схемах дорожная одежда на мостах рассматривается только в качестве нагрузки. При расчете ортотропной плиты это разумное предположение, учитывая как возможную работу ортотропной плиты с частично разрушенной дорожной одеждой, так и малый модуль упругости материала дорожной одежды при температурах порядка от +30 до +40 °С. Но при расчете самой дорожной одежды данный подход вызывает много вопросов. Дорожная одежда на ортотропной плите находится в сложном напряженном состоянии, которое зависит как от воздействия колесной нагрузки, так и от деформаций ортотропной плиты.

Таким образом, при гибкой ортотропной плите дорожная одежда способна удовлетворять предъявляемым ей требованиям только при достаточно большой ее толщине, что увеличивает массу пролетного строения, а, следовательно, и стоимость сооружения. Исходя из этого, одним из путей повышения долговечности дорожной одежды видится установление

требований по жесткости для ортотропной плиты, которые на данный момент введены в некоторых зарубежных нормативных документах. Дорожную одежду на ортотропной плите необходимо рассчитывать как конструктивный элемент пролетного строения, то есть по прочности, выносливости и т.д. Методики расчета дорожной одежды на ортотропной плите, предлагаемые в научных работах, нуждаются в уточнении.

Одной из главных проблем при расчете дорожной одежды является отсутствие необходимых прочностных характеристик, как при положительных, так и при отрицательных температурах. Расчет дорожных одежд необходимо вести с учетом температурных воздействий, как вследствие того, что от нее зависят характеристики материала дорожной одежды, так и вследствие того, что взаимодействуют различные материалы – дорожная одежда и металл, свойства которого в меньшей мере зависят от температуры.

Также сложность вызывает применение той или иной теории прочности при оценке напряженного состояния дорожной одежды. При положительных температурах дорожная одежда становится пластичной, и ее расчет следует вести в нелинейной постановке, используя диаграмму деформирования. При отрицательных температурах дорожная одежда становится хрупкой, поэтому возможно вести расчет в упругой стадии. За рубежом в силу более эффективного финансирования научных исследований предпочтение отдается не теоретическим, а экспериментальным исследованиям различных конструктивных решений дорожных одежд, как на автомобильных дорогах, так и на мостовых сооружениях (на специальных полигонах).

## **Инновационные конструкции дорожных одежд на мостовых сооружениях**

При проработке предлагаемых в настоящей статье конструктивных слоев дорожной одежды с учетом предъявляемых к ним требованиям, были изучены и проработаны: положения технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011) [23], Федерального закона 184-ФЗ «О техническом регулировании» [25], Федерального закона 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [24], СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* [22], ОДМ 218.1.001-2010 «Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства» [18], обобщен имеющийся отечественный и международный опыт по конструированию, устройству и эксплуатации дорожных одежд на мостовых сооружениях [1-17, 19-21, 26].

### ***Факторы, учитываемые при проектировании конструкции дорожных одежд на ортотропной плите проезжей части мостовых сооружений***

Основные требования к конструкциям дорожных одежд:

- хорошее сцепление покрытия с ортотропной плитой проезжей части;
- зависимость конструкции покрытия от конструкции ортотропной плиты (ее жесткости, геометрических параметров, конструктивных особенностей).

Вследствие большей гибкости ортотропной плиты проезжей части по сравнению с железобетонной плитой, верхний слой покрытия ездового полотна должен допускать большие перемещения без растрескивания. Толщина асфальтобетонного покрытия на стальной ортотропной плите зависит от параметров ортотропной плиты (толщины листа, шага продольных ребер). При конструировании дорожных одежд на мостовых полотнах необходимо

учитывать все воздействия, оказываемые на дорожную одежду при работе ортотропной плиты и выбирать асфальтобетоны, наиболее устойчивые к этим воздействиям.

Различные пролеты мостовых сооружений в зависимости от прилагаемой нагрузки могут иметь различную дорожную одежду на одном мостовом переходе (исходя из экономической целесообразности)

Конструкцию дорожной одежды рекомендуется делать двухслойной (2 слоя асфальтобетонного покрытия). Для мостов больших пролетов допускается применение трехслойных покрытий ввиду большей деформативности пролетов. Решение о применении трехслойных конструкций должно быть обосновано соответствующим прочностным и деформационным расчетом. Первый (нижний, защитный) слой покрытия рекомендуется выполнять из литого полимерасфальтобетона. За счет применения литого полимерасфальтобетона (имеющего изначально хорошие гидроизоляционные свойства), происходит увеличение общей толщины защитного гидроизоляционного покрытия на мостах. При устройстве защитного слоя из литого полимерасфальтобетона рекомендуется применять мастичную гидроизоляцию. При использовании литого полимерасфальтобетона в качестве нижнего слоя дорожной одежды ездового полотна требуется обязательное проведение натурных испытаний для проверки устойчивости применяемого типа гидроизоляции к воздействию высоких температур укладываемого литого полимерасфальтобетона. Для обеспечения совместности работы всех слоев дорожной одежды рекомендуется применять механическое (наброска щебня, кварцевого песка и т.д.) и химическое сцепление слоев дорожной одежды (например устройство всех слоев дорожной одежды с применением одного и того же полимербитумного материала).

При использовании для устройства слоев дорожной одежды одновременно щебеночно-мастичного асфальтобетона и литого полимерасфальтобетона рекомендуется использовать один и тот же полимербитумный материал для обеспечения одинаковой деформативности слоев дорожной одежды. Для механического сцепления слоев дорожной одежды рекомендуется использовать посыпку из черного щебня фракции: 6-8 мм или 5-10 мм. При использовании посыпки из черного щебня необходимо учитывать толщину гидроизоляционного слоя (в случае применения посыпки из черного щебня по слою гидроизоляции, толщина последней должна быть больше максимального размера применяемой фракции черного щебня).

### **Рекомендуемые конструктивные слои дорожных одежд на ортотропной плите проезжей части мостовых сооружений**

<b>Щебеночно-мастичный асфальтобетон</b>
<b>Литой полимерасфальтобетон + посыпка оcherненным щебнем фракции 15÷20 мм</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Адгезионный / буферный слой</b>
<b>Антикоррозионный слой</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая) с требуемым уровнем подготовки</b>

**Рис. 1.** Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя щебеночно-мастичного асфальтобетона и защитного слоя из литого полимерасфальтобетона

<b>Щебеночно-мастичный асфальтобетон</b>
<b>Мелкозернистый высокоплотный асфальтобетон</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Адгезионный / буферный слой</b>
<b>Антикоррозионный слой</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая) с требуемым уровнем подготовки поверхности</b>

**Рис. 2.** Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя щебеночно-мастичного асфальтобетона и защитного слоя из мелкозернистого высокоплотного асфальтобетона

<b>Мелкозернистый высокоплотный асфальтобетон</b>
<b>Литой полимерасфальтобетон + посыпка оcherненным щебнем фракции 15÷20 мм</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Адгезионный / буферный слой</b>
<b>Антикоррозионный слой</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая) с требуемым уровнем подготовки поверхности</b>

**Рис. 3.** Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя мелкозернистого высокоплотного асфальтобетона и защитного слоя из литого полимерасфальтобетона

<b>Литой полимерасфальтобетон + каменная наброска (для придания шероховатости)</b>
<b>Литой полимерасфальтобетон</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Адгезионный / буферный слой</b>
<b>Антикоррозионный слой</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая) с требуемым уровнем подготовки поверхности</b>

**Рис. 4.** Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего и защитного слоев из литого полимерасфальтобетона

<b>Литой полимерасфальтобетон + каменная наброска (для придания шероховатости)</b>
<b>Асфальтобетон АВ, или горячий плотный асфальтобетона типа Б марки I</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Адгезионный / буферный слой</b>
<b>Антикоррозионный слой</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая) с требуемым уровнем подготовки поверхности</b>

*Рис. 5. Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя литого полимерасфальтобетона и защитного слоя из асфальтобетона АВ или горячего плотного асфальтобетона типа Б марки I*

<b>Финишный лак</b>
<b>Шероховатый слой</b>
<b>Основной износостойкий слой</b>
<b>Гидроизоляционный демпфирующий слой</b>
<b>Грунтовочный слой</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая) с требуемым уровнем подготовки поверхности</b>

*Рис. 6. Конструкция дорожной одежды с использованием тонкослойных покрытий на основе ПММА (полиметилметакрилата)*

#### **Факторы, учитываемые при проектировании конструкции дорожных одежд на железобетонной плите проезжей части мостовых сооружений**

Одним из условий обеспечения длительного срока службы железобетонных пролетных строений мостовых сооружений является высококачественная гидроизоляция совместно с высококачественной дорожной одеждой.

Основными функциональными требованиями к дорожной одежде на железобетонной плите проезжей части мостовых сооружений являются: водонепроницаемость в любых условиях, механическая стабильность (сопротивляемость действию нагрузки от транспорта, включая действие сжимающих и сдвигающих сил на кривых, а также во время торможения или ускорения), сопротивляемость растрескиванию и расслоению под влиянием колебаний температуры и действия нагрузки от проходящего транспорта, обеспечение механического и химического сопротивления при нормативных нагрузках, погодных условиях и химических способах борьбы с гололедом

Во избежание образования вздутий гидроизоляционного слоя и его последующего отрыва, в процессе испарения влаги, содержащейся в бетоне конструкций моста, для отвода паров влаги, в бетонном слое устраиваются отверстия. Работы производятся перед устройством слоя гидроизоляции. Отверстия выполняются на всю глубину бетонного слоя диаметром 10-12 мм. Если это возможно по срокам строительства, рекомендуется выдерживать монолитные железобетонные конструкции (плиту проезжей части) перед нанесением гидроизоляционного покрытия для удаления влаги в процессе гидратации бетона.

Рекомендуемые конструктивные слои дорожных одежд на железобетонной плите проезжей части мостовых сооружений

<b>Щебеночно-мастичный асфальтобетон</b>
<b>Литой полимерасфальтобетон + посыпка оcherненным щебнем фракции 15÷20 мм</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Сетка выравнивания давления</b>
<b>Выравнивающий слой бетона</b>
<b>Сборные (монолитные) железобетонные плиты проезжей части</b>

*Рис. 7. Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя щебеночно-мастичного асфальтобетона и защитного слоя из литого асфальтобетона*

<b>Щебеночно-мастичный асфальтобетон</b>
<b>Мелкозернистый высокоплотный асфальтобетон</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Сетка выравнивания давления</b>
<b>Выравнивающий слой бетона</b>
<b>Сборные (монолитные) железобетонные плиты проезжей части</b>

*Рис. 8. Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя щебеночно-мастичного асфальтобетона и защитного слоя из мелкозернистого высокоплотного асфальтобетона*

<b>Мелкозернистый высокоплотный асфальтобетон</b>
<b>Литой полимерасфальтобетон + посыпка оcherненным щебнем фракции 15÷20 мм</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Сетка выравнивания давления</b>
<b>Выравнивающий слой бетона</b>
<b>Сборные (монолитные) железобетонные плиты проезжей части</b>

*Рис. 9. Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя мелкозернистого высокоплотного асфальтобетона и защитного слоя из литого полимерасфальтобетона*

<b>Литой полимерасфальтобетон + каменная наброска (для придания шероховатости)</b>
<b>Литой полимерасфальтобетон</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Сетка выравнивания давления</b>
<b>Выравнивающий слой бетона</b>
<b>Сборные (монолитные) железобетонные плиты проезжей части</b>

*Рис. 10. Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего и защитного слоев литого полимерасфальтобетона*

<b>Литой полимерасфальтобетон + каменная наброска (для придания шероховатости)</b>
<b>Асфальтобетон АВ, или горячий плотный асфальтобетона типа Б марки I</b>
<b>Гидроизоляционный слой</b>
<b>Сетка выравнивания давления</b>
<b>Выравнивающий слой бетона</b>
<b>Сборные (монолитные) железобетонные плиты проезжей части</b>

*Рис. 11. Конструкция дорожной одежды с использованием в качестве верхнего слоя литого полимерасфальтобетона и защитного слоя из асфальтобетона АВ или горячего плотного асфальтобетона типа Б марки I*

### **Методика подбора конструкции дорожной одежды (покрытия) ездового полотна мостовых сооружений**

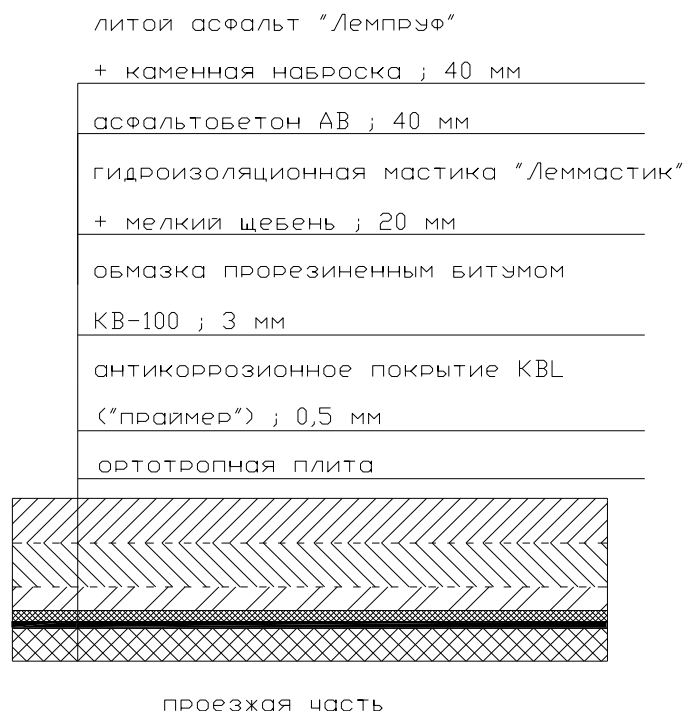
При выборе конструкций дорожных одежд на мостовых сооружениях рекомендуется следовать следующей методике:

- Установление необходимого срока службы плиты проезжей части нового моста или моста, на котором необходимо произвести замену покрытия.
- Выбор одного или нескольких типов дорожной одежды (покрытия) исходя из опыта их эксплуатации, подходящих по материалу или по каким-то иным показателям.
- Выяснение у поставщика, либо по результатам испытаний характеристик материала при обычной, минимальной и максимальной температуре в районе эксплуатируемого сооружения. Необходимо, чтобы одежда ездового полотна выдерживала требуемую интенсивность движения в течение продолжительного времени при экстремальных температурах.
- Определение предельных значений растягивающих напряжений для материалов дорожной одежды (покрытия) при совместном действии постоянной (собственный вес) и временной нагрузки.
- Определение интенсивности движения и, соответственно, количества автомобилей за весь предполагаемый срок службы покрытия.
- Сравнение циклов нагружения с предельным количеством циклов для того или иного типа покрытия. Если такая информация отсутствует, то необходимы испытания одежды ездового полотна. При этом модель должна быть в натуральную величину, иметь проектную толщину, те же сцепные свойства с плитой проезжей части. Нагрузка при этом должна вызывать в покрытии растягивающие напряжения.
- Исследуемая модель может быть:
  - однопролетной балкой, загруженной сосредоточенной нагрузкой;
  - многопролетной балкой, загруженной распределенной нагрузкой;
  - полномасштабным участком покрытия, загружаемым колесной, а также температурной нагрузкой.

- Две-три исследуемые модели должны быть испытаны на воздействие циклов нагружения, вычисленных ранее. Также предпочтительно 3 образца должны быть загружены до разрушения. В данном случае разрушение есть нарушение связи между покрытием и плитой, либо образование трещин в покрытии от растягивающих напряжений.
- Сопоставление возможностей одежды ездового полотна с требованиями к ней. Если требования превышают возможности материала, необходим поиск другого материала, повышение точности испытаний, либо снижение проектного срока службы покрытия.

## Имеющийся опыт применения различных конструкций дорожных одежд на территории РФ

*Конструкции дорожных одежд с применением литого полимерасфальтобетона*



**Рис. 12.** Конструкция дорожной одежды на ортотропной плите моста через реку Волгу у с. Пристанное в Саратовской области. После 14 лет эксплуатации покрытие находится в работоспособном эксплуатационно-пригодном состоянии

Проезжая часть

**Литой полимерасфальтобетон I, II + посыпка щебнем фракции 10÷15 мм (40 мм)**

<b>Асфальтобетон А (40 мм)</b>
<b>Гидроизоляционная «мастика» (20 мм) + посыпка щебеночной высевкой 5 ÷ 10 мм</b>
<b>Полимербитум ПБВ 60 (4 мм) 3 кг/кв.м</b>
<b>Разжиженный полимербитум 300 г/кв.м</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая)</b>

Тротуар  
Литой полимерасфальтобетон IV+ посыпка оcherненным  
песком  
(30 мм)

<b>Гидроизоляционная «мастика» (20 мм)</b>
<b>Полимербитум ПБВ 60 (4 мм) 3 кг/кв.м</b>
<b>Разжиженный полимербитум 300 г/кв.м</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая)</b>

*Рис. 13. Дорожная одежда с применением литого полимерасфальтобетона на стальной ортотропной плите проезжей части моста*

Проезжая часть  
Литой полимерасфальтобетон I, II + посыпка щебнем  
фракции 10÷15 мм (40 мм)

<b>Асфальтобетон А (40 мм)</b>
<b>Гидроизоляционная «мастика» (20 мм)</b>
<b>Сетка Hatelit – 5 мм</b>
<b>Выравнивающий слой бетона 30 мм</b>
<b>Сборные (монолитные) железобетонные плиты проезжей части</b>

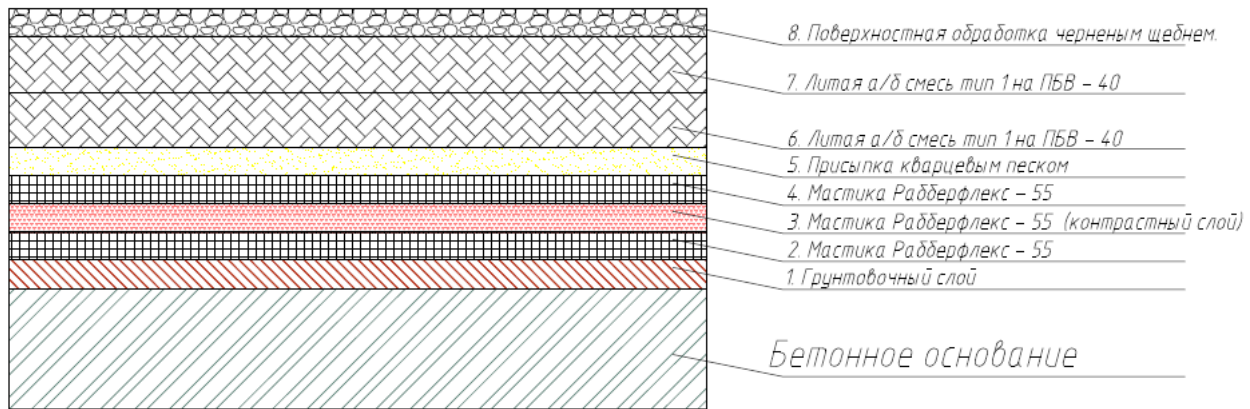
Тротуар  
Литой полимерасфальтобетон IV+ посыпка оcherненным  
песком (30 мм)

<b>Гидроизоляционная «мастика» (20 мм)</b>
<b>Сетка Hatelit – 5 мм</b>
<b>Выравнивающий слой бетона 30 мм</b>
<b>Сборная (монолитная) железобетонная плита проезжей части</b>

*Рис. 14. Дорожная одежда с применением литого полимерасфальтобетона на железобетонной плите проезжей части моста*

<b>Литой полимерасфальтобетон на полимербитумном вяжущем (40 мм)</b>
<b>Асфальтобетон (40 мм)</b>
<b>Гидроизоляционный слой из смеси полимербитумного вяжущего (20 мм)</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая)</b>

*Рис. 15. Конструкция одежды ездового полотна на мосту через р. Волгу в г. Волгограде*



Спецификация материалов для типовой системы гидроизоляции Рабберфлекс - 55 и асфальто-бетонных смесей.

МАТЕРИАЛ	Расход кг/кв.м.	Толщина мм
1слой. Грунтовка: Универсал, Аквадюр (опционально)	0,3	2,0-3,0
2-4 слой. Мембрана: Мастика Рабберфлекс-55, 3 слоя по 0,7 кг/кв.м.	0,3-0,5	2,0-3,0
5 слой. Присыпка кварцевым песком, фракция (2,0-2,5 мм)	2,5	
6 слой. Защитный слой из литой а/д смеси тип 1 на ПБВ - 40 ГОСТ Р 54401-2011	116	40,0
7 слой. Защитный слой из литой а/д смеси тип 1 на ПБВ - 40 ГОСТ Р 54401-2011	116	40,0
8 слой. Поверхностная обработка черным щебнем	10 - 15	

**Рис. 16.** Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите с применением литого полимерасфальтобетона и гидроизоляции Рабберфлекс-55

<b>Литой полимерасфальтобетон I, II + посыпка черным щебнем фракции 15÷20 мм (40 мм)</b>
<b>Асфальтобетон А (40 мм)</b>
<b>Гидроизоляционный слой «Техноэластмост Б» 5,2 мм</b>
<b>Сетка Hatelit – 5 мм</b>
<b>Выравнивающий слой бетона 30 мм</b>
<b>Сборная (монолитная) железобетонная плита проезжей части</b>

**Рис. 17.** Дорожная одежда с применением литого полимерасфальтобетона и рулонной гидроизоляции на железобетонной плите проезжей части моста

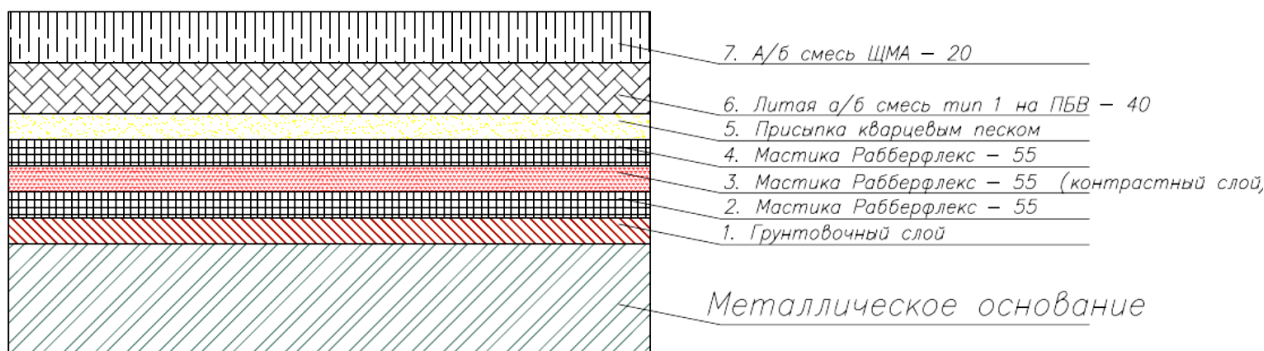
<b>Литой полимерасфальтобетон I, II + посыпка черным щебнем фракции 15÷20 мм (40 мм)</b>
<b>Асфальтобетон А (40 мм)</b>
<b>Гидроизоляционный слой Техноэластмост С 5,2 мм</b>
<b>Полимербитум ПБВ 60 (4 мм) 3 кг/кв.м</b>
<b>Разжиженный полимербитум 300 г/кв.м</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая)</b>

**Рис. 18.** Дорожная одежда с применением литого полимерасфальтобетона на стальной ортотропной плите проезжей части моста

**Конструкция дорожных одежд с применением щебеночно-мастичного асфальтобетона**

<b>ЩМА-15 (40 мм)</b>
<b>Мелкозернистый асфальтобетон тип Б марка I (54 мм)</b>
<b>Гидроизоляционный слой «Поликров Р200» (2 мм)</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая)</b>

**Рис. 19.** Конструкция одежды ездового полотна на мосту через пролив Босфор Восточный в г. Владивостоке



Спецификация материалов для типовой системы гидроизоляции Рабберфлекс - 55 и асфальто-бетонных смесей.

МАТЕРИАЛ	Расход кг/кв. м	Толщина мм
1 слой. Грунтовка: Универсал, Аквадюр (опционально)	0,3	0,2-0,3
2-4 слой. Мембрана: Мастика Рабберфлекс-55, 3 слоя по 0,7 кг/кв. м	0,3-0,5	0,2-0,3
5 слой. Присыпка кварцевым песком, фракция (2,0-2,5 мм)	2,5	
6 слой. Защитный слой из литой а/б смеси тип 1 на ПБВ - 40 ГОСТ Р 54401-2011	116	40,0
7 слой. Асфальто-бетонная смесь ЩМА - 20 ГОСТ 31015-2002	120	50,0

**Рис. 20.** Конструкция дорожной одежды на ортотропной плите с применением щебеночно-мастичного асфальтобетона и гидроизоляции Рабберфлекс-55

<b>ЩМА (60 мм)</b>
<b>Мелкозернистый высокоплотный асфальтобетон (50 мм)</b>
<b>Гидроизоляционный слой «Техноэластмост С» (5,2 мм)</b>
<b>Ортотропная плита проезжей части (металлическая)</b>

**Рис. 21.** Конструкция одежды ездового полотна на мосту «Живописный» через р. Москву в районе Серебряного бора

### **Конструкция дорожных одежд с применением тонкослойных покрытий**



1. Грунтовочный слой – Matacryn<sup>®</sup> Primer CM + присыпка кварцевым песком фракции 0,3 - 0,8 мм;
2. Гидроизолирующий слой – Matacryn<sup>®</sup> Manual (выполняет функции демпфирующего слоя);
3. Износостойкий слой - Matacryn<sup>®</sup> WL + с наполнителем SNL (кварцевая смесь пылеватой фракции) + Корунд (или аналог: Кварц, Бокситы и т.д.) в виде присыпки для придания шероховатости и увеличения износостойкости;
4. Финишный ЛАК - Matacryn<sup>®</sup> STC.

**Рис. 22.** Конструкция дорожной одежды с применением тонкослойных покрытий

### **Конструкции и требования, предъявляемые к дорожным одеждам на мостовых сооружениях в европейских странах**

#### **Конструкции дорожных одежд, применяемых за рубежом**

В данном разделе статьи принята следующая система зарубежных сокращений [26]:

MA - mastic asphalt – литой полимерасфальтобетон;

SMA – stone mastic asphalt - щебеночно-мастичный асфальтобетон;

PA – porous asphalt – пористый асфальтобетон;

AC – asphalt concrete – асфальтобетон

ZTV-ING - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten – Дополнительные технические условия и руководящие принципы в строительстве.

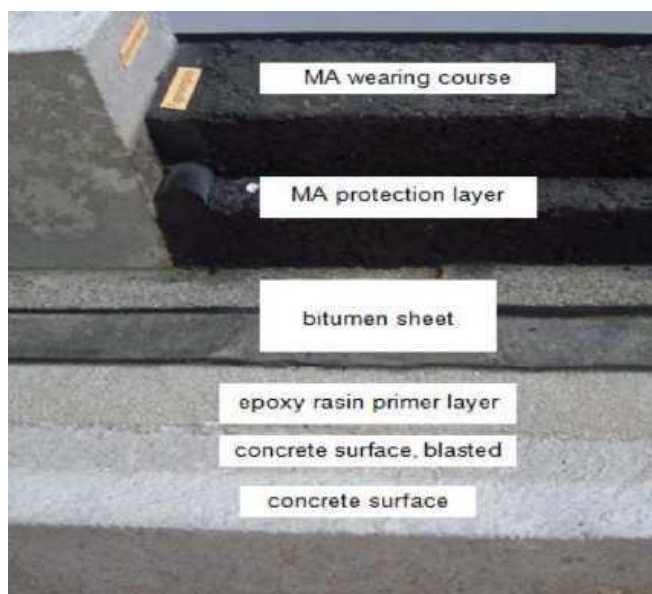
### **Германия**

В Германии дорожная одежда состоит из двух слоев. Первый слой асфальтобетона является защитным слоем (укладывается на слой гидроизоляции). Обычно защитный слой выполнен из литого полимерасфальтобетона. Для верхнего слоя обычно используют SMA, PA или AC. Толщина каждого слоя составляет от 35 до 40 мм (в зависимости от фракции щебня). Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите является более простой, вследствие большей жесткости железобетонных пролетных строений. Дорожная одежда для стальных ортотропных плит является более сложной. Она зависит от поведения стальной конструкции

под нагрузкой. В Германии для применяемых систем гидроизоляции на стальных и железобетонных конструкциях необходимо получить лицензию Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) (подразделение Министерства Транспорта).

Одна из типовых конструкций дорожной одежды на железобетонной плите проезжей части приведена на рис.23. Состав слоев дорожной одежды следующий:

- Специальная грунтовка: слой грунтовки (праймера) на основе эпоксидной смолы с посыпкой кварцевым песком (300-500 г/м<sup>2</sup>).
- Битумный гидроизоляционный слой толщиной 4.5-5.5 мм.
- Защитный слой из литого полимерасфальтобетона (ZTV-ING Часть 7).
- Верхний слой (TL Asphalt-StB ; EN 13108 для MA, SMA, AC или PA).



MA wearing course – верхний слой из литого полимерасфальтобетона;

MA protection layer – защитный слой из литого полимерасфальтобетона;

Bitumen sheet - битумный гидроизоляционный слой;

Epoxy resin primer layer – слой грунтовки (праймера) на основе эпоксидной смолы;

Concrete surface, blasted – очищенная (подготовленная) бетонная поверхность;

Concrete surface – бетонная поверхность;

**Рис. 23.** Конструкция дорожной одежды на железобетонной плите проезжей части с применением литого полимерасфальтобетона

Для конструкций дорожной одежды на стальной ортотропной плите применяются следующие типы конструкций:

- Тип 1: водонепроницаемый слой на основе изоляционной смолы (рис. 24);
- Тип 2: битумный гидроизоляционный слой;
- Тип 3: водонепроницаемый слой на основе смолы/битума (рис. 25).



**Рис. 24.** Тип 1: водонепроницаемый слой на основе изоляционной смолы



**Рис. 25.** Тип 3: водонепроницаемый слой на основе смолы/битума

Примечание: перевод надписей на рисунках:

Steel deck – стальная плита проезжей части;

Primer layer – слой праймера (грунтовочный слой);

Gritted adhesive layer - гравийно-песчаный адгезионный слой;

Cushion layer – амортизационный слой;

MA protection layer – защитный слой из литого полимерасфальтобетона;

MA wearing course – верхний слой из литого полимерасфальтобетона;

Bitumen sheet layer - битумный гидроизоляционный слой;

## Чехия

Конструкция дорожной одежды в Чехии аналогична конструкциям других европейских стран. Битумная рулонная гидроизоляция или напыляемая (полиуретановая) гидроизоляция является предпочтительной для Чешской Дорожной Администрации, но допускаются и другие конструктивные решения. Применение любой системы гидроизоляции должно быть утверждено в Чешской Дорожной Администрации до подачи подрядчиком заявки на тендер. В Чехии существует стандарт «Дорожная одежда на мостах», действующий с 2011 года. Требования, приведенные в ней аналогичны соответствующим требованиям в Германии.

## Дания

Гидроизоляция: в Дании используется подготовка (выравнивание) бетонной поверхности с применением двух слоев песка, пропитанного эпоксидной грунтовкой. Разрешены к применению три типа гидроизоляции. Два из них основываются на синтетических материалах с добавкой растворителя, а один – эпоксидный праймер без растворителя,

посыпанный песком. После нанесения водонепроницаемых мембран они защищаются вторым слоем праймера с 50 % содержанием полимер-модифицированного битума. После применения грунтовки поверхность бетона должна иметь шероховатость от 0,4 до 1,3 мм, измеренную методом песчаного пятна по всей поверхности плиты проезжей части моста. Гидроизоляционный слой железобетонной плиты проезжей части моста содержит, как правило, два слоя рулонной гидроизоляции из модифицированного полимер-бетона, соединенных между собой с помощью наплавления. Для мостов с небольшой интенсивностью движения (менее 2000 авт./сутки), имеющих малую значимость для сети автомобильных дорог, не имеющих участков торможения/ускорения/поворотов, допускается применение только одного слоя рулонного гидроизоляционного материала.

Система дренажа: дренажный слой обеспечивает отвод воды с гидроизоляции. Дренаж представляет собой битумные смеси с «каркасом» минерального компонента, которые укладываются на слой гидроизоляции и имеют толщину 15-20 мм.

Защитный и верхний слои дорожной одежды: на дренажный слой укладывается дорожная одежда суммарной толщиной 80-100 мм. Обычно она состоит из двух слоев – защитного и верхнего. В большинстве случаев, защитный слой состоит из модифицированного асфальтобетона, с большим содержанием минерального заполнителя и низкой пористостью. Защитный слой не должен превышать толщину 50 мм. На малых мостах верхний слой дорожной одежды аналогичен покрытию на подходах. На больших мостах, в качестве верхнего слоя используют щебеночно-мастичный асфальтобетон.

## Швеция

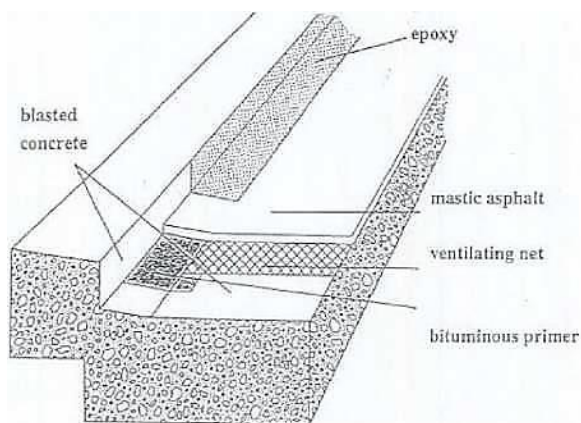
В основном используются две системы гидроизоляции: с применением литого асфальтобетона и с применением модифицированного полимербитума. Конструкция дорожной одежды разрабатывается согласно норм (TRVKB 10 Tatskikt pa broar TRV 2011:089). Полиуретановая или эпоксидная гидроизоляция не применяется на мостах с железобетонной плитой проезжей части.

Система гидроизоляции состоит из 10 мм слоя литого полимерасфальтобетона на сетке из стекловолокна. Литой полимерасфальтобетон представляет собой смесь из полимер-модифицированного битума, известнякового наполнителя и мелкозернистого песка (фракция до 2 мм). Полимер-модифицированный битум содержит как минимум 4,0 % СБС-полимера (стирол-бутадиен-стирол) для препятствия окислению битума. Вдоль внутренних краев бетонная плита проезжей части обрабатывается битумной грунтовкой. Внешние кромки плиты обрабатываются с применением каменноугольной эпоксидной смолы (рисунок Б.4).

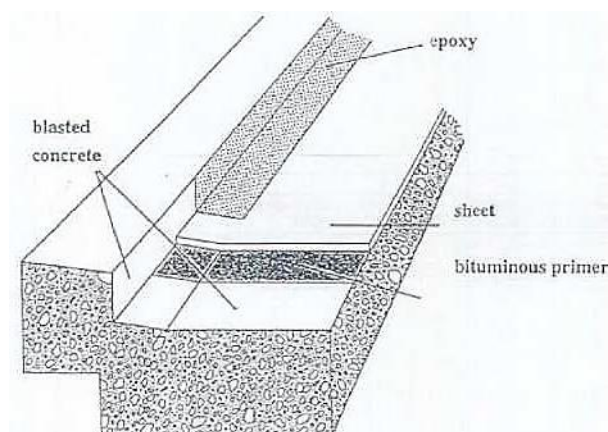
Защитный слой состоит из плотного асфальтобетона, литого асфальтобетона или обычного бетона. Литой асфальт не должен применяться на слабых (деформируемых) конструкциях (таких как стальные балочные мосты со сплошными стенками в самых северных районах Швеции, со среднесуточной температурой -22 °С).

Рулонная гидроизоляционная система из полимер-модифицированного битума начинает отходить в Швеции на второй план, все больше идет применение высококачественного модифицированного битума с СБС-полимером. Гидроизоляция должна иметь толщину минимум 5 мм и обычно выполняется в один слой.

Плита проезжей части предварительно должна быть обработана соответствующим праймером (битумный праймер, предварительно протестированный на совместимость со слоем гидроизоляции). Обычно в качестве защитного слоя используется литой асфальтобетон или обычный асфальтобетон (рис. 26).



**Рис. 26.** Гидроизоляционная система с литым асфальтобетоном



**Рис. 27.** Гидроизоляционная система с применением рулонного материала на основе модифицированного полимербитума

Примечание: перевод надписей на рисунках:

Blasted concrete – подготовленный бетон;

Epoxy – эпоксидная смола;

Mastic asphalt – литой асфальтобетон;

Ventilating net – паро- водоотводящая сетка;

Bituminous primer – битумный праймер;

Sheet – рулонная гидроизоляция.

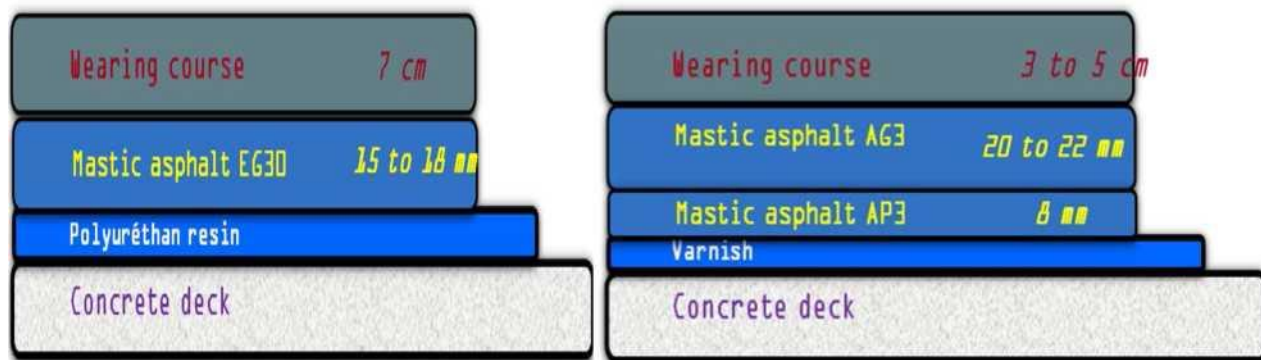
## Франция

### Дорожная одежда на железобетонной плите проезжей части

На железобетонной плите существуют несколько основных систем, которые используются и одобрены «Setra» (Французский Государственный Департамент Гражданского Строительства).

- **Решения с применением литого асфальтобетона**

Данный тип представляет собой от 26 до 30 % всех используемых решений по гидроизоляции (цифры приведены из расчета площади защищаемой поверхности). Относительно литого полимерасфальтобетона существует два возможных варианта: однослойный вариант и двухслойный вариант (рисунок Б.5).



**Рис. 28.** Конструкция дорожной одежды с применением литого полимерасфальтобетона

Примечание: перевод надписей на рисунок:

Wearing course – верхний слой износа;

Mastic asphalt – литой асфальт;

Polyurethane resin – полиуретановая смола;

Concrete deck - железобетонная плита;

Varnish – слой битумного (асфальтного) лака.

#### • Битумная рулонная гидроизоляция

Данное решение отражает наиболее общую используемую технологию (от 22 до 25 % всех используемых решений по гидроизоляции (цифры приведены из расчета площади защищаемой поверхности)).

В данном решении возможны два варианта:

1 - Обычные горячие асфальтобетонные смеси:

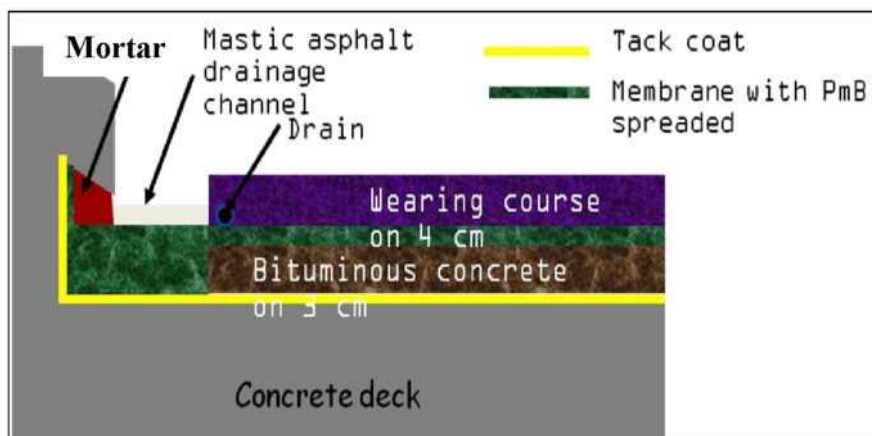
- верхний слой (70 мм минимум);
- битумные рулонные листы (25-45 мм);
- холодный битумный (асфальтный) лак;
- железобетонная плита.

2 - Литой полимерасфальтобетон:

- верхний слой (50-70 мм);
- литой асфальтобетон AG3 (25 мм);
- битумные рулонные листы (27-35 мм);
- холодный битумный (асфальтный) лак;
- железобетонная плита.

- **Комплексное решение на основе битума**

Данное решение появилось в 1980-1990 гг. Оно является довольно удобным для больших проектов в силу быстрого устройства конструкции. Решение состоит из нескольких слоев, как показано на рис. 29.



*Рис. 29. Конструкция дорожной одежды с использованием комплексного решения на основе битума*

Перевод надписей на рисунке:

Concrete deck – железобетонная плита;

Bituminous concrete – асфальтобетон;

Wearing course – верхний слой износа;

Drain – дренаж;

Mastic asphalt drainage channel – дренажный канал в литом полимерасфальтобетоне;

Tack coat – связующий слой;

Membrane with PmB spreaded – напыляемая полимер-битумная мембрана;

Mortar – строительный раствор.

### **Дорожная одежда на стальной плите проезжей части мостовых сооружений**

Комплексы гидроизоляции для мостов со стальной ортотропной плитой во Франции используют следующие подходы:

- либо полимер-битумная мембрана, либо битумная рулонная гидроизоляция;
- верхний слой, выполненный из модифицированного асфальтобетона минимум 65 мм толщиной.

Данное решение запроектировано с учетом сопротивления изгибу, являющегося основным параметром, оказывающим влияние на долговечность. В результате асфальтобетон в качестве связующего содержит высоко модифицированный полимер.

## Венгрия

### Дорожная одежда на стальной плите проезжей части

Лист настила стальных плит проезжей части имеет относительно небольшую толщину (10 – 16 мм), который воспринимает как вес мостового полотна, так и воздействие временной нагрузки.

Система гидроизоляции состоит из нескольких слоев, отвечающих за водонепроницаемость и обеспечивающих долговременную антикоррозионную защиту. Возможно применение напыляемой гидроизоляции.

Система состоит из следующих слоев:

- антикоррозионный праймер (грунтовка);
- гидроизоляционный слой и связующий слой;
- защитный слой из асфальтобетона.

Покрытие проезжей части, в свою очередь, также состоит из трех асфальтобетонных слоев. Слои асфальтобетона обеспечивают прочность дорожного покрытия (воспринимающего воздействия от подвижного состава) и работают совместно с гидроизоляцией.

Покрытие проезжей части состоит из следующих слоев:

- защитный слой;
- промежуточный слой;
- верхний асфальтобетонный слой.

Защитный слой выполнен из литого асфальтобетона МФ 11 (mF) (с модифицированным битумом). Проектная толщина 35 мм.

Промежуточный и верхний слои по составу должны соответствовать требованиям Венгерских Технических спецификаций и Европейского стандарта на Асфальтобетон (обычно применяют AC 11 / SMA 11 для верхнего слоя, и AC 22 для промежуточного). Тип и толщина слоев обычно совпадает с таковыми на подходах, но есть и исключения из этого правила. Верхний слой из горячих асфальтобетонных смесей обычно имеет толщину 40 мм, промежуточный слой – 70 мм.

Исключение составляет большепролетный мост в Венгрии (виадук Szebenyi). Мост имеет стальную ортотропную плиту. После подготовки поверхности была нанесена гидроизолирующая полиамидная мастика (StoPox ZNP-TE 21 - 10 мм). Далее был уложен 35 мм защитный слой из литого полимерасфальтобетона (с полимер-модифицированным битумом). В качестве промежуточного слоя был уложен не 70 мм слой AC 22, а 40 мм слой SMA 11. Верхний слой был выполнен из 40 мм SMA 11. По краям вдоль дорожного полотна с обеих сторон были уложены полосы из литого полимерасфальтобетона (MA 11) шириной 250 мм (верховая сторона) и 400 мм (низовая сторона), (3 слоя по толщине соответственно 35 мм + 40 мм + 40 мм). Швы между литым полимербетоном и щебеночно-мастичным асфальтобетоном были заполнены эластичным наполнителем.

Дорожная одежда на железобетонной плите проезжей части мостовых сооружений.

В данном случае используются следующие решения:

- обычная рулонная битумная гидроизоляция;
- усиленная полимером, упругая, основанная на цементе (РСС) гидроизоляция;
- мастичная гидроизоляция;
- модифицированная полимер-битумная гидроизоляция на основе РmВ-А;
- модифицированная рулонная гидроизоляция;
- упругая полимерная гидроизоляция (RMA).

Защитный слой может быть выполнен из МА 11 (с нормальным твердым битумом) или МА 11 (mF) с модифицированным битумом.

На гидроизоляции укладывается от двух до трех слоев асфальтобетона – защитный, промежуточный (в некоторых случаях может отсутствовать) и верхний слой.

Тип дорожной одежды зависит от следующих условий:

- конструктивного решения мостового сооружения;
- условий эксплуатации моста;
- условий строительства;
- прочих условий

Условия эксплуатации моста в зависимости от временной нагрузки классифицируются как нормальные (N) и тяжелые (F).

В случае нормальных условий эксплуатации можно применять дорожную одежду толщиной 80 мм (защитный слой гидроизоляции и верхний слой).

В случае тяжелых условий эксплуатации требуется толщина дорожной одежды 120 мм (защитный слой гидроизоляции, промежуточный слой и верхний слой).

### **Заключение**

В транспортном строительстве находят применение как отечественные, так и зарубежные материалы и технологии. Причем в последнее время, в связи с развернувшимся интенсивным дорожно-мостовым строительством применение зарубежных материалов и технологий расширилось.

В связи с этим весьма важным и интересным является анализ эффективности применения импортных или, наоборот отечественных материалов и технологий, а также имеющиеся положительные и отрицательные стороны внедрения и зарубежных и отечественных материалов и технологий в отечественном мостостроении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горельшева Л.А. Нежесткие дорожные покрытия на металлических мостах. М.-2004. Информавтодор. Обзорная информация. Вып. 4. 80 с.
2. 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.январь-февраль. с. 1-18. Идентификационный номер статьи в журнале 76VVN114.
3. Иллиополов С.К., Углова Е.В. Долговечность асфальтобетонных покрытий в условиях роста динамического воздействия транспортных средств.- Информавтодор. , 4/2007.
4. Кельчевский, К.Д. О проблеме устройства дорожных одежд на мостовых сооружениях с ортотропной плитой / К.Д. Кельчевский, В.Н. Макаров, О.Н. Распоров, И.Г. Овчинников // Транспортное строительство – 2001. - №7. – С. 22.23.
5. 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.
6. Овчинников И.Г., Зинченко Е.В., Кужель В.Н. Анализ конструкций дорожной одежды (мостового полотна), применяемых в мостостроении// Дороги. Инновации в дорожной строительстве. СПб. 2011, №52, с 52-55
7. 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.
8. Овчинников И.Г., Илюшкин В.А., Овчинников И.И., Удалов М.В. Особенности устройства и работы дорожных одежд на мостовых сооружениях с ортотропной плитой проезжей части// Совершенствование методов расчета строительных конструкций и технологии строительства. Сборник науч. трудов. Саратов. СГТУ. 2010.с. 223 – 232
9. 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.
10. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Овчинников И.И., Распоров О.Н. Проблема устройства современных дорожных покрытий на мостовых сооружениях с ортотропной и железобетонной плитой проезжей части// Красная линия. Дороги. №38/8 август 2009.с.42-47.
11. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Овчинников И.И., Распоров О.Н., Удалов М.В. Проблема устройства современных дорожных покрытий на мостовых сооружениях с ортотропной и железобетонной плитой проезжей части (продолжение)// Красная линия. Дороги. №41/9 2009.с.34-37.
12. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Распоров О.Н. Выбор оптимального решения конструкции дорожной одежды и технологии ее устройства на объектах мостового перехода у села Пристанное Саратовской области (статья)// Дороги России XXI века. 2004.№ 2. с. 66-72.  
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.
13. 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.
  14. 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.январь-февраль. с. 1-18. Идентификационный номер статьи в журнале 76VVN114.
  15. Овчинников И.Г., Распоров О.Н., Распоров К.О., Овчинников И.И. Конструкция дорожной одежды на ортотропной плите проезжей части мостового сооружения// Изобретатель. Республика Беларусь. 2011, № 9-10 (137-138), Минск Беларусь. С 24-26
  16. 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.
  17. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Валиев Ш.Н., Жаденова С.В. Систематизация и сравнительный анализ различных типов гидроизоляции, применяемых на автодорожных мостовых сооружениях // Интернет-журнал "Науковедение" № 5, 2013. с. 1-25.
  18. ОДМ 218.1.001-2010 «Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства».
  19. Отечественное мостостроение на рубеже XX-XXI веков: современные технологии на примере сооружения вантового автодорожного моста через реку Обь у города Сургута/ В.Ф.Солохин, С.Н. Дядькин, И.Г. Овчинников и др. Саратов: Сарат. Гос. Техн. ун-т. 2002.- 128 с.
  20. Проезжая часть автодорожных мостов: дорожная одежда, гидроизоляция, водоотвод: Учебное пособие / И.Г. Овчинников, А.Г. Щербаков, С.Н. Дядькин и др.; Сарат. Гос. техн. ун-т.- Саратов: СГТУ, 2003. – 208 с.
  21. Распоров О.Н., Овчинников И.Г., Распоров К.О., Удалов В.Н. Холодный асфальтобетон вчера, сегодня, завтра// Дороги России 21 века. 2009, №1, с. 98 – 104.
  22. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*.
  23. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог».
  24. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
  25. Федеральный закон» от 27.12.2002 № 184-ФЗ О техническом регулировании.
  26. Asphalt pavements on bridge decks/European Asphalt Pavement Association.2013. 33p.
  27. "AASHTO Standard Specifications For Transportation Materials And Methods Of Sampling And Testing." 23rd Edition, Part 2B. T321-03: Determining the Fatigue Life

- of Compacted Hot-Mix Asphalt (HMA) Subjected to Repeated Flexural Bending, AASHTO, Washington, D.C, 2003.
28. Alppivuori, K., Leppänen, A., Anila, M. and Mäkelä, K. (1995). Road Traffic in Winter: Summary of publications in the research program. Finnish National Road Administration, Helsinki.
  29. Bridge Decks Solutions Hanoi, Shell Bitumen, 15 December 2005.
  30. Design of Concrete Bridge Deck Rehabilitation, Best Practice Guideline; Alberta Transportation, Canada, January 2003. <http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType30/Production/BPG4.pdf>
  31. EN 12697-26, “Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 26: Resistance to fatigue”, 2004.
  32. EN 13653:2004 «Flexible sheets for waterproofing - Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles - Determination of shear strength».
  33. Hicks, R.G. Asphalt surfaces on steel bridge decks / R.Gary Hicks, Ian J.Dusseck, Charles Seim // Transportation Research Record. – Vol. 1740. – P. 135.
  34. Hulsey, J.L. Wearing surfaces for orthotropic steel bridge decks / J.Leroy Hulsey, Liao Yang, Lutfi Raad // Transportation Research Record. – No.1654. – P. 141.
  35. Leppanen, A, “Final Results of Road Traffic in Winter Project: Socioeconomic Effects of Winter Maintenance and Studded Tires”, Transportation Research Record 1533, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1996, pp. 27-31.
  36. Seim, C. Influence of wearing surfacing on performance of orthotropic steel plate decks / C. Seim, T. Ingham // Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board – No.1892, 2004. – P. 98.

**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)

## **Pavement on bridge structures: home and foreign experience**

**Abstract.** The article provides an analysis of the technical condition of pavement on bridge deck in the Russian Federation, described the problem of designing of pavement, shows the factors to be considered when designing the pavement on orthotropic and concrete bridge decks, and offered examples of such structures using polymer mastic asphalt, stone-mastic asphalt, high strength fine-grained asphalt, thin membrane coating based on polymethylmethacrylate (plexiglass).

At designing of the constructive layers of pavement next requirements were studied and worked: provisions of technical regulations of the Customs union "Safety of highways" (EC 014/2011 TR), the Federal law 184-FZ "On technical regulation", the Federal law 384-FZ "Technical regulations about safety of buildings and constructions", SP 35.13330.2011 Bridges and culverts. The actualized edition the Construction Norms and Regulations 2.05.03-84 \*, are generalized the available home and international experiment on designing. In article the technique of selection of a design of bridge deck pavement is also described. Designs and requirements imposed to pavement on bridge constructions in the European countries (Germany, the Czech Republic, Denmark, Sweden, France, Hungary) are given.

**Keywords:** waterproofing; pavement construction; bridge; reinforced concrete bridge deck; orthotropic steel bridge deck; high strength fine-grained asphalt; polymer mastic asphalt; stone-mastic asphalt.

## REFERENCES

1. Gorelysheva L.A. Nezhestkie dorozhnye pokrytija na metallicheskih mostah. M.-2004. Informavtodor. Obzornaja informacija. Vyp. 4. 80 s.
2. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Telegin M.A., Hohlov S.V. Jeffektivnye konstrukcii dorozhnyh odezhd s primeneniem asfal'tobetona na mostovyh sooruzhenijah// Internet-zhurnal "Naukovedenie" № 1, 2014.janvar'-fevral'. s. 1- 18. Identifikacionnyj nomer stat'i v zhurnale 76VVN114
3. Illiopolov S.K., Uglova E.V. Dolgovechnost' asfal'tobetonnyh pokrytij v uslovijah rosta dinamicheskogo vozdejstvija transportnyh sredstv.- Informavtodor. , 4/2007.
4. Kel'chevskij, K.D. O probleme ustrojstva dorozhnyh odezhd na mostovyh sooruzhenijah s ortotropnoj plitoy / K.D. Kel'chevskij, V.N. Makarov, O.N. Rasporov, I.G. Ovchinnikov // Transportnoe stroitel'stvo – 2001. - №7. – S. 22.23.
5. Ovchinnikov I.G., D'jakov K.A., Cherskov R.M., Zinchenko E.V. Vlijanie tipov gidroizoljicii i dorozhnoj odezhdy mostovyh sooruzhenij na soprotivljaemost' deformacijam sdviga// Stroitel'nye materialy. M. 2011, №10, s. 50-54.
6. Ovchinnikov I.G., Zinchenko E.V., Kuzhel' V.N. Analiz konstrukcij dorozhnoj odezhdy (mostovogo polotna), primenjaemyh v mostostroenii// Dorogi. Innovacii v dorozhnoj stroitel'stve. SPb. 2011, №52, s 52-55
7. Ovchinnikov I.G., Ivanov O.K., Ovchinnikov I.I., Iljushkin V.A. Model' vozdejstvija vneshnih faktorov na dorozhnuju odezhd mostovyh sooruzhenij// Transportnoe stroitel'stvo. 2009. №5.s. 23 – 25.
8. Ovchinnikov I.G., Iljushkin V.A., Ovchinnikov I.I., Udalov M.V. Osobennosti ustrojstva i raboty dorozhnyh odezhd na mostovyh sooruzhenijah s ortotropnoj plitoy proezzhej chasti// Sovershenstvovanie metodov rascheta stroitel'nyh konstrukcij i tehnologii stroitel'stva. Sbornik nauch. trudov. Saratov. SGTU. 2010.s. 223 – 232
9. Ovchinnikov I.G., Iljushkin V.A., Udalov M.V. Analiz modelej i metodov rascheta konstrukcij dorozhnyh odezhd na mostovyh sooruzhenijah// Vestnik VolgGASU. 2008. vyp. 12(31). S. 43 - 50.
10. Ovchinnikov I.G., Makarov V.N., Ovchinnikov I.I., Rasporov O.N. Problema ustrojstva sovremennyh dorozhnyh pokrytij na mostovyh sooruzhenijah s ortotropnoj i zhelezobetonnoj plitoy proezzhej chasti// Krasnaja linija. Dorogi. №38/8 avgust 2009.s.42-47.
11. Ovchinnikov I.G., Makarov V.N., Ovchinnikov I.I., Rasporov O.N., Udalov M.V. Problema ustrojstva sovremennyh dorozhnyh pokrytij na mostovyh sooruzhenijah s ortotropnoj i zhelezobetonnoj plitoy proezzhej chasti (prodolzhenie)// Krasnaja linija. Dorogi. №41/9 2009.s.34-37.
12. Ovchinnikov I.G., Makarov V.N., Rasporov O.N. Vybor optimal'nogo reshenija konstrukcii dorozhnoj odezhdy i tehnologii ee ustrojstva na ob#ektah mostovogo perehoda u sela Pristanoe Saratovskoj oblasti (stat'ja)// Dorogi Rossii XXI veka. 2004.№ 2. s. 66-72. Ovchinnikov I.G., Makarov V.N., Iljushkin V.A., Ovchinnikov I.I., Ovsjannikov S.V. Innovacionnye tehnologii ustrojstva mostovogo polotna na sovremennyh mostovyh sooruzhenijah (dorozhnaja odezhd i shhebenochno-mastichnye deformacionnye shvy). Saratov. IC «Rata». 2008. – 204 s.

13. Ovchinnikov I.G., Makarov V.P., Sogoc'jan S.L., Efanov A.V., Sogoc'jan L.S. Mostovoe polotno avtodorozhnyh mostov s primeneniem litogo asfal'tobetona i sovremennyh deformacionnyh shvov. Izd-vo SGTU. Saratov, 2004. 214 s.
14. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Telegin M.A., Hohlov S.V. Jeffektivnye konstrukcii dorozhnyh odezhd s primeneniem asfal'tobetona na mostovyh sooruzhenijah// Internet-zhurnal "Naukovedenie" № 1, 2014.janvar'-fevral'. s. 1- 18. Identifikacionnyj nomer stat'i v zhurnale 76VVN114.
15. Ovchinnikov I.G., Rasporov O.N., Rasporov K.O., Ovchinnikov I.I. Konstrukcija dorozhnoj odezhdy na ortotropnoj plite proezzhej chasti mostovogo sooruzhenija// Izobretatel'. Respublika Belarus'. 2011, № 9-10 (137-138), Minsk Belarus'. S 24-26
16. Ovchinnikov I.G., Shherbakov A.G., Bochkarev A.V., Naumova G.A. Prikladnaja mehanika dorozhnyh odezhd na mostovyh sooruzhenijah. Volgograd. Nauchnoe izdanie. VolgGASU, 2006. 310 s.
17. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Valiev Sh.N., Zhadenova S.V. Sistematizacija i sravnitel'nyj analiz razlichnyh tipov gidroizoljaccii, primenjaemyh na avtodorozhnyh mostovyh sooruzhenijah // Internet-zhurnal "Naukovedenie" № 5, 2013. s. 1-25.
18. ODM 218.1.001-2010 «Rekomendacii po razrabotke i primeneniju dokumentov tehničeskogo regulirovanija v sfere dorozhnogo hozjajstva».
19. Otechestvennoe mostostroenie na rubezhe XX-XXI vekov: sovremennye tehnologii na primere sooruzhenija vantovogo avtodorozhnogo mosta cherez reku Ob' u goroda Surguta/ V.F.Solohin, S.N. Djad'kin, I.G. Ovchinnikov i dr. Saratov: Sarat. Gos. Tehn. un-t. 2002.- 128 s.
20. Proezzha ja chast' avtodorozhnyh mostov: dorozhnaja odezhd a, gidroizoljaccija, vodootvod: Uchebnoe posobie / I.G. Ovchinnikov, A.G. Shherbakov, S.N. Djad'kin i dr.; Sarat. Gos. tehn. un-t.- Saratov: SGTU, 2003. – 208 s.
21. Rasporov O.N., Ovchinnikov I.G., Rasporov K.O., Udalov V.N. Holodnyj asfal'tobeton vchera, segodnja, zavtra// Dorogi Rossii 21 veka. 2009, №1, s. 98 – 104.
22. SP 35.13330.2011 Mosty i truby. Aktualizirovannaja redakcija SNIp 2.05.03-84\*.
23. Tehničeskij reglament Tamozhennogo sojuza TR TS 014/2011 «Bezopasnost' avtomobil'nyh dorog».
24. Federal'nyj zakon ot 30.12.2009 № 384-FZ Tehničeskij reglament o bezopasnosti zdani j i sooruzhenij.
25. Federal'nyj zakon» ot 27.12.2002 № 184-FZ O tehničeskom regulirovanii.
26. Asphalt pavements on bridge decks/European Asphalt Pavement Association.2013. 33p.
27. "AASHTO Standard Specifications For Transportation Materials And Methods Of Sampling And Testing." 23rd Edition, Part 2B. T321-03: Determining the Fatigue Life of Compacted Hot-Mix Asphalt (HMA) Subjected to Repeated Flexural Bending, AASHTO, Washington,D.C, 2003.
28. Alppivuori, K., Leppänen, A., Anila, M. and Mäkelä, K. (1995). Road Traffic in Winter:Summary of publications in the research program. Finnish National Road Administration, Helsinki.
29. Bridge Decks Solutions Hanoi, Shell Bitumen, 15 December 2005.

30. Design of Concrete Bridge Deck Rehabilitation, Best Practice Guideline; Alberta Transportation, Canada, January 2003. <http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType30/Production/BPG4.pdf>
31. EN 12697-26, “Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 26: Resistance to fatigue”, 2004.
32. EN 13653:2004 «Flexible sheets for waterproofing - Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles - Determination of shear strength».
33. Hicks, R.G. Asphalt surfaces on steel bridge decks / R.Gary Hicks, Ian J.Dusseck, Charles Seim // Transportation Research Record. –Vol. 1740. – P. 135.
34. Hulsey, J.L. Wearing surfaces for orthotropic steel bridge decks / J.Leroy Hulsey, Liao Yang, Lutfi Raad // Transportation Research Record. – No.1654. – P. 141.
35. Leppanen, A, “Final Results of Road Traffic in Winter Project: Socioeconomic Effects of Winter Maintenance and Studded Tires”, Transportation Research Record 1533, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1996, pp. 27-31.
36. Seim, C. Influence of wearing surfacing on performance of orthotropic steel plate decks / C. Seim, T. Ingham // Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board – No.1892, 2004. – P. 98.