

**А.В. Кочетков**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

**М.А. Бушуев**

ООО «НИЦ технического регулирования», г. Саратов

**Н.В. Мотин**

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИЙ В КОНСТРУКЦИЯХ ЕЗДОВОГО ПОЛОТНА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ**

*Рассматривается опыт применения геосеток в конструкции мостовых сооружений на мостовом переходе через р. Волгу у с. Пристанное Саратовской области и новые геосинтетические материалы производства ОАО «ВАТИ».*

**Ключевые слова:** геосетка, геосинтетические материалы, мостовые сооружения.

В декабре 2000 г. в Саратовской области было закончено строительство первой очереди мостового перехода (рис. 1) через р. Волгу у с. Пристанное Саратовской области. При его строительстве использовался ряд новых материалов, технических решений и передовых технологий [1].



Рис. 1. Мостовой переход через р. Волгу в Саратовской области

Значительное внимание было уделено обеспечению долговечности конструкций мостового перехода, а также их потребительским свойствам. Получен десятилетний опыт бездефектной эксплуатации мостового полотна входящих в переход мостовых сооружений, на которых применялась мастичная гидроизоляция.

Длина наибольшего мостового сооружения через р. Волгу составила около 2 км с температурными деформациями пролетного строения до 1 м. Необходимо было учесть обычное для Саратовской области количество переходов через температурный «ноль» – около 60 (до 100), а также диапазон температуры окружающего воздуха для последнего десятилетия от  $-40$  до  $43$  °С и выше. Расчетная интенсивность движения составила 14 тыс. авт./сут. За основу было взято техническое решение фирмы Lemminkainen (Финляндия) – состав литой асфальтобетонной смеси и конструкция дорожной одежды мостового полотна. Техничко-экономическое обоснование с учетом проектной интенсивности движения показало положительный результат расчета инвестиций проекта именно для этого решения.

Заказчиком (Комитетом по ДТС и ЭД при правительстве Саратовской области) и генпроектировщиком ОАО «Гипротрансмост» было принято решение мостовое полотно устраивать из литого асфальтобетона на основе полимерно-битумных вяжущих с апробацией на небольших мостах. После апробации материалов отечественного АБЗ и финской технологии работ на мосту через р. Сухая Грязнуха приступили к производству работ на других объектах перехода. Применялись отечественные материалы: кубовидный щебень габро-диабаз (Карелнеруд), песок речной волжский, минеральный порошок (г. Тула, г. Вольск), битум Саратовского завода ОАО «Крекинг». Также применялся полимер SBS (стирол-буталдиен-стирол) – Calpren 416.

Приготовление асфальтобетонной смеси и гидроизоляционной мастики производилось на обычном АБЗ отечественного производства. Смесь выдавалась с АБЗ в специальные котлы, имеющие масляную рубашку между двумя обшивками, разогрев масла газовыми горелками и горизонтальный вращающийся шнек. В котлах в течение двух часов при  $t = 210$  °С при вращении шнека осуществлялось приготовление литого асфальтобетона и мастики, а затем доставка в них при температуре  $t = 180...190$  °С на объект.

На стадии выполнения работ по устройству мостового полотна отделом по строительству мостового перехода разработан «Стандарт предприятия» (СТП), практическое руководство «По устройству литого асфальтобетона», получено от Госстроя разрешение на применение литого асфальтобетона для мостового полотна объектов перехода.

Был получен ценный опыт применения литой асфальтобетонной смеси на основе полимерно-битумного вяжущего. Технологические работы выполнялись специалистами финской фирмы Lemminkainen с российскими дублерами, которые в дальнейшем работы по укладке литой асфальтобетонной смеси осуществляли самостоятельно. При работе использовались длиннобазовые регулируемые распределители щебня и литой асфальтобетонной смеси фирмы Linnhoff (ФРГ). Преимущества мостового полотна нового типа:

- все слои одежды, сооружаемой как на железобетоне, так и на металле, имеют в своей основе один и тот же полимербитумный материал, обеспечивая тем самым совместную работу слоев между собой в силу одинаковой деформативности;

- высокая пластичность слоев одежды обеспечивает совместную работу одежды с пролетным строением;

- последовательная укладка слоев из однородного материала в горячем состоянии обеспечивает повышенную трещиностойкость при значительных перепадах температур и динамических воздействиях транспорта;

- устройство поверхностного слоя сцепления в литом асфальте обеспечивает высокую износоустойчивость одежды и комфортабельность движения автотранспорта;

- состав и способ укладки гидроизоляционной мастики образуют бесшовное водонепроницаемое покрытие;

- устройство полимербитумного покрытия, плотного асфальтобетона, полимербитумной мастики обеспечивает водонепроницаемость одежды;

- приклеиваемая полимербитумом сетка балансирования давления обеспечивает эластичность мастики в местах допустимого трещинообразования в железобетонных плитах, а также способствует сцеплению мастики с поверхностью основной конструкции.

По результатам десятилетней эксплуатации конструкции дорожной одежды мостового перехода через р. Волгу у с. Пристанного в Саратовской области получены следующие результаты:

1. Сохранение требуемых значений коэффициента сцепления.
2. Отсутствие трещин, выкрашиваний, вспучиваний поверхности покрытия.
3. Хорошие условия стока воды, структура материала препятствуют возникновению гололеда за счет упругости материала и механического разрушения пленки гололеда при движении транспортных средств.
4. Минимальные затраты эксплуатационных служб на содержание.
5. Подтверждена высокая водонепроницаемость материала и конструкции.
6. Отсутствие трещин в стыках сопряжений.
7. Уменьшение шумообразования.
8. Хорошая адгезия покрытия с материалами дорожной разметки.
9. Отсутствие пережога битума при указанных температурах приготовления.
10. Высокая личная оценка участников дорожного движения.

Пример сопряжения конструкции деформационного шва с дорожным полотном с применением литого асфальтобетона, устроенного на мостовом переходе через р. Волгу (путепровод на г. Маркс), приведен на рис. 2.

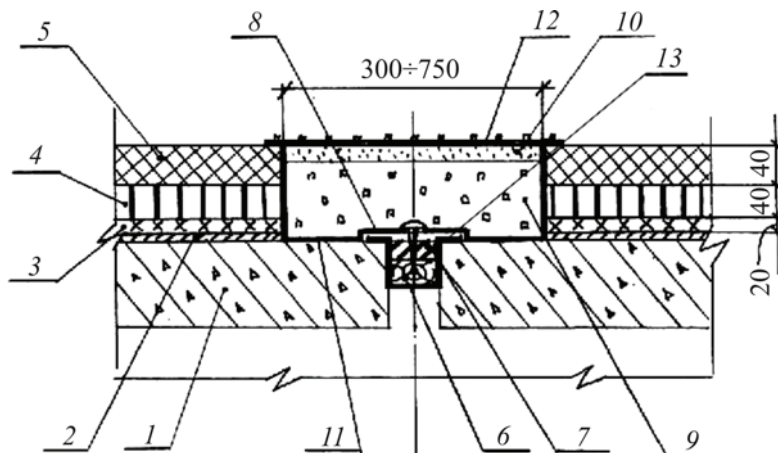


Рис. 2. Пример сопряжения конструкции деформационного шва с дорожным полотном с применением литого асфальтобетона: 1 – пролетное строение; 2 – выравнивающий слой; 3 – гидроизоляционная мастика по сетке Natelit; 4 – асфальтобетон (А, Б); 5 – литой асфальтобетон тип I, II; 6 – уплотнитель зазора; 7 – герметик; 8 – перекрывающая полоса; 9 – щебень, пролитый полимер-битумным вяжущим; 10 – смесь полимерно-битумного вяжущего со щебнем; 11 – полимерно-битумное вяжущее; 12 – полимерно-битумное вяжущее с посыпкой щебнем; 13 – скоба

Особенностью применения геосетки является то, что если ее при монтаже не переводят в преднапряженное состояние для работы в верхней зоне упругих деформаций, то она может испытывать люфт и укрепленная поверхность начинает без механического взаимодействия испытывать накопление повреждений даже при обычных рабочих нагрузках. Однако преднапряжение расчетной силой неэффективно из-за вариации размерно-механических параметров сетки. Поэтому ее необходимо преднапрягать не расчетной силой, а путем выполнения расчетной относительной деформации в диапазоне 0,5–1,0 % относительного удлинения шва.

На тротуарах путепровода (выезд на г. Маркс) для дополнительного обеспечения прочности литой асфальтобетон использовался совместно с сеткой «Хателит» (рис. 3).



Рис. 3. Технологическая карта по устройству мостового полотна на железобетонных плитах проезжей части (гидроизоляция «Мастика»): 1 – устройство выравнивающего бетонного слоя по железобетонным плитам – 30÷70 мм; 2 – промазка по высушенной поверхности бетонных элементов, к которым примыкает дорожная одежда разжиженным полимербитумом; 3 – расстилка сетки из полиэстера – 4 мм; 4 – укладка гидроизоляционного слоя из полимербитумной мастики – 20 мм; 5 – устройство нижнего слоя асфальтобетонного покрытия типа А – 40 мм; 6 – устройство верхнего слоя асфальтобетонного покрытия – литой асфальтобетон тип I, II – 40 мм; 7 – россыпь и прикатка оcherненного щебня; 8 – проливка мест сопряжения дорожной одежды с элементами мостового полотна полимербитумом ПБВ 60

При распределении геосетки образуется равномерно распределенный по непрерывной поверхности сеточный каркас, предназначенный для фиксации наполнителя (в данном случае – мастики, рис. 4).

Поскольку сегменты геосетки очень легкие (их можно переносить вручную), их можно быстро раскладывать и передвигать по подготовленной поверхности.

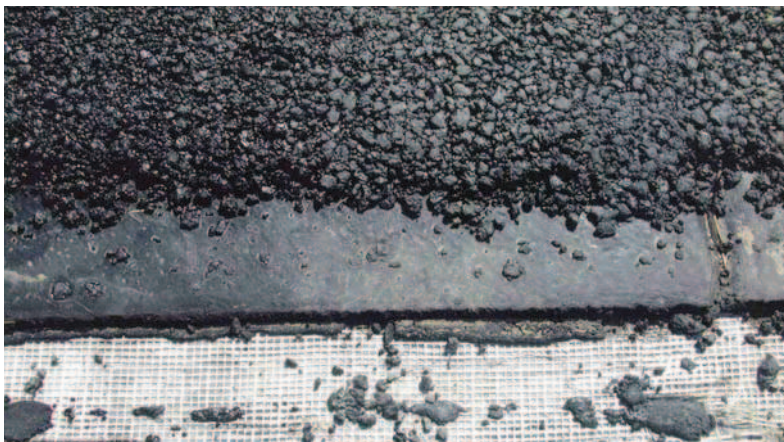


Рис. 4. Пример применения геосетки в конструкции мостового полотна

Укладку геосетки производят вручную. Сетку растягивают до проектных размеров и крепят его монтажными анкерами к поверхности по всему периметру. Следующую сетку растягивают и примыкают вплотную к первой.

В процессе эксплуатации рекомендуется проводить мониторинг состояния геосетки и проводить мероприятия по обеспечению для них требуемых характеристик. В целом для практики применения геосинтетических материалов перспективно совершенствование не показателей геосетки как материала, а технологий ее монтажа на укрепляемой поверхности.

Результатом является возможность получения высокоэффективных свойств выравнивания давления в конструкции ездового полотна и тротуара мостового сооружения, а также повышения качества проектирования, изготовления и монтажа геосетки, что уменьшает риск недостижения требуемого срока службы возводимых сооружений.

Подобный опыт применения уже отечественных геосеток был использован и на других мостах Саратовской области.

Специалистами ОАО «ВАТИ» (г. Волжский) и ФГУП «РОС-ДОРНИИ» в развитие этой идеи разработан отечественный геосинтетический материал АГМ-Дор, предназначенный для армирования гидроизолирующей мастики и выравнивания давления по причине нали-

чия остаточной влаги в теле железобетонного пролетного строения мостового сооружения. При сравнительном анализе принимались во внимание следующие важнейшие характеристики: тип сырья, поверхностная плотность, разрывная нагрузка, тип пропитки, размер ячейки, удлинение при разрыве, устойчивость к высоким температурам. Рассматриваемые характеристики сведены в таблицу.

### Технические характеристики материала

Марка материала	АГМ-Дор	Hatelit 40/17
Тип сырья	100 % полиэфир	100 % полиэфир
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	250	240
Разрывная нагрузка, кН/м, в продольном/поперечном	50/50	50/50
Тип пропитки	Битумная дисперсия	Битумная дисперсия
Размер ячейки, мм×мм	40×40	40×40
Удлинение при разрыве, %, не более, в продольном (поперечном)	13(13)	12(14)
Кратковременная устойчивость к высоким температурам, °С	Не более 190	Не более 190

Проведенный анализ показал некоторое превышение поверхностной плотности АГМ-Дор над германской сеткой Hatelit 40/17. Это превышение уменьшает коэффициент вариации остальных показателей. По представленным сведениям, ОАО «ВАТИ» использует аналогичную пропитку производства ФРГ, хорошо зарекомендовавшую себя в России. Можно признать как аналог и удлинение при разрыве, указанный диапазон которого при функционировании сетки в укрепленной среде практически не возникает.

С учетом анализа сравниваемых характеристик сеток АГМ-Дор и Hatelit 40/17 следует их признать близкими аналогами и рекомендовать их расширенное применение в отечественном мостостроении.

Авторы выражают благодарность кандидату технических наук В.Н. Макарову за предоставленные консультации.

### Список литературы

1. Применение геосеток в конструкциях мостовых сооружений / А.В. Кочетков [и др.] // Дороги. Инновации в строительстве. Спецвыпуск. Геосинтетические материалы. – 2011. – С. 70–73.

2. Янковский Л.В. Описание модели геосреды основания, усиленного геоимплантатной конструкцией // Вестник ПГТУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – Пермь, 2011. – № 1. – С. 75–81.

Получено 15.09.2011