

# Применение тонкослойных полимерных покрытий на мостовых сооружениях: достижения и проблемы

Несмотря на сложную экономическую ситуацию, индустрия транспортного строительства в Москве и в целом по России продолжает оставаться наиболее перспективной отраслью экономики, развитию которой уделяется повышенное внимание. Тем не менее, в условиях бюджетного дефицита все серьезнее стоит вопрос об экономии государственных средств, наиболее целесообразном их расходовании, уменьшении себестоимости транспортных объектов и, конечно, снижении издержек на их содержание.

Руководитель проектов **Е.В. ШАРАЕВ**,  
президент **А.М. КЛЕВЦОВ**, (корпорация «ТемпСтройСистема»),  
канд. техн. наук, доц. **Ш.Н. ВАЛИЕВ** (МАДИ)

**Д**ля достижения большей эффективности строительных проектов и индустрии в целом государство предпринимает значительные усилия по модернизации системы ценообразования и организации более тщательной экспертизы проектов, усилению деятельности контрольно-ревизионных органов и пр.

При проектировании дорогостоящих объектов транспортной инфраструктуры в условиях строжайшей экономии проектные организации стараются выбрать максимально экономичные материалы и технологии, что чаще всего оправдано. Однако есть исключения, например тонкослойные покрытия. Такие покрытия проезжей части мостов в несколько раз дороже асфальтобетонных, но их использование на отдельных проектах

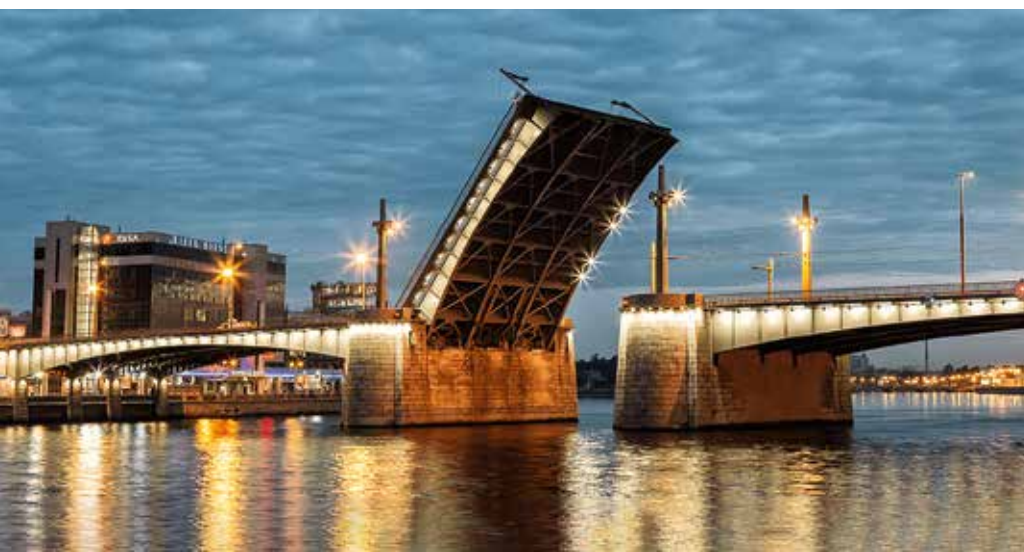
предпочтительней традиционных и встречается всё чаще.

Активное применение данного покрытия сдерживается недостаточным положительным опытом его эксплуатации, а также отсутствием адекватных норм и регламентов для одежды ездового полотна из этого материала на мостовых сооружениях.

Тонкослойные полимерные покрытия проезжей части мостов были впервые применены в России в 2005 году, а в 2009 был разработан государственный стандарт на их устройство (ГОСТ Р 53627–2009 «Покрытие полимерное тонкослойное проезжей части мостов. Технические условия»). До этого с 1998 года технология использовалась только на пешеходных мостах, покрытие которых до сих пор не нуждается в ремонтных работах.

Одно из главных преимуществ данного покрытия — его малый вес. Стандартная толщина покрытия под автомобильную нагрузку составляет 15 мм, при этом квадратный метр такого покрытия весит всего 40 кг. Для сравнения: квадратный метр традиционной конструкции дорожной одежды толщиной 130 мм весит около 300 кг, а квадратный метр современной конструкции из литого асфальтобетона толщиной 80 мм — около 200 кг. Пример из практики: тонкослойная одежда ездового полотна однокрылового разводного пролета Кантемировского моста в Санкт-Петербурге (рис. 1) весит всего около 35 т (площадь пролета 871 м<sup>2</sup> без учета тротуаров), а покрытие из литого

**Рис. 1.** Кантемировский мост, Санкт-Петербург





**Рис. 2.** Мост через р. Камчатку, Камчатский край

асфальтобетона весило бы более 175 т и снизило бы грузоподъемность сооружения на 140 т. Таким образом, каждый сантиметр утолщения одежды ездового полотна на Кантемировском мосту уменьшает его грузоподъемность более чем на 20 т.

Серьезные проблемы вызвало бы и сползание литого асфальтобетона после подъема крыла пролета во время разведения моста. Причины тому — большой вес асфальтобетона, значительный угол подъема пролета и малое сцепление одежды ездового полотна с несущей поверхностью. Ранее с оползанием боролись путем наваривания металлических прутьев на ортотропную плиту поперек оси моста, но впоследствии выявились новые проблемы — ускоренное разрушение литого асфальтобетона и его разрыв над прутьями. Устройство полимерного тонкослойного покрытия на разводном пролете Кантемировского моста в 2015 году значительно увеличило его грузоподъемность, а главное — позволило городским властям надолго забыть о замене на нем асфальтобетона.

Первые искусственные сооружения в России, где применили тонкослойное полимерное покрытие: терминал для порта «АМОТоАз», пос. Волна, Таманский п-ов (2005 год), автодорожный мост через р. Добринку на трассе Ханты-Мансийск — Горноправдинск (2006 год), мостовой переход через р. Камчатку (2012 год) на трассе Мильково — Ключи — Усть-Камчатск.

Мост через р. Камчатку (рис. 2) — сложнейшее инженерное сооружение длиной более 500 м. Сооружение возводилось в самой глубине полуострова в условиях трудной досягаемости в 50 км от действующего вулкана Ключевская сопка (500 км от Петропавловска-Камчатского).

Географическая удаленность сильно затрудняла транспортировку горячих асфальтобетонных смесей от ближайшего АБЗ, а также машин и механизмов для их производства

и укладки. Возведение временного завода для выпуска всего лишь 1 тыс. т материала также было нерационально.

На стадии проектирования был проведен анализ экономической эффективности, показавший, что значительно выгоднее и долговечнее применять полимерное тонкослойное покрытие в качестве одежды ездового полотна и доставлять его компоненты морским, железнодорожным транспортом и грузовой авиацией, чем перебрасывать АБЗ в тайгу и налаживать производство асфальтобетонной смеси на месте.

При этом благодаря значительно меньшему удельному весу покрытия основная экономия средств достигалась за счет уменьшения расходов на устройство основных несущих конструкций и их доставку при условии сохранения проектной грузоподъемности сооружения. Спустя шесть лет эксплуатации полимерное тонкослойное покрытие проезжей части практически не износилось. Имеет место незначительное выкрашивание частиц износостойкой корундовой присыпки из покрытия, вместе с тем его толщина и степень шероховатости остались на начальном уровне. Справедливости ради стоит уточнить, что интенсивность движения на трассе Мильково — Ключи — Усть-Камчатск даже в высокий сезон (период добычи рыбы, леса и активного туристического потока) крайне низкая. За час можно было насчитать всего пять-шесть автомобилей, но основная часть этих транспортных средств была большегрузной или гусеничной.

Климатические условия, в которых эксплуатируется покрытие, крайне суровые. Сезонные колебания температуры от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , а температура воздуха в течение суток может варьироваться от  $5^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$ , постоянно то охлаждая ортотропную плиту, то вновь нагревая ее иногда до  $80^{\circ}\text{C}$ , вызывая большие линейные деформации. Стоит отметить,



что, несмотря на наши опасения, тонкослойное покрытие выдержало все температурные расширения основания и не потеряло сцепления с ним. За прошедшие шесть лет эксплуатации и гарантийного обслуживания ремонт покрытия проводился трижды (2013, 2014 и 2018 годы) на одном и том же участке (низовая сторона моста, между осями опор 2 и 3). За три года суммарно было заменено порядка 30 м<sup>2</sup> покрытия, что составляет менее 1 % от всей площади мостового полотна.

Постоянные разрушения покрытия на одном и том же участке моста (рис. 3), по мнению авторов статьи, могут быть вызваны сильными деформациями пролетного строения из-за недостаточной жесткости конструкции на этих участках. Помимо этого, следует также отметить появление поверхностных трещин в верхнем жестком износостойком слое покрытия вдоль всех ребер жесткости мостового полотна. Трещины коснулись только верхних слоев покрытия (около 8 мм) и не затронули нижний гидроизоляционный (демпфирующий) слой, который обеспечивает герметичность конструкции и препятствует дальнейшему их росту.

Очевидно, причина заключается в недостаточном количестве ребер жесткости, поскольку примененная в строительстве конструкция была предназначена для традиционной толстослойной одежды ездового полотна, где нагрузки от колесного транспорта за счет ее большей толщины распределяются на значительной площади.

При проектировании полимерной тонкослойной одежды следует учитывать, что нагрузка ложится практически сразу на ортотропную плиту. Кроме того, опыт эксплуатации такого покрытия



**Рис. 3.** Места разрушения покрытия на участке моста

выявил необходимость его регулярного мониторинга в течение срока службы для предотвращения негативного влияния микротрещин на целостность. Стоимость эксплуатационного ремонта микротрещин (в случае обнаружения) минимальна и требует в совокупности нескольких рабочих смен, в то время как разрушения покрытия от их размораживания могут привести к необходимости замены целых участков.

Самым значительным сооружением с применением тонкослойной одежды ездового полотна в России является мостовой переход через р. Оку в Рязани (рис. 4). Мост построен в 1972 году. Особенностью проекта было то, что на эстакадах моста (за исключением руслового пролета) для устройства плиты проезжей части применили

**Рис. 4.** Мост через р. Оку, Рязанская область







**Рис. 5.** Ремонтные работы на мостовом сооружении. Рабочий выполняет продувку мостового полотна после пескоструйной обработки бетона перед нанесением тонкослойной дорожной одежды



**Рис. 8.** Нанесение второго износостойкого слоя и его выравнивание



**Рис. 6.** Работы по устройству тонкослойной дорожной одежды: присыпка верхнего слоя покрытия абразивами (корунд) для увеличения показателя износостойкости и придания шероховатости



**Рис. 9.** Нанесение финишного лака



**Рис. 7.** Нанесение второго износостойкого слоя и его выравнивание

сверхпрочный гидрофобный гидротехнический бетон с целью ухода от традиционной одежды, состоящей из гидроизоляционного слоя, защитного бетонного слоя и асфальтобетона проезжей части.

Спустя 46 лет безотказной работы потребовался ремонт мостового полотна, который главным образом заключался в локальном восстановлении несущего слоя бетона и устройстве дополнительного защитного слоя износа.

Впервые вопрос о ремонте эстакадных частей сооружения встал в 2015 году, когда в Министерство транспорта и автомобильных дорог Рязанской области начали поступать жалобы от жителей города на плохое состояние покрытия. Проведенные предпроектные исследования и инструментальный анализ показали, что за исключением образования колеи и локальных разрушений бетон мостового полотна сохранил очень

высокую прочность. Настолько высокую, что на его фрезерование ушло бы приблизительно два года с использованием дорогостоящей техники и расходных материалов.

По этой причине полный демонтаж с последующим устройством традиционной одежды ездового полотна из асфальтобетона был признан нецелесообразным и даже опасным из-за высокой вероятности появления новых трещин или повреждения балок пролетного строения моста, которые могли привести даже к обрушению. Еще опаснее было бы устройство слоев асфальтобетона поверх старого бетонного слоя без его демонтажа, поскольку это привело бы к значительному увеличению нагрузок на несущие конструкции моста, не учтенных в оригинальном проекте.

Работы по локальному ремонту бетона и устройству тонкослойного покрытия на мосту через р. Оку суммарно заняли около 2,5 месяцев и были закончены в октябре 2018 года (рис. 5–9). Дальнейшие работы будут заключаться в периодическом мониторинге его состояния и сборе данных для анализа. Все полученные данные будут предоставлены нами в МАДИ и ОАО «ЦНИИС» для доработки действующего нормативного документа на тонкослойные покрытия.

Русловой пролет моста, где была применена традиционная конструкция одежды, уже был реконструирован. На протяжении трех лет (с 2007 по 2010 год) проводились работы по усилению балок моста для восстановления их несущей способности и полной замене мостового полотна, включая гидроизоляцию, ездовое полотно и деформационные швы.

Большой интерес к технологии тонкослойных полимерных покрытий проезжей части мостов проявляет и Росавтодор. В 2018 году по этой технологии было реализовано несколько экспериментальных объектов в Амурской области (рис. 10–12). Эти объекты также тщательно отслеживаются нами для дальнейшего анализа результатов, которые в перспективе позволят доработать методологию применения тонкослойных покрытий на мостовых сооружениях.

В настоящее время стало очевидно, что действующий государственный стандарт на полимерные тонкослойные покрытия (ГОСТ Р 53627–2009) требует доработки.

Так, остается непрозрачным определение толщины покрытия исходя из типа нагрузки, интенсивности движения и необходимого срока службы. Например, на Кантемировском мосту и на мосту через р. Камчатку, исходя из требований



**Рис. 10.** Объект проведения работ: мост через падь Поплавскую, Амурская область



**Рис. 11.** Нанесение гидроизоляционного слоя тонкослойной дорожной одежды



**Рис. 12.** Нанесение первого износостойкого слоя и его выравнивание



государственного стандарта, конструкции покрытия должны иметь одинаковые технологические слои и толщину, однако на практике покрытие на мосту в Санкт-Петербурге должно быть значительно толще, поскольку уже через три года его износ составил порядка 30 %.

В тонкослойных покрытиях взамен кварцевого или гранитного наполнителя (по аналогии с асфальтобетонами) применяются более прочные минералы типа корунда. Стойкость на истираемость таких композитов (тонкослойные покрытия из полиметилметакрилата + корунд) более чем в 20 раз превышает аналогичный показатель у асфальтобетона, но тем не менее поддается истиранию, поэтому, учитывая малую толщину покрытия, есть острая необходимость в разработке методики для расчета толщин и требований к эксплуатации с учетом климатических условий, особенностей эксплуатации и интенсивности движения.

Требования государственного стандарта (ГОСТ Р 53627–2009) к адгезии тонкослойного покрытия мостового полотна — всего 0,5 МПа, чего, по мнению авторов статьи, недостаточно, учитывая малую толщину покрытия и более высокое восприятие им нагрузок от колесного транспорта. Требования к его прочности, в том числе и адгезии, должны быть значительно выше.

На практике требование к показателю адгезии с металлическим основанием составляет 5 МПа. Учитывая свойства материала, требования к адгезии с бетонным основанием будут ограничиваться прочностью на разрыв самого бетона (по действующим нормативам — всего 1,5 МПа). Минимально необходимое значение не определено и требует исследования с привлечением специалистов научных институтов.

Недостаток также в том, что действующий государственный стандарт вовсе не предполагает применения тонкослойных покрытий на бетонном основании, однако такие проекты уже выполняются. Очевидно, что работа тонкослойного покрытия совместно с железобетонным основанием не была изучена, поскольку подобная задача отсутствовала в изначальном техническом задании. Тем не менее сегодня, учитывая обширный опыт в том числе пилотных инновационных объектов Росавтодора, требуются дополнительные исследования для изучения и доработки стандарта ГОСТ Р 53627–2009.

В связи с этим весьма важным и необходимым является анализ эффективности применения современных отечественных материалов и технологий, а также имеющих положительные и отрицательные стороны их внедрения в мостостроении. ■

