

# Полимеры на дорогах

Анастасия Громова

**С**егодня без полимерных материалов невозможен прогресс ни одной из отраслей экономики. Не является исключением и дорожное строительство. В настоящее время ведется поиск более эффективных материалов, позволяющих повысить сроки службы асфальтобетонных покрытий, создаются новые полимерные красители для разметки, композиционные материалы для перильных ограждений, водоотводных лотков, ударобезопасных сигнальных столбиков и др. Однако активному внедрению новых материалов препятствует отсутствие обязательных стандартов по их применению.

## Полимерно-модифицированные битумы

Одним из основных компонентов асфальтобетона является, как известно, нефтяной битум. Нефтяные битумы нашли широкое применение в дорожном строительстве, благодаря высокой пластичности, способности выдерживать без разрушений воздействие низких температур, температурных перепадов, различных деформационных нагрузок.

В настоящее время до 90 % производимых во всем мире товарных битумов потребляется дорожной отраслью. Специалисты разных стран сходятся во мнении, что нефтяной битум является

самым дешевым и наиболее универсальным материалом для применения в качестве вяжущего при строительстве дорожных покрытий. Однако специфические условия эксплуатации таких объектов дорожного строительства как мосты, путепроводы, развязки обуславливают необходимость предъявления более высоких требований к покрытиям. Удовлетворить эти требования в полной мере обычный битум уже не может. Кроме того, с каждым годом возрастают нагрузки, увеличивается интенсивность движения, негативно влияет на дорожное покрытие и шипованная резина.

Радикальным решением этих проблем является повышение качества битума за счет регулирования его характеристик путем введения различных модифицирующих добавок.

К настоящему времени в мире накоплен значительный опыт по применению в строительстве и ремонте дорожных покрытий материалов на основе битума и модификаторов. В качестве модификаторов применяют каучуки (полибутадиеновый, натуральный, бутилкаучук, хлоропрен и др.), органо-марганцевые компаунды, термопласты (полиэтилен, полипропилен, полистирол, этиленвинилацетат (EVA), термопластичные каучуки (полиуретан, олефиновые сополимеры), бутадиен-стирольные термоэластопласты и блок-сополимеры стирол-бутадиен-стирола (СБС).

Характер и эффективность модифицирующего действия полимера на битум зависит от структуры образующейся полимербитумной композиции. Для получения модифицированных битумов с заданным комплексом свойств в каждом конкретном случае необходимо осуществлять правильный выбор полимерного модификатора, битумного сырья и выполнять комплекс лабораторных работ по оптимизации рецептуры композиционного материала. В этом случае использование современных органических вяжущих материалов обеспечит:

- увеличение межремонтных сроков дорожного покрытия,
- увеличение устойчивости битума к процессам старения,
- улучшение физико-механических показателей асфальтобетона,
- снижение затрат на содержание и ремонт асфальтобетонных покрытий.

Так, результаты исследований автомагистральных систем, проводимых в Германии, продемонстрировали преимущества ПМБ над традиционными дорожными битумами: срок эксплуатации покровного и вяжущего слоя в условиях плотного движения тяжело нагруженного транспорта увеличился до 14 лет; глубина колеи при этом составила 0-3 мм; ни в покровном, ни в вяжущем слоях не было обнаружено трещин. ПМБ показали хорошую устойчивость при смене температур, а упругое восстановление ПМБ имело место даже спустя 14 лет эксплуатации (его значение

превышает 50 % в восстановленном вяжущем). При использовании ПМБ возможно класть более плотный покровный слой без ущерба для устойчивости (меньше пустот — медленнее старение).

Заметим, что по данным Росавтодора, суммарный эффект по РФ от применения органических вяжущих материалов в 2009–2010 годах составил около 120 млн рублей при использовании на более чем 900 км отремонтированных автомобильных дорогах. Сегодня в России доля потребления ПМБ в общем объеме битумов мала и составляет лишь 1,4 %, в то время как в Германии — 23 %, Польше — 21 %. Потенциал российского рынка ПМБ огромен: при строительстве и ремонте федеральных трасс потребление модифицированных битумов может превысить к 2020 году 200 тыс. т, а доля ПМБ в общем объеме вяжущих составить 4,3 %.

Однако такое развитие событий возможно при принятии обязательного стандарта по применению 100 % ПМБ в верхнем слое федеральных дорог при строительстве и реконструкции, а также 100 %, согласно нормативам при капремонтах, проводимых каждые 11 лет. На рис. 1 показан сравнительный рост потребления ПМБ при принятии обязательного стандарта и альтернативного — 50 % ПМБ. При расчете принималось во внимание, что средняя двухслойная дорога в РФ имеет ширину 7 м, протяженность магистральных дорог составляет 1302 км, темпы ввода дорог — 14 % за 10 лет (от 17 до 20 км/год), средняя ширина новых дорог — 37,5 м (10 полос), ширина существующих — 14 м.

Заметим, что в развитых странах потребление битума на 1 км асфальтобетонных дорог значительно ниже, чем в РФ, что вызвано в основном применением ПМБ (см. рис. 2). При этом самих дорог на 1000 жителей в 2 раза больше, чем в России. Это и обеспечит потенциал роста рынка ПМБ на отечественном рынке.

### Ведомственный подход

Активному использованию ПМБ мешает также различный подход к решению проблемы улучшения качества дорожного полотна со стороны Минтранса и Минэнерго РФ.

Так, в Минтрансе считают, что качество российских дорог можно приблизить к европейскому за счет внедрения аналогичных ГОСТов на строительство и применения битума марок 50/70 и 70/100 с температурой размягчения не ниже 51°С. Однако при имеющемся сырье российские нефтяные компании не смогут производить битум таких марок. Это приведет к необходимости закупать либо битум, либо нефть с иными техническими характеристиками (например, венесуэльскую Santa Barbara).

Рис. 1. Рынок ПМБ в 2010–2020 гг.

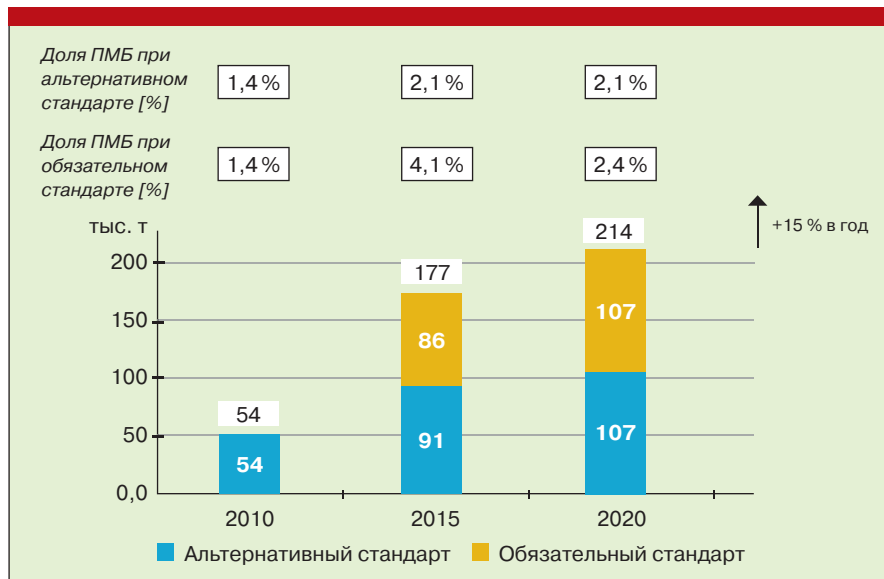
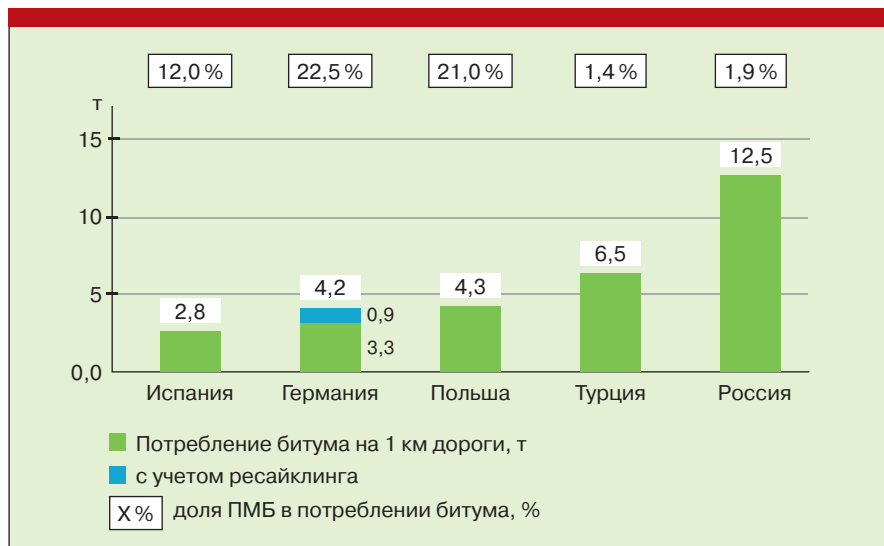


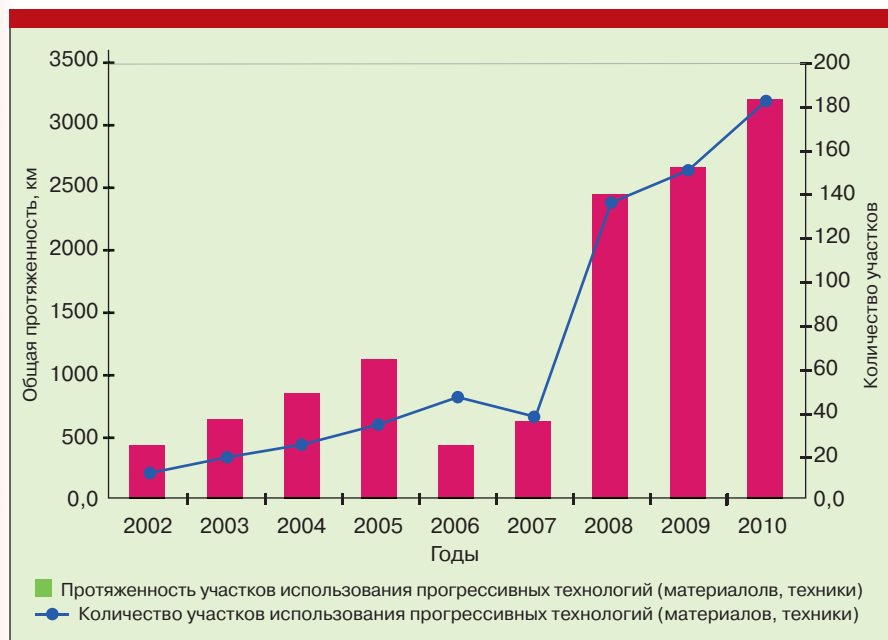
Рис. 2. Ключевые показатели по состоянию на 2008 год



Доля полимерного битума при строительстве и ремонте автомобильных дорог в Германии составляет 22 %, в Австрии — около 45 %, на Аляске — 50 %, в России — менее 3 %



**Рис. 3. Использование геосинтетических материалов в слоях дорожных конструкций и земляном полотне**



В Минэнерго уверены, что добиться необходимого качества дорог можно и на имеющемся сырье (Urals), но с применением полимерных модификаторов. При этом конечный продукт — улучшенный битум или ПМБ — будет стоить дороже обычного. Следовательно, наряду с ГОСТом необходимо законодательно закрепить применение такого материала, что позволит использовать для этих целей нефть Urals и поддержит развитие нефтеперерабатывающей отрасли РФ.

## Геосинтетика

Геосинтетические материалы — класс полимерных строительных материалов — в дорожном строительстве выполняют функции армирования, разделения и дренирования. Применение современных геосинтетических материалов и разработка на их основе прогрессивных технических решений стали возможными в последнее десятилетие, что позволило существенно повысить эффективность дорожного строительства, долговечность дорожных конструкций без увеличения их материалоемкости, трудо- и энергозатрат.

Использование таких материалов при строительстве и ремонте дорог обеспечивает:

- повышение долговечности дорожной конструкции;
- увеличение межремонтных сроков;
- сокращение сроков строительства;
- снижение стоимости проекта.

Геосинтетические материалы, производимые в мире, подразделяются на несколько классов: геотекстиль (нетканые и тканые), геосетки и георешетки, гео-

мембраны, геокомпозитные материалы. Для производства геосинтетиков используют полиэфир, полиамид, полипропилен, полиэтилен и другие полимеры. Выбор конкретного полимера, а также способ изготовления материала зависят от назначения геосинтетических материалов и выполняемой ими функции (армирования, разделения или дренирования).

В качестве разделительной и дренирующей прослойки наиболее широко (до 50 % от общего объема) применяются нетканые геотекстиль, свойства которых зависят от способа упрочнения холста: механического, термического или химического.

При армировании зернистых оснований и грунта армирующий эффект обеспечивается за счет обратного прогиба геосетки вне зоны действия нагрузки. Кроме того, на границе раздела двух дисперсных материалов, например, щебня и песка, достигается повышенное сцепление с нижележащим слоем за счет образования пограничного слоя из щебенки, защемленной в ячейках геосетки, что увеличивает сопротивляемость несвязных слоев дорожной одежды сдвиговым напряжениям. Назначение геосинтетических материалов в конструкциях на слабом основании — повышение несущей способности слабого грунта.

Рекомендуемые для этих целей материалы: геосетка (тканая, вязаная и тканая), тканый геотекстиль (геоткань) и объемные георешетки. Тканые геосинтетические материалы имеют упорядоченную структуру в виде двух различных систем, что обеспечивает высокую про-

чность при малых относительных удлинениях при разрыве (не более 15–20 %).

Геосетки (георешетки) — плоские структуры, состоящие из регулярно расположенных открытых ячеек размером более 10 мм и имеющие неподвижные узловые точки, благодаря которым достигается лучшее распределение нагрузки между продольными и поперечными элементами. Как правило, у геосеток есть скрепленные узлы (склеенные, связанные и т. д.), у георешеток — монолитные узлы.

По данным Росавтодора, суммарный эффект от использования геосинтетических материалов в сети федеральных российских автомобильных дорог в 2009–2010 годах составил около 100 млн рублей при объеме использования 1,5 млн м<sup>2</sup>. Этому способствовало принятие в 2010 году соответствующих документов по использованию геосинтетики:

- ОДМ 218.5.005–2010 «Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству»;
- ОДМ 218.5.006–2010 «Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли»;
- ОДМ 218.5.003–2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог».

Но эффект мог быть большим, если бы такие документы носили не рекомендательный, а обязательный характер.

## Композиционные материалы

Прогрессивные композиционные материалы используются в сети федеральных автомобильных дорог для изготовления перильных ограждений на мостах и пешеходных переходах, водоотводных



Усиление моста углеродной лентой

лотков и ударобезопасных сигнальных столбиков.

Перильные ограждения из таких материалов имеют малую массу, не подвержены коррозионному воздействию агрессивной среды, более долговечны по сравнению с традиционными стальными конструкциями. Затраты при транспортировке и монтаже перильных ограждений из полимерных материалов минимальны. К тому же они вандалоустойчивы, электро- и ударобезопасны.

Из композиционных материалов на основе полимеров изготавливают водоотводные лотки, которые легко монтируются в стесненных условиях без грузоподъемных механизмов, стойки к агрессивным реагентам, имеют малое гидравлическое сопротивление и низкую склонность к заиливанию.

Безопасность при наезде транспортного средства на столбики из полимеров возрастает за счет их малой инерционности и твердости. Такие столбики вследствие высокой гибкости легко восстанавливают свою форму после не разрушающего нагружения, они стойки к воздействию кислот, щелочей и противогололедных реагентов.

Системы внешнего армирования строительных конструкций — относительно новая практика применения композиционных полимерных материалов. Эти системы предназначены для ремонта и усиления строительных конструкций с целью устранения последствий разрушения бетона и коррозии арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред в процессе эксплуатации. Они имеют малый удельный вес, характеризуются высокой прочностью, обеспечивают высокую скорость выполнения работ из-за отсутствия потребности в тяжелом подъемном и установочном оборудовании.

В настоящее время набирает обороты практика использования композиционных материалов на основе углеродных волокон. На дорогах России общего пользования эксплуатируется 41 800 мостовых сооружений общей протяженностью 1600 км, из которых 29 500 — железобетонные, 500 — бетонные, 3 500 — стальные. Значительная часть железобетонных мостов нуждается в ремонте и усилении конструкций. В качестве основных способов усиления и ремонта конструкций методом внешнего армирования рассматриваются: внешнее обжатие углепластиковыми прутками, наклеивание углепластиковых лент — ламелей — и обмотка однонаправленными полотнами железобетонных опор.

Основанием для использования данных технологий являются:

- «Рекомендации по использованию эффективных композиционных материалов при обустройстве мостовых сооружений»;



Пешеходный переход с использованием композиционных материалов на 378 км а/д М-7 «Волга» в Нижегородской области

- «Рекомендации по применению ударобезопасных направляющих устройств из композиционных материалов на автомобильных дорогах общего пользования».

Эти документы также носят рекомендательный характер и не являются обязательными.

## Термопластичные краски

Использование полимеров в производстве термопластичных красок для дорожной разметки имеет широкие возможности и большие преимущества по сравнению с другими ЛКМ. Так, добавление стирол-изопрен-стирольных, стирол-бутадиен-стирольных или стирол-этилен-пропилен-стирольных полимеров к разнообразным связующим улучшает удерживание стеклянных микросфер, повышая стабильность светоотражения в средне- и долгосрочном периодах.

Термопластик для дорожной разметки представляет собой смесь из стеклянных микросфер, пигмента и наполнителя, соединенных с помощью связующего. Связующее состоит из низкомолекулярных углеводородных или канифольных смол, смешанных, как правило, с пластификатором, который позволяет снизить хрупкость вяжущего. Это происходит за счет уменьшения температуры его стеклования. Низкомолекулярные ингредиенты, соответственно, уменьшают устойчивость дорожной разметки к истиранию. Добавление полимеров в качестве низкомолекулярного ингредиента позволяет улучшить физико-механические свойства связующего, что увеличивает срок службы дорожной разметки.

Уникальная структура полимера, представляющего блок полистирола в эластомерной фазе, позволяет получить связующее с уменьшенной хрупкостью при низких температурах, а также с хо-

рошей эластичностью — при высоких, особенно по сравнению с вяжущим на углеводородных или канифольных смолах, модифицированным другими полимерами, например, восками.

Измельченные полимеры хорошо растворяются в смолах, используемых для производства дорожного термопластика (температура растворения — 180–220 °С). Свойства вяжущего становятся более стабильными в диапазоне температур использования. К тому же полимеры имеют хорошую растяжимость и могут увеличить износостойкость дорожной разметки даже при добавлении в количестве всего 1%.

Заметим, что европейские нормы на ЛКМ для дорожной разметки на основе полимеров, являются обязательными и направлены на улучшение качества дорожной разметки, в том числе и такого важного свойства как постоянство светоотражающей способности с течением времени. В России такие нормы отсутствуют.

## Оргвыводы

Никто не будет оспаривать тот факт, что дороги российские и зарубежные отличаются по качеству, что обусловлено в том числе различием нормативных требований к материалам, применяемым при их строительстве. Практика дорожного строительства в России, состояние дорог даже федерального значения опровергают мнение о безукоризненности существующих стандартов и рекомендательном характере новых. Во всем мире постоянно проводятся работы по корректировке нормативных обязательных требований к используемым материалам. Все направлено на повышение долговечности дорожных покрытий в современных условиях их эксплуатации. Так почему России не перенять зарубежный опыт. ■