

## ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

И.И.Леонович, Г.Н.Лазук, С.И.Зиневич

Белорусская государственная политехническая академия  
г. Минск, Республика Беларусь

За последние годы в Республике Беларусь было построено значительное количество автомобильных дорог с жесткими дорожными одежками, т.е. дорог, имеющих цементобетонное покрытие. Среди них как магистральные дороги, в том числе и единственная в республике дорога класса «Е», дорога М1/Е30 Брест - Минск - гр. России, так и дороги местного значения. Построенное покрытие, как известно, будь то асфальтобетонное или цементобетонное имеет тенденцию к разрушению, под воздействием погодно-климатических факторов и транспортной нагрузки, а следовательно, и требует проведения диагностики, планирования работ и ремонта. В настоящее время в республике создаются системы управления содержанием покрытий, в том числе и цементобетонных. Это система управления содержанием покрытий для местных дорог, разрабатываемая ГПП «Белгипродор», и система управления содержанием покрытий дорог республиканского значения, разрабатываемая ГП «Белдорцентр». Предполагается, что эти системы будут включать элементы прогнозирования состояния цементобетонных покрытий во времени, базирующиеся на построенных моделях разрушения цементобетонных покрытий, так называемых кривых разрушения. Получить эти модели применительно для условий Республики Беларусь еще предстоит.

При разработке моделей разрушения цементобетонных покрытий, а также разработке систем управления содержанием цементобетонных покрытий и последующей диагностики, назначении ремонта крайне важно знать характерные дефекты для цементобетонных покрытий, причины их возникновения, а также пути предотвращения дефектов и их ремонт.

Как показывает практика, характерными дефектами для цементобетонных покрытий являются: взбултривание (неравномерный подъем плит), выбоины, трещины, шелушение и выкрашивание, частичное или полное разрушение плит, разрушение кромок проезжей части и граней плит, деформация существующих и отсутствие требуемых швов сжатия и расширения, недостаточные сцепные качества покрытия, недостаточная прочность дорожной одежды и др.

Опыт эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием позволил выявить причины, которые приводят к появлению дефектов. Среди них:

конструктивные, заложенные на стадии проектирования, технологические, заложенные на стадии строительства и эксплуатационные. Последние определяются комплексом работ, проводимых или не проводимых в процессе содержания цементобетонных покрытий. Рассмотрим основные дефекты и причины их возникновения в рамках вышесказанного, а также некоторые методы их устранения.

Взбугривание на цементобетонных покрытиях является следствием неравномерного уплотнения основания, развития волно-тепловых процессов, неравнопрочности конструкции или механических повреждений. Работы по устранению такого рода дефектов заключаются в фрезеровании верхнего слоя покрытия до необходимого уровня и ширины при помощи специального оборудования. После завершения работ ровность должна быть в пределах + 5 мм.

Выбоины образуются в результате потери местной устойчивости, интенсивных коррозионных процессов. Небольшие выбоины площадью от 5 до 100 см<sup>2</sup> и глубиной более 5 мм заполняются битумным выравнивающим материалом с предварительным нанесением подгрунтового материала. Выбоины площадью более 1000 см<sup>2</sup> устраняются путем разделки по контуру при помощи пилы по заранее размеченным прямым линиям, вырубке верхнего слоя дорожной одежды в глубину по распилам, удаления обломков из вырубке и вывоза их в отвальные места. Затем производится подгрунтовка эмульсией или жидким битумом и заочление вырубке выравнивающей асфальтобетонной смесью.

Трещины на цементобетонном покрытии являются признаком их разрушения.

Возникновение трещин может быть по причинам: а) материаловедческим - завышенный расход цементобетона более 600-700 кг/м<sup>3</sup>; несвоевременный уход за бетоном; обезвоживание бетона; использование цемента без добавок ПАВ; изменение физических свойств материала; коррозия цементного камня и арматуры и др.; б) температурным - нарушение технологии изготовления, недостаточная температурная обработка (зимний период); отклонение от технологии монтажно-сварочных работ; суточное и сезонное изменение температуры; распирающее действие замерзающей воды; действие высоких технологических температур; нарушение методики устройства швов сжатия и расширения и др.; в) общей недостаточной прочности дорожной конструкции - недостатки армирования; осадка грунта земляного полотна; слабая несущая способность нижележащих слоев дорожной одежды; переувлажнение грунта, процессы пучинообразования и др.; г) чрезмерно больших внешних нагрузок - действие сверхнормативных нагрузок; усиление динамического воздействия в неровности покрытия; сочетание температурных и нагрузочных напряжений и др.

По характеру трещины могут быть:

стабилизированные и нестабилизированные;  
сквозные и односторонние;  
продольные, горизонтальные и вертикальные;  
одиночные, параллельные и пересекающиеся (сетки трещин).

Размер трещин зависит от причины возникновения и длительности процесса трещинообразования. Волосные трещины имеют размер до 0,1 мм, мелкие - 0,1-0,3, развитые - 0,3-0,5; большие - 0,5-10 и значительные - более 10 мм.

Работы по устранению трещин включают: разделку трещин распиливанием на глубину 30 мм; очистку трещин водой под высоким давлением с целью удаления обломков материалов и загрязнений, прочистку трещин щетками на полную глубину для удаления пыли или обломков материала со стенок; тщательную сушку трещин перед заполнением; доставку и установку подкладки стыка; нанесение подгрунтовки под герметик; нанесение герметика; очистку дорог от сопутствующих ремонту материалов.

Шелушение происходит под воздействием воды и мороза. Наиболее интенсивно происходит оно в весенний период при частом оттаивании и замерзании верхних слоев покрытия, при нагревании солнечными лучами днем и охлаждении ночью. Причем с увеличением числа переходов температур через ноль интенсивность шелушения возрастает. Ремонт покрытия, подверженного поверхностной или глубокой коррозии, может вестись двумя путями - путем снятия корродирующего слоя или путем устройства защитного поверхностного слоя (поверхностной обработки). Для защиты покрытия от поверхностного разрушения часто прибегают к устройству выравнивающего слоя. Он может быть тонким (до 40 мм) и толстым (от 40 до 80 мм) в зависимости от условий производства работ и сопутствующих дополнительных требований. В состав работ при этом входят изготовление, транспортировка, укладка и уплотнение на поверхности проезжей части горячих битумно - минеральных смесей.

Выкрашивание цементобетонного покрытия происходит в результате внешних сил и климатических факторов при недостаточной прочности и коррозионной стойкости цементобетона. Как и в предыдущем случае, ремонт участков дороги, подверженных шелушению, может быть произведен путем устройства поверхностной обработки или путем укладки выравнивающего слоя.

Разрушение дорожных плит обычно происходит при нарушении баланса между требуемой и фактической их прочностью. Это бывает в случае пропуска по дороге транспортных средств с осевыми нагрузками, превышающими нормативные, или при снижении несущей способности дорожной конструкции, обусловленной изменением физико - механических свойств материалов. Работы по частичной или полной перделке плит разделяются на подготовительные и основные. К подготовительным работам

относят: распиловку бетона по периметру поврежденной зоны; вырубку бетона в поврежденной зоне; удаление обломков; удаление поврежденного или полная переделка основания (при необходимости). К основным работам относятся: доставка и установка штырей; выполнение швов расширения (при необходимости); доставка и заливка бетона; уход за свежееужоженным бетоном; нарезка швов сжатия в бетоне; уборка зоны производства работ и др.

Разрушение кромок проезжей части и граней плит связано с недостаточной прочностью бетона, динамическими нагрузками в прикромочных зонах и нарушении сроков производства ремонтных работ.

В зависимости от характера и величины этих дефектов ремонтные работы могут производиться по технологии ремонта выбоин или ремонта разрушенных плит.

Ремонт укрепленных обочин связан с заменой устаревшего материала или изменением их геометрических параметров. При этом производят удаление материала существующей укрепительной обочины путем фрезерования, замену материала основания новым тощим бетоном, устройство основания укрепленной обочины из фрезерованного асфальтобетона, укладку слоев из асфальтобетона с последующим их уплотнением.

Особое место при ремонте цементобетонного покрытия занимает герметизация существующих швов. В состав работ при этом входят: удаление из швов существующего герметика вместе с подкладкой шва, полная очистка шва и удаление мусора; разделка шва с распиливанием на глубину 30 мм; промывка шва сжатия водой под высоким давлением до полного удаления остатков герметика или обломков материала; прочистка разделанного шва на всю глубину щетками для удаления любого рода загрязнений с боковых стенок шва; продувка и тщательная сушка разделанного шва перед заливкой; доставка и установка подкладки шва; нанесение подгрунтовки для адгезии герметика; заливка герметика и очистка поверхности дорожного покрытия от послеремонтного загрязнения. Резинобитумные мастики и герметизирующие пасты могут иметь различный состав. Швы расширения целесообразно разделять в аналогичной последовательности; разделку выполнять на ширину существующих швов с увеличением ширины на 1 мм на каждую сторону для зачистки до свежего бетона на обонх торцах бетонных плит, а промывку выполнять только в пределах глубины разделанного шва.

Герметизация новых швов относится к продольным швам сжатия, поперечным швам сжатия в краевой бетонной полосе и к швам сжатия и расширения, которые устраиваются в связи с полной и частичной переделкой несущих плит бетонных водоотводных лотков, и краевых укрепительных полос. Работа по герметизации швов в этом случае проводится так же, как и при ремонте существующих швов. Разница заключается в том, что в

первую очередь производится разделка шва распиливанием глубиной 30 мм и шириной 6 мм (швы сжатия) и 32 мм (швы расширения), а затем выполняются последующие рабочие операции.

Неотъемлемой частью ремонта цементобетонных покрытий является устранение дефектов краевых укрепительных полос (краевых балок), лотков и укрепленных обочин. Если материалы этих элементов не отличаются от материалов дорожного покрытия, то ремонт их производится по той же технологии. При ремонте обочин и особенно для сопряжения покрытия обочины с проезжей частью выполняется комплекс работ, в том числе: фрезерование покрытия обочины с приданием проектного уклона; выборка обочины в месте сопряжения ее с проезжей частью; заполнение отфрезерованным асфальтобетоном с добавлением щебня и устройство поверхностной обработки. Для лотков характерными являются: удаление разрушенного покрытия, выравнивание основания с последующей укладкой бетона, включая выполнение поперечных швов и их герметизацию.

Повышение сцепных качеств покрытия, устранение макронеровностей и повышение его прочности достигается путем устройства поверхностной обработки или укладки одного или нескольких слоев асфальтобетона. Укладываемый поверхностный слой способствует также ограничению подъема трещин. В технологическом отношении при ремонте дорог укладка поверхностных слоев, дорожной одежды (несущих, выравнивающих, фрикционных и др.) не имеет больших различий по сравнению с технологией, которая применяется в строительной практике. В материаловедческом же плане проблемы гораздо сложнее. К материалам, используемым для устройства поверхностных слоев, предъявляются особые требования. Они должны обеспечивать высокую износостойкость покрытия, обладать необходимой адгезией, иметь требуемые светотехнические качества, быть устойчивыми и по отношению к климатическим воздействиям и вписываться в санитарно-гигиенические нормы. Для устройства подгрунтового слоя применяются жидкие битумы или битумные эмульсии с остаточным расходом битума 250-300 г/м<sup>2</sup>. Верхние (выравнивающие) слои устраняются из горячих асфальтобетонных смесей, наполнители и вяжущие для которых подбираются с учетом действующих государственных стандартов. Проведенные за последние годы в Белорусской государственной политехнической академии исследования позволили углубить представления о физико-химических процессах, протекающих на границах минеральных и органических компонентов дорожной конструкции. Обоснован выбор наиболее важных функциональных групп, наличие которых в веществах способствует образованию высоких адгезионных свойств материалов. Рассмотрен механизм действия поверхностно-активных веществ, изменяющих молекулярно-поверхностные свойства битумов в сторону увеличения их адгезии и когезии. Установлено влияние низких температур

на напряжения, возникающие в органическом материале, структура которого в данном температурном режиме характеризуется конденсационно-кристаллизационными свойствами. Предложен ряд новых поверхностно-активных добавок и способов модификации битумов, позволяющих повысить их долговечность, изменить физико-механические свойства. Результаты исследований опубликованы в периодических изданиях и используются на практике.

На автомобильной дороге Брест - Минск - гр. России, где преобладает цементобетонное покрытие, в настоящее время проводятся работы по усовершенствованию ее транспортно-эксплуатационных характеристик. Комплексные меры по ремонту дороги включают модернизацию температурных швов, обновление швов сопряжения проезжей части с укрепленными обочинами, устранение выбоин и трещин, восстановление шероховатости поверхности и другие работы. Для каждого вида работ обоснованы соответствующие правила и технологии. Реализация на практике этих правил и технологий подтверждает их техническую и экономическую эффективность.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. В условиях сложного климата Беларуси применение цементобетонных покрытий может быть эффективным, если используются качественные цементы с добавками, обеспечивающими высокую плотность бетона.

2. Дефекты, которые появляются в процессе эксплуатации цементобетонных покрытий, необходимо своевременно устранять, используя современные гидрофобные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы.

3. Многие дефекты цементобетонных покрытий появляются в результате коррозии цементобетонного камня, вызванной противогололедными химическими веществами. Их применение должно быть оптимальным и по возможности минимизированным.

4. Ремонт цементобетонных покрытий необходимо вести с учетом накопленного опыта как в нашей стране, так и в зарубежных странах.

УДК 699 82

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И НАДЕЖНОСТИ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ МОСТОВЫХ И ТОННЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Г. Д. Ляхевич

Белорусская государственная политехническая академия  
г. Минск, Республика Беларусь

Для повышения надежности и продолжительности эксплуатации мостовых и тоннельных конструкций применяют битумно-полимерную гидроизоляцию / 1-4/.