

Нанесение любого из рассмотренных материалов позволит получить прочное сцепление двух материалов только при удалении слоя корродирующего бетона механическим путем, с обнажением активных центров крупного и мелкого заполнителей. После этого необходимо осуществить укладку промежуточного слоя, рецептура которого составлена на основе портландцемента, улучшенного структурирующими добавками, имеющими функциональные полярные группы, и микрозаполнителя из карбонатных пород, позволяющего повысить прочность цементного камня из-за образования комплексного соединения гидрокарбоалюмината. На застывший цементный раствор наносится жидкий битум и далее - асфальтобетон либо органо-минеральная смесь. Для лучшего сцепления асфальтобетона с минеральным основанием может быть проведена химическая активация цементобетона отходом замасливателя или раствором щелочного стока производства капролактама.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать систему оценки эксплуатационного состояния цементобетонных дорожных покрытий, установления истинных причин разрушения минерального материала. Исследования проведены на основе фундаментальных работ. Предложены способы, технологии и рецептуры смесей для проведения ремонтных работ.

УДК 625.74:656.13.08"414.22"

ДЕФЕКТЫ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ

И.И.Леонович, Г.Н.Лазук, С.И.Зиневич

Белорусская государственная политехническая академия,
РГПП "Белавтострада"
(г.Минск, Беларусь)

За последние годы в Республике Беларусь было построено значительное количество автомобильных дорог с цементобетонным покрытием, среди них - как магистральные, так и местные дороги. В перспективе роль этих покрытий не уменьшится, а наоборот, будет возрастать. Они эксплуатируются в сложных погодно-климатических условиях, под действием значительных транспортных нагрузок. Все это приводит к возникновению и развитию дефектов, которые снижают транспортно-эксплуатационные качества дорог, ведут к чрезмерным, подчас необоснованным затратам на производство ремонтных работ.

Характерными дефектами покрытий дорог можно считать: взбугривание, выбоины, трещины, шелушение, выкрашивание, частичное или полное разрушение плит, просадка плит, разрушение кромок проезжей части, граней плит, укрепленных обочин, деструкция существующих и отсутствие требуемых швов сжатия и расширения, недостаточные сцепные качества покрытия, просадки, недостаточная прочность дорожной одежды и др.

Опыт эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием позволил выявить причины, которые приводят к появлению дефектов. Среди них - конструктивные, технологические и эксплуатационные. Все они связаны, в основном, с устройством температурных швов и швов сопряжения, прочностью покрытий и текстурой поверхности.

Повысить эксплуатационные качества и обеспечить долговечность цементобетонных покрытий можно путем решения триединой задачи: совершенствование проектирования, строительства и эксплуатации дорог. На стадии проектирования особое внимание требует увязка между собой всех конструктивных слоев дорожной одежды и грунтового основания по прочностным и физико-техническим параметрам, назначение мест положения швов сжатия и расширения с учетом климатических особенностей местности и внешних транспортных нагрузок. При строительстве дорог решающую роль играет качество используемых материалов и соблюдение утвержденной технологии производства работ, т.е. техническая культура строительства.

В процессе эксплуатации упредить появление дефектов покрытия можно путем правильного содержания и своевременного текущего ремонта. Во всех случаях надо учитывать современную теорию бетонов и особенности формирования дорожных конгломератов. Выбор способа производства ремонтных работ связан с характером дефектов покрытия и первопричинами их появления. Устранение дефектов - проблема многоплановая, охватывающая технологические, материаловедческие, организационные и экономические аспекты.

В з б у г р и в а н и е на цементобетонных покрытиях является следствием неравномерного уплотнения основания, развития водно-тепловых процессов, неравнопрочности конструкции или механических повреждений. Работы по устранению такого рода дефектов заключаются в фрезеровании верхнего слоя покрытия на проезжей части, разделительной полосе или обочине до необходимого уровня и ширины при помощи специального оборудования и удаление срезаемого материала за пределы установленной зоны. После завершения работ ровность покрытия должна быть в пределах +5 мм, а уклон +5 мм/м.

В ы б о и н ы образуются в результате потери местной устойчивости, интенсивных коррозионных процессов. Небольшие выбоины площадью

от 5 до 100 см² и глубиной > 5 мм заполняются битумным выравнивающим материалом с предварительным нанесением подгрунтовочного слоя. Выбоины площадью > 1000 см² устраняются путем разделки по контуру при помощи пилы по заранее размеченным прямым линиям, вырубки верхнего слоя дорожной одежды в глубину по распилам, удаления обломков из вырубки и вывоза их в отвальные места. Затем производится подгрунтовка эмульсией или жидким битумом и заполнение выборки выравнивающей асфальтобетонной смесью.

Трещины на цементобетонном покрытии являются признаком его разрушения. Возникновение трещин может быть по причинам:

1) материаловедческим: завышенный расход цементобетона - более 600-700 кг/м³; несвоевременный уход за бетоном; обезвоживание бетона; использование цемента без добавок ПАВ; изменение физических свойств материала; коррозия цементного камня и арматуры и др.;

2) температурным: нарушение технологии изготовления; недостаточная тепловая обработка (зимний период); отклонение от технологии монтажно-сварочных работ; суточное и сезонное изменение температуры; распирающее действие замерзющей воды; действие высоких технологических температур; нарушение методики устройства швов сжатия и расширения и др.;

3) общей недостаточной прочности дорожной конструкции: недостатки армирования; осадка грунта земляного полотна; слабая несущая способность нижележащих слоев дорожной одежды; переувлажнение грунта; процессы пучинообразования и др.;

4) 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:

- 1) стабилизированные и нестабилизированные;
- 2) сквозные и односторонние;
- 3) продольные, горизонтальные и вертикальные;
- 4) одиночные, параллельные и пересекающиеся (в сетки).

Размер трещин зависит от причины возникновения и длительности процесса трещинообразования. Волосяные трещины имеют размер до 0,1 мм, мелкие - 0,1-0,3 мм; развитые - 0,3-0,5 мм; большие - 0,5-10 мм 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 дороги от сопутствующих ремонту материалов.

Шелушение возникает под воздействием воды и мороза. Наиболее интенсивно оно происходит в весенний период при частом оттаивании и замерзании верхних слоев покрытия, нагревании солнечными лучами и охлаждении ночью. Причем с увеличением числа переходов температур через ноль интенсивность шелушения возрастает. Ремонт покрытия, подверженного поверхностной или глубокой коррозией, может проводиться двумя путями:

1) снятия корродирующего слоя;

2) 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 битумоминеральных смесей.

Выкрашивание цементобетонного покрытия происходит в результате действия внешних сил и климатических факторов при недостаточной прочности и коррозионной стойкости цементобетона. Как и в предыдущем случае, ремонт участков дороги, подверженных выкрашиванию, может быть произведен путем поверхностной обработки или 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, обусловленном изменением физико-механических свойств материалов. Работы по частичной или полной переделке 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 слоя или полная переделка основания (при необходимости). К основным работам относят: доставку и установку штырей; выполнение швов расширения (при необходимости); доставка и заливка бетона; уход за свежесложенным 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, нарушением сроков производства ремонтных работ. В зависимости от характера и величины дефектов покрытия ре-

монтажные работы могут производиться по технологии ремонта выбоин или ремонта разрушенных плит.

Ремонт укрепленных обочин связан с заменой устаревшего материала или изменением геометрических параметров обочин. При этом производят удаление материала существующей укрепленной 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 улучшения адгезии герметика; заливка герметика и очистка поверхности дорожного покрытия от послеотремонного 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 обоих торцах бетонных плит, а промывку - 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, устраиваемым в связи с полной и частичной переделкой несущих плит бетонных водоотводных лотков и краевых укрепительных полос. Работа по герметизации швов в этом случае проводится аналогично ремонту существующих швов. Разница заключается в том, что в первую очередь производится разделка шва распиливанием на глубину 30 мм и ширину 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 обочины отфрезерованным асфальтобетоном с добавкой щебня и устройство поверхностной отработки. Для лотков характерными являются: удаление разрушенного покрытия, выравнивание основания с последующей укладкой бетона, включая выполнение поперечных швов, и их герметизацией. Устройство покрытия на обочинах осуществляется по технологии.

Повышение сцепных качеств покрытия, устранение макронеровностей и повышение его прочности достигается путем 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, применяющейся 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 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/м². Верхние (выравнивающие) слои устраиваются из горячих асфальтобетонных смесей, заполнители 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 мо-

дификации битумов, позволяющих повысить их долговечность, изменить физико-механические свойства. Эти материалы опубликованы в периодических изданиях и используются на практике.

На автомобильной дороге Брест-Минск-граница 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 др. 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, который имеется в Белоруссии, 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 опыта, накопленного как в нашей стране, так и в зарубежных странах.

УДК 625.711:712(72):006

МОБИЛЬНЫЙ ПУНКТ РЕГИСТРАЦИИ И ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

И.И.Леонович, Л.Р.Мытько, Д.Д.Селюков

Белорусская государственная политехническая академия
(г.Минск, Беларусь)

Современные экономические условия характеризуются дефицитом материально-технических ресурсов как в целом по республике, так и в дорожной области. Эти условия усугубляют существующую диспро-