

УДК 69.691.53

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Н.Н. Белых¹, С.С. Шабуров²

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В России при строительстве дорог по-прежнему применяется морально устаревшая, дорогая и медленная технология асфальтобетонного покрытия, к тому же не слишком пригодная для климата России и требующая частого ремонта. Причем в последние годы стало больше требований к надежности, работоспособности и прочности дорожных одежд, что вызвано ростом грузоподъемности транспортных средств и интенсивности движения на дорогах. За последнее десятилетие автомобильный парк России вырос в три раза. На некоторых дорогах интенсивность движения в 1,5–3 раза превышает допустимую для данной категории дороги. В то же время дорожники России столкнулись с проблемами, которые связаны с низкой несущей способностью дорожных одежд: колеобразованием на дорогах, интенсивным развитием ям и выбоин, появлением сетки трещин на покрытиях. Возрастающим требованиям движения, особенно на грузонапряженных магистралях, как показывает отечественный и мировой опыт, в наибольшей степени отвечают цементобетонные покрытия. Их преимуществами, по сравнению с покрытиями, построенными с применением органических вяжущих, являются стабильные транспортно-эксплуатационные показатели и высокая долговечность.

Ключевые слова: цементобетонные покрытия; автодорожное строительство; эксплуатация цементобетонного покрытия; ремонт цементобетонных покрытий.

OPERATION OF ROAD CEMENT CONCRETE PAVEMENTS

N. Belyh, S. Shaburov

Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russia

In Russia, out-of-date, expensive and slow technology of asphalt concrete paving is used when constructing roads; moreover, it is not very suitable for the climate of Russia and requires frequent repairs. In recent years, the rise of cargo capacity of transport means and vehicle density have increased the requirements for reliability, working-ability and strength of road pavement. Over the last decade, Russian automobile park has increased three times. On some roads, density of traffic is 1.5-3 times higher than allowed for this category of road. At the same time, Russian road builders are facing problems related to low bearing capacity of road pavements: rutting on roads, intensive growth of pits and potholes, and the pavement cracking. Domestic and international experience shows that cement concrete pavement meets increasingly stringent requirements for traffic, especially on heavy traffic roads. Its advantages over the pavements with organic binders are the stable freight performance and high durability.

Keywords: cement concrete pavement; road construction; operation of road cement concrete pavements; cement concrete pavements repair.

ОСНОВНЫЕ РАЗРУШЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Цементобетонные покрытия работают в условиях сложного напряженного состояния под действием повторных динамических нагрузок от автомобилей и переменных температурно-влажностных полей.

При нагревании или охлаждении плит покрытия они стремятся изменить свои линейные размеры, но из-за сопротивления свободному перемещению по основанию в них возникают температурные напряжения.

При изменении температуры по толщине цементобетонного покрытия плиты коробятся выпуклостью вниз (ночью) или вверх (днем) в зависимости от направления теплового потока. При несостоявшихся деформациях коробления в плитах также возникают температурные напряжения, величина которых зависит от их собственной массы и геометрических размеров.

Условия работы цементобетонного покрытия в разных его зонах (в центре, на краю, торце, углу плиты, полосе наката и т. д.) являются существенно неоднородными. Это создает возможность

¹ Белых Николай Николаевич, магистрант кафедры автомобильных дорог, e-mail: BelyhNN@yandex.ru
Belyh Nikolay, a postgraduate student of Highways Department, e-mail: BelyhNN@yandex.ru

² Шабуров Сергей Семенович, канд. техн. наук, профессор кафедры автомобильных дорог,
e-mail: sss1941@yandex.ru

Shaburov Sergey, Candidate of Technical Science, Professor of Highways Department, e-mail: sss1941@yandex.ru

для накопления остаточных деформаций оснований под периферийной частью плит покрытия по всему периметру и для частичного нарушения контакта их нижней поверхности с основанием, особенно в зонах края и поперечных швов. В результате образуются зависающие участки плиты, в которых резко возрастают отрицательные изгибающие моменты при расположении нагрузки над швом.

Температурно-влажностные напряжения совместно с напряжениями от транспортных средств приводят к возникновению и развитию трещин. В цементобетонном покрытии они образуются в разное время, в различных местах плит, имеют разное очертание и направление. Трещины могут быть волосными, поверхностными и сквозными. Поверхностные трещины постепенно увеличиваются в длину и глубину и могут разветвляться в разных направлениях.

Кроме трещин, к характерным деформациям и разрушениям цементобетонных покрытий относятся шелушение поверхностного слоя бетона, отколы углов и краев плит, их вертикальные смещения, коробление, разрушение стыковых соединений и заполнителей швов.

КОНЦЕПЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

До недавнего времени в России не применяли специальных технологий восстановления транспортно-эксплуатационного состояния покрытий.

Считалось, что цементобетонные покрытия имеют срок службы 25–30 лет и почти не требуют затрат на ремонт. Несвоевременное выполнение, а чаще всего, не выполнение текущего ремонта, а также низкое качество строительства приводили к накоплению значительного количества дефектов уже в первые годы эксплуатации покрытий и резкому снижению их эксплуатационного состояния.

В этом случае в десятки раз увеличивалась стоимость ремонта, возрастала сложность выполнения ремонтных работ.

Современная стратегия технической политики большинства развитых стран мира в области ремонта и содержания автомобильных дорог состоит в профилактике и предупреждении возникновения деформаций и разрушений дорожных одежд и покрытий. Суть данной стратегии заключается в том, чтобы своевременно выявить места и причины возможных деформаций и разрушений и устранить их на ранней стадии развития.

Периодическое восстановление ровности покрытия в период эксплуатации приводит к значительному увеличению его работоспособности.

Выполняя ремонт своевременно и поэтапно экономически выгодно, так как стоимость отложенного ремонта увеличивается примерно в 10 раз по сравнению с теми ремонтами, которые производятся вовремя.

Хотя для каждой автомобильной дороги следует разрабатывать индивидуальную программу ремонта, в обобщенном виде можно рекомендовать следующую очередность проведения восстановительных работ:

1. Устройство швов расширения (при их отсутствии) или дополнительных швов при неработоспособности существующих.
2. Разделка, очистка, восстановление геометрии деформационных швов и их герметизация.
3. Консервация трещин.
4. Замена разрушенных участков плит на всю толщину.
5. Выравнивание поверхности покрытия.
6. Устранение сколов кромок плит и выбоин.
7. Ликвидация разрушений поверхности бетона.
8. Устранение усадочных трещин.
9. Укрепление поверхности бетона специальными составами.

РЕМОНТ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ И КОНСЕРВАЦИЯ ТРЕЩИН

Устройство компенсационных швов

В период массового строительства автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями многие из них были сооружены без швов расширения. При эксплуатации покрытий, даже при наличии швов расширения, температурные швы постепенно засоряются и не работают. В летнее время, особенно в период высоких температур, наблюдается температурное перенапряжение плит. При этом интенсивно идет процесс образования сколов, разрушения плит, нарушается ровность покрытия, создаются условия для потери его продольной устойчивости. С тем чтобы затормозить эти процессы и предотвратить коробление плит устраивают компенсационные швы. Компенсационные швы устраивают по типу швов расширения. Они предназначены для восприятия перемещений плит при их расширении под воздействием высоких температур. Ширину швов и расстояние между ними определяют расчетом.

Нарезка компенсационных швов возможна как по имеющимся швам сжатия (предварительно выполняют работу по извлечению старого герметика), так и в средней части плиты предпочтительно с помощью алмазного режущего инструмента, позволяющего получить безупречные кромки (рис. 1, 2).



Рис. 1. Машины с алмазными дисками для нарезки швов



Рис. 2. Гидравлические машины для нарезки швов

Восстановление герметизации деформационных швов и консервация трещин

Восстановление герметизации деформационных швов и консервация трещин – важные этапы работ по продлению эксплуатационного ресурса покрытий. Большую роль на эффективность работы герметика в швах и его срок службы оказывает деформативность герметизирующих материалов. При выборе типа герметика учитывают возможные максимальные отрицательные и положительные температуры воздуха региона, где эксплуатируются покрытия.

В настоящее время созданы уникальные герметизирующие материалы с использованием полимерных композиций. Эти материалы имеют высокие технико-эксплуатационные характеристики и гарантированный срок службы не менее 5 лет.

Для разогрева мастик созданы специальные автоматические котлы с двойными стенками, термоконтролем и системой подачи мастики в швы и трещины (рис. 3). Растапливаемый материал опосредованно разогревается теплоносителем, в качестве которого применяют термомасло. Этим достигается щадящий режим плавления и разогрева мастики. Теплоноситель подогревают при помощи газового, масляного или дизельного обогрева. В емкости для разогрева мастики смонтирована установка принудительного перемешивания. Разогретую до нужной температуры мастику подают через сливной шланг и специальную пилу с помощью нагнетающего насоса непосредственно в шов (трещину, рис. 4). Котлы-заливщики монтируют на одноосной или двухосной ходовой части. Созданы и самоходные котлы с гидравлическим приводом на ведущее колесо, которые могут самостоятельно, без буксирующей машины, двигаться вдоль швов при их герметизации.



Рис. 3. Котлы-заливщики с опосредованным разогревом мастики



Рис. 4. Герметизация температурных швов цементобетонных покрытий

В последние годы в зарубежной практике очень часто используется для герметизации швов технология закатки в шов эластичных цельных или полых резиновых профилей. В этом случае возможно проведение работ даже в сырую погоду и при низких температурах. Для установки профилей разработаны специальные машины. Размер профиля должен на 40 % превышать ширину шва.

При ремонте швов выполняют работы по извлечению из них старого герметика при помощи минитрактора, оборудованного специальным шовным плугом, на котором монтируется зуб для выемки массы в зависимости от ширины шва. В случае если по краям шва имеются остатки старой массы герметика, то они также удаляются с поверхности при помощи специального скребка-ножа. Если шов выполнен не качественно, то необходимо дополнительно нарезать (обрабатывать края) боковые грани с тем, чтобы обеспечить требуемые параметры полости шва.

Очистку швов часто выполняют щеточными машинами, переоборудованными из нарезчиков швов. Вращение щетки осуществляется против движения, что способствует более эффективному очищению швов (рис. 5).



Рис. 5. Щеточная машина для очистки швов от пыли и грязи

Важной технологической операцией является не только очистка швов, но и грунтовка их поверхностей, которую выполняют специальными грунтовочными составами с использованием шприц-распылителей.

Ранее считалось необходимым полностью заливать шов мастикой. Герметизация на всю глубину шва не только неэкономична с точки зрения расходования мастики, но и вредна по конструктивным соображениям. Поэтому в настоящее время обязательным стало применение при герметизации швов резиновых уплотнительных шнуров как с целью экономии мастики, так и формирования оптимального поперечного сечения герметика в шве.

Консервацию трещин шириной до 40 мм, когда кромки трещины не обрушены, осуществляют практически по той же технологии, что и герметизацию деформационных швов. До начала консервации трещины разделяют распиливанием пальчиковой фрезой на глубину 30 мм и тщательно очищают от каменной мелочи, пыли, грязи и других посторонних предметов, препятствующих хорошему сцеплению герметизирующих материалов с бетоном. Разделка трещины пальчиковой фрезой позволяет повторить конфигурацию трещины, не создавая запилов. Трещину продувают сжатым воздухом, а если бетон влажный - горячим воздухом. Затем в трещину засыпают резиновую крошку или запрессовывают уплотнительный шнур, обрабатывают стенки трещин огрунтовочным составом и герметизируют.

В настоящее время стали применять герметики с высокой проникающей способностью и возможностью их использования в зимних условиях. В этом случае ремонт трещин осуществляется при температурах до -15°C .

Устранение сколов кромок плит и сколов деформационных швов

При устранении сколов кромок плит первоначально выполняют маркировку и оконтуривание дефектных мест с помощью нарезчика швов с алмазными дисками. Затем удаляют разрушенный бетон пневмоинструментом с малой энергией удара (специальным перфоратором, игольчатым пистолетом) и тщательно очищают место ремонта металлическими щетками. Далее осуществляют грунтовку очищенной поверхности бетона и заполнение поврежденного участка ремонтным материалом. Для устранения сколов кромок швов после удаления разрушенного бетона в шов вставляют соответствующей ширины планку. После затвердевания ремонтного материала планку удаляют из шва, дополнительно нарезают шов для исключения возможного соединения плит ремонтным составом и герметизируют шов.

ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Как один из вариантов защиты поверхностного слоя цементобетонных покрытий является использование тонкослойного макрошероховатого покрытия из открытых битумоминеральных смесей.

Преимущества применения предлагаемой технологии очевидны.

Стабильность заданных свойств поверхности покрытия тонких слоев из открытых битумоминеральных смесей, в условиях интенсивной эксплуатации обеспечивается не менее 6 лет, что в конечном итоге делает данную технологию конкурентоспособной в сравнении с известными ремонтными технологиями, в частности, поверхностной обработкой, традиционных методов усиления из асфальтобетонных смесей; литых эмульсионно-минеральных смесей (Сларри-Сил), срок службы которых, не превышает двух-трех лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К сожалению, многие специалисты до сих пор считают основным недостатком цементобетонных покрытий сложность их ремонта и особенно восстановления поверхностного слоя, что является одной из причин, сдерживающих широкое применение этого типа покрытий при строительстве дорог в России.

В настоящее время накоплен положительный опыт длительной эксплуатации цементобетонных покрытий в различных климатических условиях за счет проведения восстановительных ремонтов. Средний срок службы таких покрытий составляет 26 лет. В России строительство и реконструкцию цементобетонных дорог можно осуществлять исключительно за счет отечественных материалов, нарастив тем самым объемы выпуска дорожного цемента и других необходимых строительных материалов. Цемент, бетон и преднапряженный железобетон можно производить в любом регионе, потому что необходимые ресурсы в России имеются практически везде. Налаживая новое производство в регионах, будут создаваться новые рабочие места.

Внедрение современных способов ремонта позволит значительно продлить срок службы цементобетонных покрытий и повысить эффективность их эксплуатации на дорогах России с тяжелым и интенсивным движением.

Библиографический список

1. Реконструкция автомобильных дорог / А.П. Васильев, Ю.М. Яковлев, М.С. Коганзон и др. – М., 1998. – 125 с.
2. Коганзон М.С. Повышение работоспособности дорожных одежд нежесткого и жесткого типов // Совершенствование технологии и организации строительства и эксплуатации автомобильных дорог. – М, 1987. – С. 21–27.
3. Христолюбов И.Н., Агалаков Ю.А., Малышев А.А. Ресурсосберегающий метод ремонта цементобетонных покрытий // Наука и техника в дор. отрасли. – 1997. – № 4. – С. 24–25.
4. Шабуров С.С., Кибирев В.Ю. Эффективные технологии строительства и ремонта дорог в суровых климатических условиях (производственный опыт) / С.С. Шабуров, В.Ю. Кибирев // Дорожная держава. – 2014. – № 58. – С. 74–77.