

**Международный
научно-технический журнал
International Journal
“Science & Engineering for Roads”**

Орган Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), Международной ассоциации автомобильного и дорожного образования (МААДО) и Межправительственного совета дорожников СНГ (МСД)

Рецензируемое издание

№ 4 — 2019 (90)



**ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ — ВАЖНЕЙШЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ
В ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

Проф., д-р техн. наук В.П. НОСОВ (МАДИ)

Ситуация, сложившаяся в России в последние десятилетия свидетельствует о том, что в подавляющем большинстве случаев при проектировании новых и реконструкции существующих автомобильных дорог предпочтение отдается асфальтобетонным покрытиям. Это относится как к магистральным дорогам с высокой интенсивностью движения, так другим дорогам с капитальным типом конструкций дорожной одежды.

При этом игнорируются такие важные преимущества цементобетонных покрытий, как высокая прочность цементобетона на растяжение при изгибе, увеличение прочности с течением времени, стабильность деформативных свойств цементобетона при изменении температуры, срок службы до капитального ремонта способен достигать 50 лет и более.

Мировая практика показывает, что в большинстве стран с развитой экономикой в качестве основной альтернативы асфальтобетону при строительстве покрытий автомобильных дорог рассматривают цементобетон. На наиболее напряженных автомобильных дорогах традиционно строят цементобетонные и непрерывноармированные покрытия.

В городах и населенных пунктах в больших объемах применяют мелкоблочные бетонные покрытия. В США много лет ведутся опытные работы и имеются положительные результаты в строительстве тонких и ультратонких покрытий толщиной 5–15 см при ремонте асфальтобетонных покрытий. На основе детального анализа существующего опыта постоянно совершенствуются конструктивные решения, уточняются требования к материалам, развивается технология скоростного строительства.

Анализируя зарубежный опыт применения цементобетонных покрытий, следует отметить завершенную к настоящему времени в США программу научных исследований по совершенствованию конструкций и технологии строительства цементобетонных покрытий. Программа нацелена на увеличение срока службы таких покрытий до 60 лет. Она включает 250 научных проектов, объединенных в 12 научных направлений. Общий объем финансирования составил 250 млн долларов США.

На основе детального анализа существующего опыта постоянно совершенствуются конструктивные решения, уточняются требования к материалам, развивается технология скоростного строительства.

Результатом этого является существенное повышение долговечности дорожных одежд, снижение затрат на их ремонт и содержание, улучшение условий движения.

При оценке затрат полного жизненного цикла, учитывающих суммы затрат дорожных организаций на строительство и эксплуатацию автомобильной дороги и затрат пользователей, все более очевидным становится тот факт, что автомобильные дороги с цементобетонными покрытиями имеют существенное преимущество.

Опыт применения таких покрытий в России имеет многолетнюю историю. Так, еще до Великой отечественной войны были построены опытные участки цементобетонных покрытий, прослужившие 38 лет. В послевоенные годы ряд дорог государственного значения был также построен с цементобетонными покрытиями. Более 20 лет отслужил ряд участков МКАД до ее реконструкции. В 80-е годы было построено около 1 тыс. км дорог с цементобетонным покрытием толщиной 10–15 см на дорогах сельскохозяйственного назначения, длительное время служивших практически без ремонтных мероприятий.

Однако следует иметь в виду, что продолжительность безотказной работы цементобетонных покрытий в значительной мере зависит от тщательности выполнения всех технологических операций при их строительстве. При этом в равной мере имеют значения подбор и качество применяемых материалов, технология перемешивания и условия доставки смеси, особое место занимают работы по укладке, уплотнению и уходу за свежееуложенным бетоном, точность установки штыревых соединений и правильность нарезки швов, контроль количества и равномерность распределения воздухововлекающих добавок.

Пренебрежение и неаккуратность исполнения даже одной из указанных технологических операций, представляющих далеко не полный их перечень, может приводить к существенному ускорению развития повреждений.

Активная дискуссия научной общественности и представителей проектных и строительных организаций, имевшая место в последние годы, относительно целесообразности применения цементобетонных покрытий приводит к все большему пониманию преимуществ цементобетонных покрытий. Сделаны выводы о необходимости расширения объемов строительства и проведения

научно-исследовательских работ в области расчета и конструирования цементобетонных покрытий на автомобильных дорогах.

Важнейшей задачей научной общественности является формирование общественного мнения об эффективности инновационных проектов в дорожном строительстве, основанных на широком применении цементобетона.

К сожалению, следует отметить, что в России наряду с положительным опытом строительства цементобетонных покрытий имели место достаточно масштабные неудачи, когда десятки километров дорог были построены без необходимого контроля качества материалов и с нарушениями технологии строительства. Эти обстоятельства способствовали распространению в административных кругах и, к сожалению, в инженерно-технических, ошибочного мнения о том, что в России строительные организации не в состоянии строить цементобетонные покрытия необходимого качества. Иногда при этом упоминают и неблагоприятные для цементобетона особенности российских природно-климатических условий.

Абсурдность этих соображений может быть доказана положительными примерами отечественной практики, показывающими, что на ряде объектов эксплуатируются цементобетонные покрытия, построенные более 50 лет назад.

Опыт показывает, что в каждом конкретном случае досрочного разрушения построенных ранее цементобетонных покрытий следует объективно устанавливать причины и выработать мероприятия по их предупреждению. В качестве примера можно сослаться на следующую программу, выполненную в США «Повышение долговечности дорожных покрытий» (LONG TERM PAVEMENT PERFORMANCE, LTPP) В составе данной программы несколько сотен специально выбранных участков по всей территории страны с различными конструкциями дорожных одежд в течение нескольких лет находились под наблюдением с целью установления влияния параметров конструкции и свойств материалов на интенсивность развития повреждений. Это позволило создать уникальную базу данных по фактической работоспособности конструкций дорожных одежд, эксплуатируемых в различных климатических условиях.

Как часть этой программы, исследовали влияние неоднородности важнейших свойств цементобетона на долговечность конструкции дорожной одежды. Были рассмотрены такие параметры цементобетона как: предел прочности при сжатии и на растяжение при изгибе, предел прочности на раскалывание и модуль упругости. Было установлено, что большая часть этих параметров имеет коэффициент вариации не выше 0,15.

Фактическое свертывание строительства цементобетонных покрытий на дорогах России, наблюдаемое в последние двадцать лет, привело к утрате интереса к научным исследованиям в этом направлении со стороны научных организаций, а также к технологическому отставанию от развитых стран.

Усугубляет ситуацию применение шипованных шин, провоцирующих образование колеи на левых полосах цементобетонных покрытий многополосных автомагистралей, наблюдаемое в последние годы.

Оценивая перспективы применения цементобетонных покрытий в России, следует акцентировать внимание на следующие обстоятельства.

В условиях чрезмерной перегрузки большинства автомагистралей, даже в результате мелких дорожно-транспортных происшествий, возникают многокилометровые заторы, приводящие к значительному увеличению себестоимости перевозок пассажиров и грузов. Ограничения движения на период выполнения ремонтных работ дорожных покрытий приводит к многомиллионным потерям.

В связи с этими обстоятельствами важнейшей задачей дорожной отрасли становится повышение долговечности конструкций дорожных одежд и основным направлением ее решения – расширение сферы применения дорожных одежд с цементобетонными покрытиями.

Благодаря фундаментальным исследованиям, углубившим знания о бетоне, установлено, что слабым звеном в традиционном бетоне является межфазная переходная зона на границе раздела цементного камня и заполнителя. Как подчеркивает ряд специалистов, в этой зоне пористость цементного теста больше, чем вдали от нее, что объясняется влиянием так называемого пристоического эффекта.

Установлено, что в этой зоне пористость может достигать 28–30% при средней пористости теста 18%. Поры заполнены водой, а это означает, что в этой зоне водоцементное отношение гораздо выше его среднего значения. Это существенно ослабляет бетон. Введение в смесь микрокремнезема и нанокремнезема повышает прочность бетона, его сопротивление сульфатной агрессии и коррозии арматуры.

Важно различать особенности поведения конструкции в различные периоды жизненного цикла и в первую очередь иметь полное представление о том, то происходит с цементобетоном в раннем возрасте. Понятие ранний возраст для обычных неармированных цементобетонных покрытий с поперечными швами сжатия относится к периоду ориентировочно продолжительностью 72 ч после завершения укладки и отделки поверхности покрытия. Это вызвано тем, что именно в это время изменения температуры и влажности окружающей среды могут вызывать значительные напряжения, способные приводить к образованию трещин. Часто недооценивают тот факт, что появление трещин в раннем возрасте оказывают влияние следующие факторы:

- теплота, выделяемая в результате гидратации цемента;
- метеорологические условия;
- температура покрытия и основания в период укладки бетонной смеси;
- коэффициент линейного расширения бетона;
- коэффициент трения между уложенным покрытием и основанием;
- усадка бетона в процессе высыхания;
- коробление в результате температурного и влажностного градиентов.

Изменение температуры и влажности бетона, уложенного в покрытие, в процессе его твердения приводят к появлению напряжений, которые могут приводить к образованию трещин. Причина этого состоит в том, что увеличение прочности при твердении происходит медленнее, чем процесс увеличения напряжений. В этом случае возникает необходимость очень внимательно следить за изменениями температуры и влажности бетона и, регулируя этот процесс, сдерживать рост напряжений с одной стороны и способствовать увеличению прочности.

Важно также иметь в виду технический прогресс и возможность производства безусадочных цементов на отечественных цементных заводах. Это позволяет реально рассчитывать на дополнительное повышение устойчивости поверхности цементобетонных покрытий к шелушению и образованию усадочных и температурных трещин.

В последние годы особого внимания заслуживает вопрос об ответственности подрядных строительных организаций за качество выполненных работ. Положение усугубляется отсутствием квалифицированного отбора претендентов при проведении конкурсов подрядных организаций на выполнение работ по строительству цементобетонных покрытий. Это приводит к тому, что есть примеры, когда организации-победители не могут обеспечить необходимого качества. Этот недостаток качества сказывается через несколько лет.

На основе изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Отечественные и зарубежные достижения в области применения цементобетона в транспортном строительстве указывают на его высокую экономическую эффективность.
2. Увеличение объемов строительства дорог с цементобетонными покрытиями и основаниями по мере роста доли дорог с такими покрытиями позволит сократить расходы на ремонт и капитальный ремонт конструкций дорожных одежд.

3. К настоящему времени существуют все предпосылки для строительства цементобетонных покрытий высокого качества (техническая оснащенность дорожно-строительных организаций, кадровый потенциал, качество поставляемых материалов, возможности оперативного контроля качества на всех стадиях технологического процесса и др.).

4. В процессе эксплуатации необходимо на регулярной основе проведение ежегодного мониторинга построенных ранее автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями для получения объективной информации об интенсивности образования трещин, уступов в поперечных швах, колеи и ухудшения продольной ровности. Сопоставление этой информации с особенностями параметров потока автомобилей и метеорологических условий позволит количественно оценивать причины локальных повреждений дорожных покрытий.

5. С целью объективной оценки преимуществ и недостатков цементобетонных покрытий следует организовать строительство бетонных, армобетонных и непрерывно армированных цементобетонных покрытий в различных дорожно-климатических зонах России.

6. Сопоставление дисконтированных затрат при сравнении конструкций с цементобетонными и асфальтобетонными покрытиями за проектный срок службы указывают на бесспорное преимущество цементобетонных покрытий.

7. Необходима специальная программа научных исследований по повышению качества строительства и долговечности цементобетонных покрытий.