

ОТ ЛАБОРАТОРИИ ДО ДОРОГИ: КАЧЕСТВО И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В КАЗАХСТАНЕ

За последние десять лет в Республике Казахстан построено около 1600 км автомобильных дорог с цементобетонным покрытием, преимущественно на грузонапряжённых направлениях. При строгом соблюдении технологии и требований действующих стандартов такие покрытия должны обеспечивать срок службы не менее 25-30 лет до первого капитального ремонта.

В то же время текущее состояние цементобетонных покрытий на большинстве направлений вызывает серьёзные опасения. В процессе эксплуатации фиксируются дефекты, препятствующие безопасному движению, включая глубокое шелушение с выкрашиванием крупного заполнителя, морозную деструкцию бетона, температурное коробление плит, силовое растрескивание и локальные разрушения в зоне деформационных швов.



Рисунок 1 – Примеры дефектов на цементобетонных покрытиях

Распространено мнение, что климатические условия Казахстана не позволяют эффективно строить и эксплуатировать цементобетонные покрытия. Однако опыт устройства и эксплуатации таких дорог в США, где ежегодно вводится в эксплуатацию около 6000 км цементобетонных дорог, показывает, что климат сам по себе не является определяющим фактором.

Причины возникновения дефектов носят комплексный характер и формируются на различных стадиях жизненного цикла автомобильной дороги. На этапе проектирования наиболее распространены ошибки, связанные с недостаточными предпроектными изысканиями и применением проектных решений без адаптации к климатическим условиям региона строительства. В частности, некорректное назначение шага деформационных швов создаёт предпосылки для коробления плит.

Существенное влияние оказывает практика скоростного строительства, при которой не обеспечивается необходимая консолидация грунтов земляного полотна. В таких условиях возрастает значение мероприятий по укреплению и стабилизации грунтов, а также устройства слоёв оснований из связных материалов, обеспечивающих равномерную передачу нагрузок от покрытия к земляному полотну. Важным элементом становится контроль степени уплотнения, включая переход от точечного контроля к сплошному с использованием современных систем мониторинга.

Отдельного внимания требует выбор и контроль качества материалов. Несмотря на наличие сертификатов соответствия, лабораторные испытания нередко выявляют несоответствие заявленным характеристикам. На практике фиксируются отклонения по активности вяжущего, признакам ложного схватывания и срокам начала схватывания, а также нарушения гранулометрического состава инертных материалов и превышение содержания пылевидных и глинистых частиц. При этом зачастую не проводится оценка реакционной способности заполнителя к щелочам цемента, что создаёт риск развития щелочно-силикатной коррозии бетона.

Ключевым компонентом бетонной смеси являются химические добавки, влияющие на удобообрабатываемость, сохраняемость смеси и основные физико-механические характеристики бетона. Опыт работы на объектах Республики Беларусь, Молдовы и Узбекистана показал, что один и тот же продукт не обеспечивает одинаковую эффективность в различных условиях. В 2023-2025 годах была проведена комплексная оценка эффективности комплексов химических добавок для дорожного бетона. Оценка выполнялась по балльной системе с итоговым суммарным значением до 80 баллов, при этом каждый показатель оценивался по шкале от 0 до 10 баллов. В рамках оценки анализировались сохраняемость удобоукладываемости бетонной смеси до 120 минут, оптимальное водоцементное отношение в диапазоне 0,38-0,42, воздухоудерживающая способность при транспортировании с допустимой потерей пористости не более 2,5 %, а также уплотняемость смеси при вибрационном воздействии с частотой 7000 колебаний в минуту. Дополнительно учитывались устойчивость смеси к сегрегации, водо- и раствороотделению, скорость набора прочности бетона в раннем возрасте в диапазоне 10-25 МПа и объём условно закрытых капиллярных пор в пределах 3-5 %.

Результаты показали, что 29 % оценённых комплексов не могут быть отнесены к подходящим для дорожного строительства, а применяемые в Казахстане решения в основном относятся к категории среднеэффективных.

Важную роль в обеспечении качества играет лабораторное сопровождение строительства. Лаборатории осуществляют входной контроль материалов и контроль показателей бетонной смеси и бетона, а также применяют дополнительные методики оценки удобообрабатываемости и устойчивости смеси, имеющие практическое значение при устройстве покрытия.

На стадии устройства цементобетонного покрытия особое внимание должно уделяться соблюдению технологических параметров, включая контроль положения арматурных стержней в деформационных швах, отсутствие воздушных полостей при их погружении и предотвращение расслоения бетонной смеси после вибрационного уплотнения.

Наконец, предпосылки к возникновению дефектов могут формироваться и на стадии планирования бюджета строительства. Использование материалов с ограниченным сроком службы, в частности для герметизации деформационных швов, приводит к ускоренному нарушению их работоспособности, заклиниванию швов и развитию коробления плит в процессе эксплуатации.

Комплексное соблюдение требований стандартов и технологической дисциплины на всех этапах – от проектирования и лабораторного контроля до строительства и эксплуатации – является необходимым условием обеспечения долговечности цементобетонных покрытий в условиях Республики Казахстан.

*Автор: Осадовский Алексей Леонидович
Технический директор «ММ Consulting&Engineering»
Технический консультант «СКТ-Стандарт»*

