

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Лобан Сергей Викторович, магистрант

кафедры «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

«Научный руководитель – Бабаскин Ю.Г., канд. тех. наук, доцент, профессор»

Определение причин возникновения дефектов является важным и обязательным условием решения проблемы качественного ремонта цементобетонных покрытий. Разрушение цементобетонного камня может происходить как в результате химических процессов, так и физического воздействия нагрузки, климатических факторов. Для полного обоснования причин разрушения необходимо собрать данные, свидетельствующие о процессах происходящих, как внутри неоднородного материала - цементобетона, так и в окружающем пространстве дорожной конструкции. В связи с этим, проводят комплекс полевых и лабораторных исследований, которые включают: визуальные, инструментальные и лабораторные наблюдения и испытания.

На основании визуальных наблюдений собирают материал, характеризующий количественный и качественный состав дефектов;

- трещины (отдельные расстояние друг от друга 10...20 м, редкие (10...20 м), частые (1...4 м), сетка трещин (менее 1 м));
- вертикальное смещение плит (менее и более 10 мм);
- выбоины с площадью более 0,09 м² и глубиной более 0,05 м;
- сколы (учитываются на расстоянии до 10 см от швов), измеряются м²;
- разрушение кромки (при расстоянии до 15 см от сопряжения с обочинами), измеряются м²;
- шелушение, выкрашивание, отставание поверхностной обработки характеризуемые площадью разрушения, м²;
- ровность покрытия, наличие и состояние поверхностной обработки, м².

С целью уточнения данных, собранных при визуальной оценке, проводят инструментальные измерения выявленных дефектов, на основании которых составляется дефектная ведомость, включающая:

- длину и ширину раскрытия трещин;
- ровность покрытия;
- уровень залегания грунтовых вод (бурение скважин, шурфование);

- отбор проб грунтов в основании, в местах просадки или вспучивания;
- отбор проб бетона в местах возникновения дефектов;

Для получения достоверных результатов проводят лабораторные исследования по определению физико-механических и химических свойств компонентов бетона (щебня, песка, цемента), грунтов, цементобетона и воды. Методы определения свойств дорожного цементобетона включают определение макро- и микро-строение структуры, определение химического состава водных вытяжек, термический и рентгенофазовый анализы.

Щебень, как крупный заполнитель цементобетона, образует прочный каркас цементобетонной смеси и представляет собой каменный материал различной фракции (5...40 мм). Щебень представляет собой продукт дробления горных пород. Прочности щебня характеризуется маркой по дробимости, для магматических пород она составляет от 600 до 1400.

Песок выполняет функцию заполнителя и применяется в бетоне как природный, так и из отсевов дробления. Одним из показателей, принятым для оценки качества песка является модуль крупности ($M_k=1,5 \dots 3,5$). Для покрытий и оснований дорог I...III категорий применяют пески с модулем крупности не менее 2,25. Грунты, и в частности пески, оцениваются по прочности удельным сопротивлением грунта под конусом зонда (для песков изменяется от $q_c < 1,2$ до $q_c > 15,0$) и условным динамическим сопротивлением грунта (от $p_d < 1,5$ до $p_d > 14,0$).

Цемент (портландцемент) является гидравлическим вяжущим и предназначен для соединения всех компонентом в прочный бетон. Для дорожного бетона наилучшие качества проявляет портландцемент типа ПЦ-Д0-Н /1/. Содержание в цементе добавки гранулированного шлака допускается не более 15 %. Марка по прочности на сжатие не менее 400. Начало схватывания не ранее чем через 2 ч. Тонкость помола цемент, при просеивании через сито № 008, не менее 85 %.

Для улучшения физико-механических свойств бетонных смесей применяют добавки, которые играют роль: пластифицирующих, воздухововлекающих, водоудерживающих, ускоряющих твердение, противоморозных.

Дорожный цементобетон характеризуются такими показателями как:

- предел прочности при сжатии (для тяжелого и мелкозернистого бетона от $B_{3,5}=R_{сж}=2,1$ МПа до B_{105} . При $B_{60}=R_{сж}=33$ МПа);
- предел прочности на осевое растяжение ($B_r=0,4 \dots 4,0$);
- предел прочности на растяжение при изгибе ($B_{tb}=0,4 \dots 8,0$).

В дорожном строительстве в зависимости от назначения применяют бетоны следующих классов: по прочности на сжатие:

- для покрытий – не ниже В30 ($R_{сж}=17$ МПа) ;
- для оснований – не ниже В5 ($R_{сж}=2,8$ МПа).

по прочности на растяжение при изгибе:

- для покрытий: от B_{tb} 4,0 до B_{tb} 6,0;
- для оснований: от B_{tb} 1,2 до B_{tb} 2,8;

Таким образом, проведенный анализ характеризует реальные условия формирования цементобетонных смесей, а после затвердевания и образования цементного камня состав цементобетона.

В результате проведенных исследований определяются причины разрушения дорожного цементобетона. Устанавливаются тип коррозии, возникновение температурных напряжений, деформация основания конструкции за счет просадки или вспучивания, местные разрушения покрытия за счет воздействия динамических нагрузок.

Согласно ДМД 02191.5.001-2006 /2/ причинами возникновения дефектов могут быть:

- ненадлежащий контроль или ошибки, допущенные при строительстве или ремонте дорожных покрытий;
- влияние климатических факторов;
- воздействие нагрузок, превышающие нормативные значения, а также накопление деформации при многократном приложении нагрузки и время её приложения;
- прогрессирование дефектов при несоблюдении сроков содержания и ремонта покрытия.

Согласно Методическим рекомендациям по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог/3/, дефекты на цементобетонных покрытиях подразделяются на три типа.

Первый тип характеризует покрытие как достаточно прочное, но имеющее различные трещины, разрушение кромок покрытия, нарушение ровности между плитами, в сечении поперечных швов, не более 10 мм.

Второй тип характеризует бóльшие разрушения, по сравнению с первым типом, которые включают: шелушение, выбоины, коробление плит и нарушение ровности между плитами.

Третий тип характеризует значительные разрушения в виде проломов, просадки, вспучивания, колебание плит, шелушение, выкрашивание и разрушение на глубину 5...10 см, сетка трещин.

Виды повреждений цементобетонных покрытий характеризуются коэффициентом разрушения, который определяется отдельно для трещин, отдельно для выбоин и отдельно для шелушения и выкрашивания. Коэффициент разрушения для трещин определяется как отношение удельной длины всех

трещин ($\text{м}/\text{м}^2$) к стандартному отклонению удельной длины, равной $0,05 \text{ м}/\text{м}^2$. Коэффициент разрушения по наличию сколов и выбоин и коэффициент разрушения по шелушению и выкрашиванию определяются как отношение фактической площади дефекта (м^2) к площади рассматриваемого участка (м^2). Из полученных трех значений коэффициента разрушения, для дальнейших расчетов, принимают тот, который имеет наибольшее значение. С учетом значения этого показателя, а также с учетом толщины покрытия, модулей упругости асфальто- и цементобетона рассчитывают толщину защитного слоя.

Для устранения дефектов третьего типа определяют толщину слоя усиления, который включает трещинопрерывающий слой из черного щебня и слой асфальтобетона. В результате вычисляют остаточную толщину цементобетонного покрытия, принимают значение коэффициента, учитывающего его остаточный ресурс и рассчитывают толщину слоя усиления.

Чтобы получить исходные данные для расчетов, необходимо провести обследование участков дорог, на которых образовались дефекты. В качестве исходных данных принимают:

- суммарное значение длины всех трещин, имеющихся на обследуемом участке, измеряемого в метрах;
- протяженность обследуемого участка, м;
- суммарное значение площадей всех выбоин и сколов, м^2 ;
- суммарное значение площадей покрытия, на которых обнаружены шелушение и выкрашивание составляющих компонентов цементобетона (щебня, цементного камня, песка), м^2 ;
- глубина разрушения при шелушении и выкрашивании, м;
- расчетное значение площади обследуемых участков дороги, в зависимости от категории дороги, м^2 ;
- расчетные значения или значения, принятые по таблицам, модулей упругости асфальтобетона и цементобетона

Для оценки показателей технико-эксплуатационного состояния дороги приняты коэффициенты соответствия: геометрических параметров элементов плана и профиля дороги; прочности дорожной одежды; ровности и скользкости покрытия; удобства движения по дороге и безопасности движения.

Причинами возникновения дефектов на стадии строительства могут быть:

- деформация основания земляного полотна из-за наличия слоев переувлажненных грунтов, недостаточное уплотнение грунта основания;
- нарушение регламента при приготовлении бетонной смеси, использование некачественных материалов, нарушение технологии укладки и обеспечения режима твердения;

- нарушение транспортировки смеси на объект, стихийный выход подвижного транспорта на бетон с неокрепшей структурой;

- влияние погодных-климатических и эксплуатационных условий, которые связаны: с характером местности; наличием поверхностных и грунтовых вод; интенсивностью движения; превышением допустимой нагрузки на колесо; применение противогололедных химических реагентов; несвоевременность выполнения ремонтных работ.

Помимо вышеперечисленных факторов, в цементобетоне возникает коррозия, которые могут быть представлены трех видов.

Коррозия 1-го вида связана с растворимостью продуктов гидратации цемента, его выщелачиваемостью, о чем судят по наличию наиболее растворимого компонента - портландита (гидроксида кальция).

Коррозия 2-го вида вызвана обменными реакциями между кислотами, солями и составными частями цементного камня. О наличии углекислой коррозии судят по присутствию ваттерита, что свидетельствует о перекристаллизации структуры.

Коррозия третьего типа вызвана накоплением солей в порах бетона, их кристаллизации и увеличения объема твердой фазы, в результате чего возникают растягивающие напряжения, ведущие к разрушению структурных элементов. Сульфатная коррозия связана с образованием этtringита (соль), ведущая к образованию трещин

На основании представленного анализа полевых и лабораторных исследований, анализа коррозионных факторов, видов дефектов и методов их оценки можно заключить, что в бетоне при эксплуатации дорожных покрытий, возникают различные дефекты, которые должны быть ликвидированы во время ремонтных работ или при реконструкции. С целью разработки системы достоверной оценки причин разрушения дорожного цементобетона, необходимо руководствоваться не только статистическими данными по количественному составу собранных дефектов, но и учитывать результаты петрографического, химического, термогравиметрического рентгенофазового анализов образцов цементобетона.

Литература:

1. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. ГОСТ 10178-85. Государственный строительный комитет СССР. М., 1985. С. 5.
2. Дорожный методический документ. ДМД 02191.5.001-2006 «Классификатор дефектов при оценке эксплуатационного состояния и качества содержания автомобильных дорог общего пользования». «Белавтодор». Минск. 2006. С. 83.

3. Дорожный методический документ. ДМД 02191.2.005-2006. Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог. «Белавтодор». Минск. 2007. С. 55.