

3. Предложенный метод спутниковых измерений при паспортизации автомобильных дорог позволит существенно сократить время полевых работ и повысить качество измерений.

Новые принципы установления и дальнейшего развития системы топоцентрических прямоугольных координат при паспортизации автомобильных дорог на основе современных спутниковых технологий обуславливают необходимость изменения структуры геодезического обеспечения.

Результаты экспериментальных производственных работ, подтверждают высокую эффективность применения GPS-методов при паспортизации автомобильных дорог.

Литература

ДМД 02191.2.021-2008 «Рекомендации по применению GPS-оборудования для координатной привязки объектов автомобильных дорог». – Минск, 2008.

УДК 625.75:536.2

ОБОСНОВАНИЕ ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ ДОРОЖНОГО ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

Бабаскин Ю.Г., канд. техн. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение

Эксплуатационное состояние цементобетонных покрытий характеризуется количеством и качеством дефектов, возникших в дорожном покрытии в результате воздействия климатических и эксплуатационных факторов. Учитывая, что цементобетон – это материал с кристаллизационными связями, которые при разрушении не восстанавливаются, то любой вид дефекта ведет к разрыву этих связей, а ремонт может быть обеспечен только путем герметизации трещин и разработкой композиционных материалов, способствующих адгезионному сцеплению старого бетона и нового ремонтного материала.

Для отражения качества выполненных ремонтных работ по устранению дефектов на цементобетонных покрытиях с помощью новых материалов и прогрессивных технологий, необходимо устранить причину вызывающую возникновение дефекта. Но чтобы ее устранить необходимо с достоверной точностью ее определить.

Следовательно, необходимо разработать концепцию, выполнение которой позволит получить необходимые сведения для анализа существующей ситуации. Такая концепция включает в себя три вида основных работ: визуальные, инструментальные наблюдения и лабораторные испытания (рис. 1).

Характеристика визуальных и лабораторных исследований.

Визуальные наблюдения включают в себя работы по обследованию участка дороги, подверженного разрушению. Необходимо оценить ситуацию участка, характер и качество покрытия, собрать статистический материал по количественному составу дефектов. Данные визуальных наблюдений служат определяющим фактором для выполнения второй стадии, включающей в себя инструментальные наблюдения, проводимые на участках, подверженных разрушению, и лабораторные испытания, проводимые в камеральной обстановке на отобранных образцах.

С отобранными пробами в лабораторных условиях проводятся испытания по определению физико-механических показателей грунта и бетона и физико-химических показателей бетона. Дальнейший цикл исследований включает изучение макро- и микроструктуры, определение химического состава и выполнение термического и рентгенофазового анализов.



Рис. 1. Схема выполнения работ по определению причины разрушения дорожной конструкции

При химическом анализе определялось содержание восьми групп-ионов, свидетельствующих о процессах происходящих в цементобетоне. Сравнению подвергались образцы, выпиленные из покрытия одной и той же автомобильной дороги, но разных участков. Один с участка с хорошим, качественным покрытием, второй с участка подверженного разрушению. Содержание ионов кальция свидетельствует о полноте протекающей кристаллизации в цементобетоне. Содержание ионов Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- связано с наличием солей, например в противогололедных смесях, и их возрастающее содержание, ведущее к повышенной концентрации хлора, что со временем может привести к разрушению бетона. Содержание ионов SO_4^{2-} указывают на протекающую сульфатную агрессию, сопровождающуюся выщелачиванием бетона.

В результате обработки данных полученных методами титрования, аргентометрическим, весовым, а также с использованием пламенного фотометра ФПМ-1 было установлено процентное содержание каждой группы ионов, которые при сравнении эталонного и разрушенного бетонов позволяют установить пониженное или повышенное содержание компонента.

Проведенные исследования позволили установить, что содержание ионов Ca^{+2} составляет 0,13 %, а содержание ионов SO_4^{2-} составляет 0,23 %, что указывает на сильную сульфатную агрессию. Это объясняется выщелачиванием бетона под действием сульфатов. Действие растворимых сульфатов на портландцемент выражается в образовании сульфатоалюмината кальция и гипса с заметным расширением бетона за счет рекристаллизации сульфатоалюмината.

Водные вытяжки образцов, взятых с покрытия имеющего шелушение, имеет некоторое увеличение в водной вытяжке ионов Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , что может быть связано с накоплением в самом бетоне хлора из солей, используемых в качестве противогололедных материалов.

Определение гидратных новообразований в бетоне, их превращений и изменений во времени под действием эксплуатационных и климатических факторов производились на дериватографе термогравиметрическим методом. При этом изучались физические и химические процессы, происходящие при нагревании до 1000 °С порошковой пробы бетона и сопровождающиеся изменением энтальпии системы (эндотермические и экзотермические эффекты).

Дериватограммы включали в себя данные по четырем кривым: TG – потери массы при термическом процессе; DTG – скорость потери массы; TA – изменение энтальпии и T – изменение температуры.

Результаты термогравиметрического анализа, записанного на фотобумаге в виде кривых DTG и DTA, указывают на эндотермические эффекты, протекающие при определенных температурах.

На кривой DTG кроме характерной для цементного камня первой серии эндотермических эффектов в интервале от 100 до 300 °С, связанных обычно с удалением межслоевой и капиллярной влаги из геля (эндоэффект при 140 °С) и обезвоживанием гидросульфоалюминатов кальция (эндоэффект при 220 °С), а также эндотермического эффекта декарбонизации кальцита при 870 °С появилась небольшая эндотермическая остановка в интервале температур от 700 до 800 °С, связанная с разложением ватерита. Кроме того, на интегральной кривой изменения скорости потерь массы отмечается эффект при 790 °С, свидетельствующий о наличии новой фазы в цементном камне. Не типичным для обычных бетонов на портландцементе является также отсутствие эндотермического эффекта дегидратации портландита при температуре 500 – 520 °С.

Определение качественного фазового состава производилось рентгенофазовым анализом, основанном на том, что порошковая рентгенограмма полиминерального образца представляет собой сумму рентгенограмм отдельных фаз. По рентгенограммам определяли интенсивность дифракционных максимумов и значение угла дифракции, по которым с помощью таблиц находили межплоскостное расстояние для соответствующего антикатада. По отношению межплоскостного расстояния к порядку отражения определяли фазовый состав исследуемого вещества.

Цементный камень состоял из кварца ($d/n = 4,24; 3,34; 1,81 \text{ \AA}$), кальцита ($d/n = 3,86; 3,03; 2,49 \text{ \AA}$), этtringита ($d/n = 9,8; 5,6 \text{ \AA}$) и ватерита ($d/n = 3,53; 3,03; 2,73 \text{ \AA}$). Результаты рентгенофазового анализа подтвердили данные термического анализа.

Петрографические исследования макроструктуры свежих сколов бетонных образцов, макропористость, визуальные характеристики заполнителей и цементного вяжущего, а также микроструктуры образцов в проходящем свете на прозрачных шлифах проводилось с помощью микроскопа МБС-1.

При макроскопических исследованиях установлено, что крупный заполнитель представлен остроугольными обломками гранита, иногда базальта, а мелкий заполнитель окатанными зернами песка, в основном кварца, реже гранита и полевого шпата. Вяжущее имеет серый цвет с плотной структурой. Макропоры распределены равномерно и имеют основные размеры в интервале от 0,1 до 1,25 мм. Контакт заполнителя с вяжущим веществом плотный, контактных изменений нет. Однако, в единичных случаях зерна кварца размером около 0,55 мм имеют размытые контуры, что свидетельствует о хорошем сцеплении мелкого заполнителя с вяжущим.

Электронно-микроскопические исследования производились на просвечивающем микроскопе ЭМВ–10БР с растровой приставкой с увеличением 10000^x. Для исследований в электронном микроскопе бетонов применялся косвенный метод угольных реплик.

Участки игольчатых гидросиликатов по площади небольшие и располагаются по границам порового пространства. Чешуйки гидросиликатов, сросшиеся между собой, свидетельствуют о процессе собирательной рекристаллизации. В образце еще сохраняются незначительные по площади участки исходных клинкерных минералов.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать следующее заключение.

Результаты химического анализа водных вытяжек бетонов показали, что водная вытяжка из бетона является раствором с повышенным в четыре раза содержанием сульфат-ионов и с пониженным в 3,8 раза содержанием ионов кальция и в 3,2 раза содержанием ионов калия. Значение $pH = 10,65$ свидетельствует об изменении структуры, поскольку гидросиликаты цементного камня устойчивы при $pH \geq 11,7$, а любая перекристаллизация фаз бетона приводит к снижению прочности. Низкое содержание ионов кальция и то, что не обнаружено содержание гидроксил-иона, свидетельствует об очень низком содержании портландита $Ca(OH)_2$. Повышенное содержание сульфат-ионов позволяет предположить сульфатную коррозию.

На дериватограмме обнаружен эндотермический эффект, связанный с разложением ватерита $\mu CaCO_3$. Отсутствие в цементном

камне портландита свидетельствует о полном выщелачивании и о наличии глубокой коррозии первого вида.

Таким образом, для установления причины возникновения дефектов на дорожном цементобетонном покрытии необходимо проделать комплекс исследований, включающие визуальные и лабораторные. Основным разделом лабораторных испытаний является определение физико-химических показателей бетона. На основании химического, термогравиметрического, рентгенофазового, петрографического, электронно-микроскопического анализов можно сделать вывод о процессах протекающих в бетоне и ведущие к различным видам коррозии. Если результаты вышеперечисленных анализов свидетельствуют о том, что коррозия в бетоне отсутствует и бетон находится в нормальном эксплуатационном состоянии, то причину возникновения дефекта необходимо искать в температурных напряжениях, состоянии основания цементобетонного покрытия или в нагрузках, действующих со стороны колеса автомобиля, т.е. механических разрушениях.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРУПНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОВЫХ СМЕСЕЙ В ЛИТВЕ

**Булявичюс М.¹,
Петкявичюс К.², д-р техн. наук, профессор,
Жиленене Д.³, канд. техн. наук, доцент**

¹ПУ «*Problematika*»,

^{2,3}*Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса
(г. Вильнюс, Литва)*

Введение

Ученые Литвы и других стран, исследуя конструктивные слои дорожных одежд, с целью улучшения свойств покрытий и условий движения, анализируют влияние свойств этих слоев на эксплуатационные показатели дорожных покрытий, и физико-механические свойства асфальтовых смесей, применяемых для слоев дорожных