

УДК 625.7

Пермяков В.Б. – доктор технических наук, профессор
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

Швецов В.А. – доктор экономических наук, профессор
ФГУ ДСД «Дальний Восток»

Захаренко А.В. – доктор технических наук, профессор
Иркутский государственный технический университет

Семёнов А.С. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: semenov@dalvostok.su

Тихоокеанский государственный университет

Захаренко А.А. – инженер

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

Дегтярёв А.С. – инженер

ОАО «ХантымансийскДорСтрой»

АНАЛИЗ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ И НАКОПЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЯХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

АННОЦИЯ

Асфальтобетон как основной материал для устройства покрытий автомобильных дорог наиболее всего подвержен различным эксплуатационным воздействиям. При этом асфальтобетонное покрытие вступает в эксплуатацию уже с набором дефектов, приобретенных на предыдущих этапах жизненного цикла. Накапливающиеся внутренние напряжения и необратимые деформации, связанные в значительной мере с изменением структуры материала покрытия, способствуют появлению различных дефектов и повреждений. Проведение многофакторного анализа и построение компьютерной модели, которая учитывает дефекты, возникающие на различных этапах жизненного цикла асфальтобетона, позволят решить задачу качественного устройства асфальтобетонных покрытий с улучшенными показателями физико-механических свойств и увеличенными межремонтными сроками службы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: асфальтобетонное покрытие, жизненный цикл асфальтобетона, эксплуатационные воздействия, дефекты асфальтобетона.

Permykov V.B. – doctor of technical sciences, professor

Siberian State Automobile and Highway Academy

Shvetzov V.A. – doctor of the economical sciences, professor

FSG DBR «Dalniy Vostok»

Zakharenko A.V. – doctor of the technical sciences, professor,

Irkutsk State Technical University

Semenov A.S. – candidate of technical sciences, associate professor

Pacific National University

Zakharenko A.A. – engineer

Siberian State Automobile and Highway Academy

Degtyarev A.S. – engineer

JSC «KhantimansiyskDorStroy»

THE ANALYSIS OF NEGATIVE FACTORS AND ACCUMULATION OF DEFECTS IN ASFALTCONCRETE LAYERS OF ROAD CLOTHES DURING LIFE CYCLE

ABSTRACT

Asphaltconcrete as the basic material for the device of coverings of highways most all is subject to various operational influences. Thus asphaltconcrete covering comes into service already with a set of the defects got at the previous stages of life cycle. Collecting internal pressure and the irreversible deformations connected appreciably with change of structure of a material of a covering, promote occurrence of various

defects and damages. Carrying out of the multifactorial analysis and construction of computer model which considers the defects arising at various stages of life cycle asphaltconcrete, will allow to solve a problem of the qualitative device asphaltconcretes coverings with the improved indicators of physicomechanical properties and the increased reserve maintenance periods of service.

KEYWORDS: asphaltconcrete pavement, asphalt concrete life cycle, operational influences, defects of an asphalt concrete.

Введение

Основным финансовым инструментом развития транспортной инфраструктуры страны является завершение программы «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)», мероприятия которой предусматривают более эффективное использование транзитного потенциала страны. Необходимость перехода от модернизации к устойчивому развитию транспортной отрасли предопределила разработку новой редакции этой программы – «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы)» [1]. В основу программы легли основные положения Посланий Президента Федеральному Собранию Российской Федерации, решения Государственного Совета, включая решения его Президиума от 13 ноября 2007 года, проект Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, а также Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением правительства РФ от 22.11.2008 г. №1734-р [2].

Эффективность использования бюджетных средств, выделяемых на развитие транспортной инфраструктуры, в значительной степени определяется качеством выполнения дорожных работ, что подчеркивается программным документом Федерального дорожного агентства – «Концепцией обеспечения качества в дорожном хозяйстве», ориентированным на развитие управления в дорожном хозяйстве на основе качества. В решении этой задачи исключительно важное значение имеет комплексный подход к улучшению состояния существующих автомобильных дорог и строительству новых, включающий: применение эффективных инновационных технологий и материалов, анализ дефектов асфальтобетонов, возникающих в течение жизненного цикла, теоретические и экспериментальные исследования свойств материалов, разработку рекомендаций по этапам жизненного цикла.

Основная часть

Асфальтобетон как основной материал для устройства покрытий автомобильных дорог наиболее всего подвержен различным эксплуатационным воздействиям (применяемые исходные материалы, условия производства асфальтобетонных смесей на АБЗ, нагрузки автотранспортных средств, интенсивность движения, природно-климатические условия эксплуатации, истирающее действие колес, гидрологические условия). При этом накапливающиеся внутренние напряжения и необратимые деформации, связанные в значительной мере с изменением структуры материала покрытия, способствуют появлению различных дефектов и повреждений (сдвиговые деформации, трещинообразование, выкрашивание и усиленный износ). Долговечность асфальтобетонных покрытий определяется стабильностью физико-механических свойств асфальтобетона во времени. В связи с этим, учет и анализ возможных причин возникновения дефектов в зависимости от степени влияния того или иного эксплуатационного фактора позволят продлить сроки службы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с обоснованием длительности гарантийного периода на основе результатов экспериментальных исследований на различных этапах жизненного цикла, а также сохранить существующую дорожную сеть в нормативном состоянии и своевременно проводить ремонтные и восстановительные работы.

Разнообразие факторов, оказывающих наибольшее влияние на состояние автомобильных дорог и на условия движения транспортных средств, можно разделить на грунтово-геологические и гидрологические условия, рельеф и ландшафт местности, а также погодно-климатические условия или факторы.

Из грунтово-геологических и гидрологических факторов выделяют тип и характеристики грунтов земляного полотна и подстилающих слоев, глубину промерзания, глубину и характер залегания грунтовых вод, условия стока поверхностных вод.

К погодно-климатическим факторам относятся: атмосферное давление, солнечная радиация, температура и влажность воздуха, осадки (дождь, снегопад, ветер, метель, гололед, туман), а также сочетание этих факторов. Основными источниками увлажнения дорожной конструкции являются

атмосферные осадки, просачивающиеся через трещины в покрытии, обочины (особенно в местах сопряжения с проезжей частью); вода, застаивающаяся на поверхности полотна, в боковых резервах и кюветах вследствие затрудненного поверхностного стока и увлажняющая грунт земляного полотна в процессе молекулярного и капиллярного передвижения; подземная вода, поднимающаяся по капиллярам, особенно при промерзании конструкции и близком к поверхности дороги залегании подземных вод; парообразная вода, перемещающаяся от теплых слоев к более холодным. Воздействие погодно-климатических факторов формирует водно-тепловой режим земляного полотна, под которым понимают закономерные сезонные изменения влажности и температуры в полотне и слоях дорожных одежд. В дорожной конструкции происходят сложные процессы: нагревание, охлаждение, промерзание, оттаивание, испарение, конденсация, сублимация, облимация. В результате этого могут систематически наблюдаться диффузионные процессы движения тепла и влаги, называемые тепломассопереносом или тепловлагообменом, обуславливающие колебание влажности и температуры.

Изменение характеристик водно-теплого режима существенно влияет на прочность, долговечность полотна и дорог, приводит к снижению транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог. При этом степень воздействия среды на дорожное полотно в конечном итоге определяется видом и мощностью источников увлажнения дорожной конструкции и интенсивностью температурных воздействий, приводящих к тем или иным деформациям.

Деформации и разрушения автомобильных дорог подразделяют [3] на дефекты и повреждения покрытия и дорожной одежды в целом. К дефектам дорожной одежды относят просадки и колейность, к ее разрушениям – проломы, пучины, разрушения кромок и трещины. К дефектам покрытия – сдвиги, волны и вмятины, к его разрушениям – износ, шелушение, выкрашивания, выбоины, трещины и сетка трещин.

Деформации и разрушения асфальтобетонных покрытий происходят под действием вертикальных и касательных растягивающих сил (сжатие, растяжение и сдвиг слоя), природных факторов (температура и влажность окружающего воздуха, атмосферные осадки, солнечная радиация).

По мнению Л.А. Горельшевой [3], появление дефектов, снижающих эксплуатационные характеристики дорожного покрытия, связано с 3-4 периодами времени, характеризующими состояние покрытия. Первый (начальный) период соответствует формированию дорожных одежд после строительства. В это время имеет место доуплотнение слоев дорожной одежды в результате открытия движения транспортных средств, интенсивно проходят физико-механические и физико-химические процессы под воздействием климатических условий, происходит перераспределение минеральных частиц скелета асфальтобетона. В результате уменьшается толщина пленки вяжущего на зернах минеральных частиц и толщина покрытия в целом. Состояние покрытия в этот период, как правило, хорошее, но к концу периода могут проявиться дефекты, связанные с недостатками в проектировании или строительстве дороги.

Второй период – это основной период эксплуатации дороги, когда происходит более или менее равномерное образование деформаций во времени. Интенсивность этого процесса, а, следовательно, и продолжительность периода эксплуатации зависят как от внешних факторов, главным образом, от характеристик движения транспортных средств (интенсивность и состав движения), так и от периодичности и качества выполнения работ по содержанию и ремонту. На состояние покрытия к концу данного периода начинают влиять условия эксплуатации: снижается ровность и уменьшается шероховатость, появляются заметный износ и отдельные дефекты в виде трещин, выбоин, выкрашивания и т.п.

В третьем периоде накапливаемые остаточные деформации начинают интенсивно проявляться в виде дефектов и повреждений покрытия, связанных со старением вяжущего, и значительно снижаются прочностные характеристики дорожных одежд. В этот период может произойти резкое снижение ровности и прочности дорожной одежды, выраженное в появлении сетки трещин, выбоин и локальных разрушений покрытия (четвертый период).

Факторы, оказывающие влияние на долговечность асфальтобетонных покрытий, [4] укрупненно подразделяют на две группы: техногенные и природно-климатические. К техногенным факторам отнесены: динамическая нагрузка (вертикальная и горизонтальная) от рабочих органов уплотняющей техники при строительстве и колёс транспорта при эксплуатации покрытия, а также антигололёдные реагенты. При воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок нарушается целостность пленок структурированного вяжущего на зернах минеральных частиц и исходный

гранулометрический состав минеральной части за счет дробления крупных частиц, образующих «скелет» асфальтобетонного покрытия и локального разрушения их в зонах контакта между собой. При этом наименьший эффект дробления создается пневмошинным катком, затем по «нарастающей» идут статический и вибрационный гладковальцовые катки. Соль и другие антигололедные реагенты вызывают химическое разрушение структурных связей (органической части) между минеральными частицами и нарушение целостности битумных пленок. К природно-климатическим факторам отнесены: вода, температура окружающего воздуха и ее перепады, солнечная радиация и кислород атмосферы, а также действие микроорганизмов.

В течение жизненного цикла продукта «асфальтобетонная смесь – асфальтобетон» его гранулометрический состав и содержание в нем битума изменяются под воздействием различных факторов. Оказывает влияние на гранулометрический состав и способ отбора проб асфальтобетона для последующего анализа. Вырезание цилиндрического образца кольцевой фрезой (керноотборником), ввиду малого объема взятого материала и большой площади поверхности распила, наиболее сильно нарушает гранулометрический состав и создает затертую боковую поверхность с замкнутыми порами, что затрудняет определение коэффициента уплотнения и водонасыщения. Более предпочтительно выпиливание куска покрытия дисковой пилой, с последующим удалением слоев, близких к поверхностям распила. Известны и другие способы отбора проб, но уже без нарушения исходного гранулометрического состава, например при помощи заранее уложенных на основание проволочных спиралей (автор – инженер Б.З. Шаяхметов), или металлических пластин, снабженных проволочными тягами, выходящими на поверхность слоя.

По мнению авторов [4], асфальтобетонное покрытие автомобильных дорог вступает в эксплуатацию уже с набором дефектов, приобретенных на предыдущих этапах жизненного цикла:

1. Дробление горных пород при производстве щебня (лещадка и микротрещины на поверхности щебёнок).
2. Производство битума (утрата лёгких фракций вяжущего).
3. Приготовление асфальтобетонной смеси на АБЗ (старение битума и сегрегация).
4. Укладка асфальтобетонной смеси укладчиком (сегрегация, возможное незначительное нарушение исходного гранулометрического состава).
5. Укатка асфальтобетонной смеси (нарушение исходного гранулометрического состава).

Асфальтобетонная смесь является комплексным многокомпонентным материалом, меняющим свойства при изменении состава. Все технологические операции (предварительное дозирование минеральных материалов, их нагрев и сушка, сортировка (грохочение) и кратковременное хранение нагретых каменных материалов, точное дозирование минеральных материалов, битума или другого специального вяжущего, минерального порошка и добавок, смешение составляющих в смесителе и выгрузка из него готовой асфальтобетонной смеси, способ доставки смеси к месту укладки, время ее транспортировки, укладка асфальтоукладчиками, режимы уплотнения и используемая техника) оказывают значительное влияние на свойства асфальтобетонной смеси, способствуя появлению микродефектов и, в конечном итоге, определяя долговечность асфальтобетонного покрытия [5, 6].

В процессе эксплуатации эти дефекты продолжают накапливаться. Под колесами движущегося автомобиля асфальтобетон испытывает быстропротекающие сжимающие напряжения от его веса и одновременно горизонтальные напряжения в продольном направлении от сил тяги и торможения, в поперечном направлении от возникающих при повороте машины центробежных сил. При движении автомобиля с набором ведомых и ведущих колес, горизонтальные продольные напряжения носят к тому же знакопеременный характер. Все это приводит к нарушению связи между частицами по битумным пленкам, их отслаиванию от частиц, дроблению частиц, имеющих наибольшее количество первоначальных дефектов, и локальному разрушению (выкрашиванию) с нарушением целостности битумных пленок более прочных частиц, в их точках контакта между собой.

Солнечная радиация и кислород атмосферы вызывают старение битума. Отрицательное воздействие противогололедных материалов дополнительно ослабляет связи между минеральными частицами, и под действием колес автотранспорта поверхность покрытия выкрашивается. В образующихся углублениях скапливается вода, которая, проникая внутрь покрытия, разрывает его при циклах «замораживания-оттаивания», увеличивая трещины. Анализ эксплуатационных нагрузок, действующих на асфальтобетонное покрытие, показывает возможность значительного продления срока его службы за счет управления структурой на стадии укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси.

Асфальтобетонные покрытия при длительном увлажнении, вследствие ослабления структурных связей, могут разрушаться за счет выкрашивания минеральных зерен, что приводит к повышенному износу и образованию выбоин. Вода, как полярная жидкость, хорошо смачивает все минеральные материалы, при длительном контакте проникая под пленку битума. При этом минеральные материалы с положительным потенциалом заряда поверхности (кальцит, доломит, известняк) в большей степени препятствуют вытеснению битумной пленки водой, чем материалы с отрицательным потенциалом поверхности (кварц, гранит, андезит).

Вода, проникая в микродефекты структуры асфальтобетона, приводит к понижению прочности материала за счет снижения поверхностной энергии стенок трещин и ослабления структурных связей у вершины трещины по мере ее развития. Перемещаясь в порах, вода вызывает неравномерное распределение напряжений, что также приводит к разрушению. Наиболее разрушительное действие оказывают попеременное замораживание и оттаивание асфальтобетона осенью и весной. Морозостойкость асфальтобетона на гранитном материале значительно ниже, чем на известняковом. Это объясняется тем, что природа сил связи «битум-гранит» физическая, в то время как связь «битум-известняк» физико-химическая. Напряжения, возникающие при замерзании воды, легко разрушают физические связи, но не в состоянии разрушить химические.

Заключение

Таким образом, проведение многофакторного анализа, учитывающего весь спектр дефектов, возникающих на различных этапах жизненного цикла асфальтобетона, с построением физической модели, а также разработка единых технико-технологических решений и рекомендаций на ее основе (с систематизацией отечественного и зарубежного опыта выявления дефектов на всех стадиях как подготовки исходных компонентов асфальтобетонных смесей, режимов ее приготовления, так и технологии ее укладки и уплотнения) позволят решить задачу качественного устройства асфальтобетонных покрытий с улучшенными показателями физико-механических свойств и увеличенными межремонтными сроками службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010-2015)». Подпрограмма «Автомобильные дороги». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации 20.05.2008 г. № 377. – М.: Информавтодор, 2008. – 136 с.
2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 г. № 1734-р.
3. Горельшева Л.А. Новые эффективные методы ремонта, содержания и совершенствования асфальтобетонных покрытий: Обзор. информ. – М.: Информавтодор, 2006. – 104 с.
4. Захаренко А.В., Дегтярев А.С., Захаренко А.А. Сравнительные исследования результатов испытания образцов асфальтобетонных смесей и асфальтобетонных покрытий с применением методов и испытательного оборудования: асфальтоанализаторов типа «Инфратест», выжигания и экстрагирования по ГОСТ 12801-98. – ОАО «Хантымансийскдорстрой», 2008. – 19 с.
5. Марышев Б.С., Соловьев Б.Н. Асфальтобетонные заводы и технологическое оборудование для их оснащения // «Дорожная техника», 2004. – 96 с.
6. Иванченко С.Н., Ярмолинская Н.И., Парфенов А.А. Обеспечение качества асфальтобетона с учетом свойств составляющих и технологии уплотнения: Учеб. пособ. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2006. – 237 с.