

УДК 691.168

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЛАГИ И ПОПЕРЕМЕННОМУ ЗАМОРАЖИВАНИЮ-ОТТАИВАНИЮ

Д.А. Колесник, руководитель группы исследования строительных материалов, С.А. Мантопкин, начальник центральной испытательной лаборатории, АО «ВАД»

Аннотация. Рассматривается метод испытания, который позволяет оценить устойчивость асфальтобетона к воздействию воды, в том числе при попеременном замораживании-оттаивании, для битумов исходных и модифицированных полимерами, добавками поверхностно-активных веществ. Предложенный метод позволяет оценить долговечность асфальтобетона, выбрать оптимальные полимерные модификаторы и адгезионные присадки.

Ключевые слова: асфальтобетон, водостойкость, морозостойкость, модуль жесткости, битум, полимерно-битумное вяжущее.

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ ДО ДІЇ ВОЛОГИ ТА ЗМІННОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ-ВІДТАВАННЯ

Д.А. Колесник, керівник групи дослідження будівельних матеріалів, С.А. Мантопкін, начальник центральної випробувальної лабораторії, АТ «ВАД»

Анотація. Розглядається метод дослідження, що дозволяє оцінити стійкість асфальтобетону до дії води, у тому числі при поперемінному заморожуванні-відтаванні, для бітумів вихідних і модифікованих полімерами, добавками поверхнево-активних речовин. Запропонований метод дозволяє оцінити довговічність асфальтобетону, обрати оптимальні полімерні модифікатори і адгезійні присадки.

Ключові слова: асфальтобетон, водостійкість, морозостійкість, модуль жорсткості, бітум, полімерно-бітумне в'язуче.

ESTIMATION OF ASPHALT-CONCRETE RESISTANCE TO THE INFLUENCE OF MOISTURE AND THE ALTERNATING FREEZING AND DEFROSTING

D. Kolesnik, Head of Construction Materials Research Group,
S. Mantopkin, Head of Central Testing Laboratory, Joint-Stock Company «VAD»

Abstract. The method of analysis which allows evaluating the asphalt concrete resistance to water (including freezing and defrosting) is considered.

Key words: asphalt concrete, water resistance, frost resistance, stiffness modulus, bitumen, polymer-bituminous binder.

Введение

Вода – основной враг дороги, в результате её воздействия происходит ослабление всей дорожной конструкции: понижается устойчивость земляного полотна и основания, уменьшается его прочность, ухудшается спо-

собность воспринимать и перераспределять нагрузки от проезжающего автомобильного транспорта; кроме того, в процессе попеременного замораживания-оттаивания могут происходить значительные разрушения дорожной одежды. Верхние слои конструкции наиболее часто подвергаются воздействию

влаги и циклам перехода через 0 °С, вода может проникать в них с трех сторон: сверху, вследствие выпадения осадков, – дождя, снега, сбоку – при насыщении обочин талой и поверхностной водой и снизу – при поднятии грунтовых вод. Вследствие такого водонасыщения асфальтобетона возможно отслоение битумных пленок от поверхности каменного материала, нарушение связей и снижение сцепления, а при замораживании вода в порах расширяется, что приводит к возникновению микроразрушений (микротрещин в битумоминеральном материале), которые прогрессируют от цикла к циклу.

В результате может наблюдаться значительное снижение прочности асфальтобетона: чем больше циклов замораживания-оттаивания, тем быстрее происходит разрушение. На дороге могут появляться такие дефекты как шелушение, выкрашивание, выбоины, трещины, а при снижении прочности и ослаблении всего конструктива дорожной одежды может возникнуть колея с сеткой трещин. Именно поэтому необходимо контролировать водостойкость и морозостойкость асфальтобетона.

Анализ публикаций

ГОСТ 9128 [1] предусматривает контроль воздействия воды на асфальтобетон по показателям водостойкости, в том числе при длительном водонасыщении. Сущность метода заключается в оценке степени падения прочности при сжатии образцов после воздействия на них воды в условиях вакуума и в случае длительной водостойкости после воздействия на них воды в течение 15 суток (т.е. водостойкость – отношение прочности при 20 °С после водонасыщения стандартных образцов к исходной прочности) [2]. При этом стандартом не учитывается попеременное замораживание – оттаивание, которое может вносить значительный вклад в снижение прочности, долговечности и приводить к быстрому разрушению асфальтобетона.

В Американском стандарте AASHTO T283 [3] оценка воздействия воды на асфальтобетон проводится после замораживания-оттаивания образцов асфальтобетона; при этом количество циклов может определяться спецификациями и зависит от климатических условий в каждом конкретном штате. В системе «Суперпейв» стандарт AASHTO T283

[3] устанавливает методику испытания асфальтобетона на устойчивость к воздействию воды, согласно которой изготавливается серия из 6–9 образцов диаметром 150 мм и толщиной 100 мм с повышенной остаточной пористостью 7 ± 1 %, что соответствует наихудшему допустимому фактическому результату уплотнения на дороге. Первую половину серии хранят на воздухе, вторую – водонасыщают, заворачивают в пищевую пленку, замораживают в течение суток, после чего помещают в водяную баню с температурой 60 °С и выдерживают в течение 24 часов. После образцы термостатируют 2 часа при 25 °С и испытывают на прочность по образующей (растяжение при расколе). Первую серию образцов термостатируют, не допуская воздействия воды, и так же испытывают. Коэффициент водостойкости рассчитывают в процентах, и в большинстве спецификаций он должен быть более 80 %.

На первый взгляд, требования по водостойкости в США ниже, чем предусмотренные ГОСТ 9128 [1], но при детальном анализе получается обратная картина. Поскольку испытания проходят в довольно жестких условиях замораживания – оттаивания и при этом количество пор асфальтобетона фиксировано, для всех видов смесей, остаточная пористость составляет порядка 7 ± 1 %, что характерно для пористых асфальтобетонов, для которых водостойкость варьируется в пределах от не менее 0,5–0,7 или, в пересчете на проценты, не менее 50–70 %. Таким образом, американская методика предусматривает более жесткие условия испытания, а спецификации предъявляют более высокие требования к водостойкости и при этом учитывают циклическое замораживание-оттаивание – морозостойкость. Как в ГОСТ 12801 [2], так и в зарубежной методике есть существенный недостаток – оценка водостойкости происходит по соотношению разрушающей прочности серии образцов, каждый из которых может значительно отличаться от другого, несмотря на соблюдение всех условий стандарта при изготовлении образцов и их испытаниях.

Как следствие, в лаборатории получаются не всегда корректные результаты, что происходит в силу ряда причин, связанных с неоднородностью и сегрегацией минерального материала, старением и адсорбцией вяжущего в процессе формовки, отличием внутренней

структуры и объемно-весовых характеристик асфальтобетонных образцов, разницей в геометрических размерах и т.д. [4, 5].

Цель и постановка задачи

Хорошим решением по определению водостойкости является комбинированный метод испытания асфальтобетона, основанный на определении степени падения модуля жесткости (1) при воздействии на него попеременного замораживания-оттаивания, в соответствии с американской методикой AASHTO T283 [3]

$$MPЗ = (S_{мрз}/S_{пер}) \times 100, \quad (1)$$

где MPЗ – водостойкость-морозостойкость, по комбинированной методике, %; $S_{мрз}$ – модуль жесткости после циклов замораживания-оттаивания, МПа; $S_{пер}$ – первоначальный модуль жесткости, МПа.

Испытание асфальтобетона на жесткость по методике EN 12697-26 (метод C) – это неразрушающий способ контроля, который позволяет проводить испытания на одном и том же образце до и после воздействия воды [4]. В результате мы можем получить более точные данные по водостойкости и использовать данный метод для оценки воздействия адгезионных добавок, полимерных модификаторов, дифференцирования качества вяжущих, при подборе состава асфальтобетонных смесей и, что немаловажно, определять водостойкость асфальтобетонов, уже уложенных в покрытие по выпиленным кернам.

Экспериментальные данные по водо- и морозоустойчивости асфальтобетона

В большинстве случаев для устройства нижних слоев асфальтобетонной дорожной одежды используют крупнозернистые пористые и высокопористые асфальтобетонные смеси, остаточная пористость которых составляет от 5 до 10 % и свыше 10 % соответственно. В итоге мы имеем слой с высокой проницаемостью, который периодически насыщается водой и теряет свои прочностные характеристики, в следствие чего ослабевает вся конструкция дорожной одежды. На рис. 1 показана зависимость водостойкости асфальтобетонов от различной остаточной пористости. Испытания проводились в

соответствии с вышеописанной комплексной методикой, с использованием материалов одного происхождения (гранит) и битума марки БНД 60/90. Как видно из графика, асфальтобетоны с остаточной пористостью приблизительно от 1,5 до 5 % обладают высокой степенью устойчивости к воздействию влаги; такие асфальтобетоны устойчивы к прониканию воды. В то же время при пористости от 5 до 15 % происходит снижение водостойкости из-за увеличения проницаемости, количества взаимосвязанных открытых пор и способности асфальтобетона удерживать влагу при данной остаточной пористости. При достаточно высокой остаточной пористости, свыше 15 % (что характерно для дренирующих асфальтобетонов и открытых битумоминеральных смесей), значение водостойкости возрастает; это связано с тем, что вода не удерживается в таком асфальтобетоне и свободно вытекает из образцов.

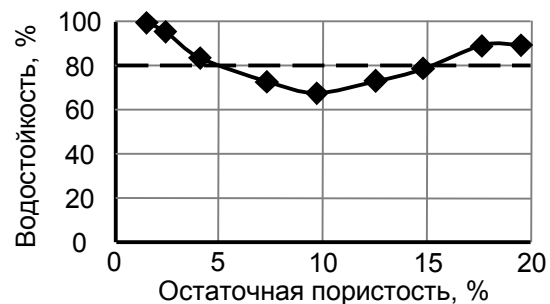


Рис. 1. График зависимости водостойкости от остаточной пористости асфальтобетона

Данные результаты эксперимента согласуются с результатами работы [6], где отмечается, что в крупнозернистых смесях содержится большое количество взаимосвязанных, открытых пор и такие смеси склонны к прониканию воды и обладают высокой водопроницаемостью, даже при остаточной пористости 5–7 %.

В работах [7, 8] приводится множество фактических примеров преждевременного разрушения покрытий, где причиной являлись асфальтобетонные слои, которые поглощали и удерживали влагу. При насыщении водой и под действием движения автомобильного транспорта происходит отслоение битумной пленки от каменного материала, что приводит к дальнейшим повреждениям слоев асфальтобетона. Также приводятся данные, что большинство выбоин и разрушений наблю-

дается в правой крайней части покрытия, поскольку именно там происходит накопление воды и наиболее интенсивное движение грузового транспорта.

Таким образом, для увеличения долговечности дорожного покрытия необходимо отказаться от применения пористых и высокопористых асфальтобетонных смесей и использовать различные адгезионные присадки и модификаторы для повышения устойчивости асфальтобетона к воздействию влаги.

В решении вопроса выбора и применения адгезионных присадок, определения их эффективности также применим подход определения водостойкости на основе комплексной методики. На рис. 2 приведены результаты сравнения водостойкости различных адгезионных добавок при исследовании в лаборатории, проведенном на образцах, изготовленных на гираторе из асфальтобетонной смеси (тип Г) на основе гранитного песка из отсева дробления.

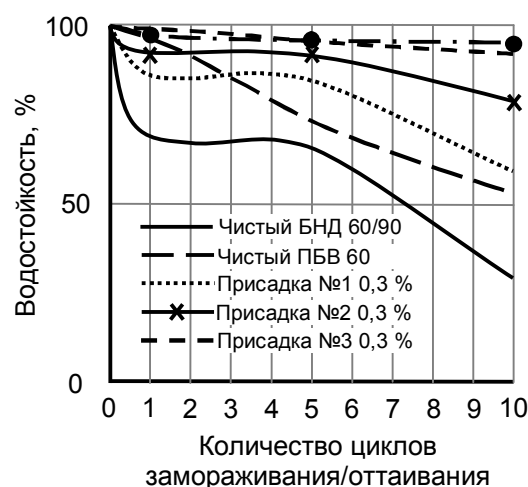


Рис. 2. График зависимости водостойкости от количества циклов замораживания-оттаивания

Следует отметить, что после 1-го цикла практически весь материал удовлетворяет требованию к водостойкости (не менее 80 %), за исключением чистого битума, падение жесткости асфальтобетона на котором составило около 40 %. Но уже после пятого и десятого циклов картина существенно меняется и можно наблюдать различное поведение асфальтобетонов с применением адгезионных присадок, оценивая их работоспособность и долговечность. Из экспериментальных данных следует вывод, что при

использовании принятого минерального материала необходимо применение адгезионных присадок, независимо от используемых вяжущих материалов (ПБВ, битум). При этом выбор в пользу более стабильных и долговечных добавок становится очевидным.

При проведении опытно-экспериментальных работ в 2015 г. [9] и сравнении различных типов асфальтобетона, для оценки водостойкости кернов, выпиленных из покрытия, использовалась комплексная методика. В данном случае проводились две стадии испытаний – после первого и пятого циклов замораживания-оттаивания; результаты приведены в виде диаграммы на рис. 3.

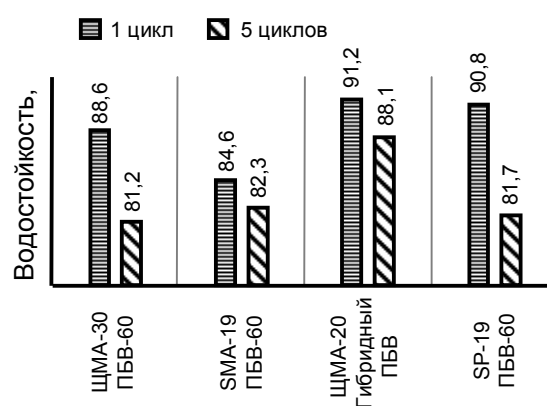


Рис. 3. Диаграмма водостойкости асфальтобетонных кернов, выпиленных из покрытия (где Sp-19 и SMA-19 – асфальтобетоны, запроектированные по системе Superpave; гибридный ПБВ – вяжущие на основе двух полимеров – СБС и окисленного полиэтиленового воска низкого давления)

Следует отметить, что при выборе полимерно-битумного вяжущего проводилась оценка его адгезионной способности методом кипячения. Все марки вяжущего показали отличное сцепление с применяемым каменным материалом (габбро-диабаз), но результаты испытаний асфальтобетона выявили отличия: водостойкость у ЩМА с применением гибридного ПБВ выше, что немаловажно для влажного климата с частыми переходами через 0 °C в зимний период.

Выводы

Использование комплексной методики испытания на водостойкость (морозостойкость) по потере модуля жесткости асфальтобетона

при попеременном замораживании-оттаивании позволяет эффективно контролировать устойчивость к воздействию воды. Также представляется возможность оценивать и прогнозировать долговечность как при текущем лабораторном контроле качества, так и при подборе состава асфальтобетонной смеси. Открывается возможность выбора оптимальных полимерных модификаторов и адгезионных присадок.

Литература

1. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия : ГОСТ 9128-2009. – [Введен в действие 2011-01-01]. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 18 с.
2. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний : ГОСТ 12801-98. – [Введен в действие 1999-01-01]. – Москва: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2010. – 60 с.
3. Resistance of compacted asphalt mixtures to moisture-induced damage: AASHTO T283-07, 2011. – 8 p.
4. Колесник Д.А. Методы испытания асфальтобетона (Ч. 1. Уплотнение) / Д.А. Колесник, Д.В. Пахаренко // Дорожная держава. – 2013. – Вып. 45. – С. 64–68.
5. Колесник Д.А. Методы испытания асфальтобетона. Физико-механические свойства: модуль жесткости и трехосное циклическое испытание на сжатие / Д.А. Колесник, О.С. Некрасова // Дорожная держава. – 2013. – Вып. 46. – С. 46–50.
6. Mallick R.B. Evaluation of Factors Affecting Permeability of Superpave Designed Pavements / Rajib B. Mallick, L. Allen Cooley, Jr., Matthew R. Teto, Richard L. Bradbury, Dale Peabody. – National Center for Asphalt Technology: Report 03-02. – 2003. – 30 p.
7. Kandhal P.S. Premature Failure of Asphalt Overlays from Stripping: Case Histories / P.S. Kandhal, I. Rickards // Asphalt Paving Technology. – 2001. – Vol. 70. – P. 38.
8. Kandhal P.S. Moisture Susceptibility of HMA Mixes: Identification of Problem and Recommended Solutions. / P.S. Kandhal // National Asphalt Pavement Association : Quality Improvement Publication (QIP). – 1992. – Vol. 119. – P. 61.
9. Колесник Д.А. Опыт-экспериментальные работы ЗАО «ВАД» / Д.А. Колесник, Д.В. Пахаренко // Дорожная техника. – 2016. – С. 28–35.

Рецензент: В.А. Золотарев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.