ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

В данной статье рассматривается метод испытания, который позволяет оценить устойчивость асфальтобетона к воздействию воды, в том числе при попеременном замораживании-оттаивании.

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

Вода — основной враг дороги, в результате ее воздействия происходит ослабление всей дорожной конструкции: понижается устойчивость земляного полотна и основания, уменьшается его прочность, ухудшается способность 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.

Именно поэтому необходимо контролировать водостойкость и морозостойкость асфальтобетона.

ГОСТ 9128 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). 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 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 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 также 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, 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, 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 испытаний. В результате, в лаборатории получаются не всегда корректные результаты, это 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].

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

$$МРЗ = \frac{S_{мрз}}{S_{пер}} \times 100 \qquad (1)$$

где МРЗ — 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 EN12697–26 (метод С), это неразрушающий способ контроля, который позволяет проводить испытания на одном и том же образце до и после воздействия воды. 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 — опреде-

Рисунок 1. График зависимости водостойкости от остаточной пористости асфальтобетона

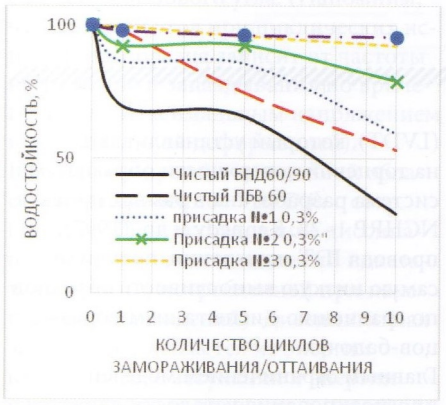

Рисунок 2. График зависимости водостойкости от количества циклов замораживания-оттаивания

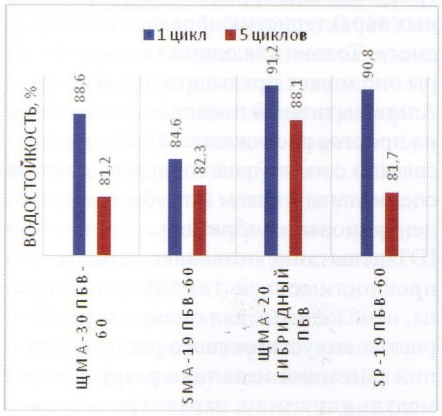

Рисунок 3. Диаграмма водостойкости асфальтобетонных кернов, выпиленных из покрытия (где Sp-19 и SMA-19 асфальтобетоны запроектированные по системе суперпейв, Гибридный ПБВ - вяжущие на основе двух полимеров - СБС и окисленный полиэтиленовый воск низкого давления).

лять водостойкость уже уложенных в покрытие по выпиленным кернам.

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 результате ослабевает вся конструкция дорожной одежды. *На рисунке 1* показана зависимость водостойкости асфальтобетонов с различной остаточной пористостью, 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 проникновению воды. В то же время при пористости от 5 до 15% происходит снижение водостойкости, это происходит 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.

Данные результаты эксперимента согласуются с работой, где отмечается, что в крупнозернистых смесях содержится большое количество взаимосвязанных, открытых пор и данные смеси склонны к проникновению 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 поглощают и удерживают 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 наблюдаются 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 рисунке 2* приведены результаты сравнения водостойкости различных адгезионных добавок при исследовании в лаборатории, проведенном на образцах, изготовленных на гираторе из асфальтобетонной смеси типа Г на основе гранитного песка из отсева дробления. Следует отметить, что после 1-го цикла практически весь материал удовлетворяет требование к водостойкости (не менее 80%), за исключением чистого битума, падение жесткости на котором составило около 40%. Но уже после пятого и десятого цикла картина существенно меняется, и можно наблюдать различное поведение асфальтобетонов с применением адгезионных присадок, оценивая их работоспособность и долговечность.

Из полученных данных эксперимента следует вывод, что при использовании данного 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. 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 цикла замораживания-оттаивания, результаты приведены в виде диаграммы *на рисунке 3.* 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 °С в зимний период.

ВЫВОДЫ

Таким образом, используя данную комплексную методику испытания на водостойкость (морозостойкость), по потере модуля жесткости асфальтобетона при попеременном замораживании-оттаивании, мы можем эффективно контролировать устойчивость к воздействию воды, а также имеем возможность оценивать и прогнозировать долговечность — как при текущем лабораторном контроле качества, так и при подборе состава асфальтобетонной смеси, при выборе оптимальных материалов: полимерных модификаторов и адгезионных присадок. ■