

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ИСПЫТАНИЙ АСФАЛЬТОБЕТОНА

В современном мире происходит значительное усовершенствование методов испытаний по определению фундаментальных свойств материалов в условиях их эксплуатации, все это требует высокотехнологичного и дорогостоящего лабораторного оборудования, квалифицированного и обученного инженерного персонала.

Д. А. Колесник, руководитель группы исследования строительных материалов,

Д. В. Шапченко, старший инженер группы исследования строительных материалов, ЦИЛ АО «ВАД»

В России за последние годы в испытаниях асфальтобетона и битума также произошли значительные изменения — были разработаны новые стандарты на методы испытаний и технические условия на материалы с учетом современных тенденций. Появились крупные научно-исследовательские центры, которые оснащены современным лабораторным оборудованием и в которых проводят работы по испытанию в соответствии с новыми стандартами. Безусловно, необходимо применять методики, которые имитируют эксплуатационное поведение и отражают фундаментальные свойства вяжущего и самого асфальтобетона, в особенности при исследовании и проектировании составов асфальтобетонных смесей. Но как уже говорилось выше, практически все эти методы требуют сложного оборудования и длительного времени на проведение испытания. К примеру, определение марки вяжущего PG занимает трое суток, а стоимость оборудования может достигать 30 млн рублей. Испытание асфальтобетона на устойчивость к усталостному трещинообразованию проходит в течение двух, трех недель, а оборудование стоит порядка 10 млн рублей. Все эти испытания практически неприменимы, недоступны для проведения текущего контроля качества в условиях реального производства асфальтобетонных смесей.

Таким образом, крайне необходимы методы испытаний, которые возможно выполнить с использованием менее дорогого, существующего оборудования, которые в полной мере будут определять качество применяемых, выпускаемых материалов, занимать меньше времени, хорошо коррелировать с фундаментальными физико-механическими свойствами и будут применимы как для проектирования составов асфальтобетонных смесей, так и для контроля при производстве.

В США, откуда была взята за основу

большая часть наших новых стандартов, понимают это и активно занимаются разработкой методов испытаний, которые применимы в том числе для текущего контроля материалов и не требуют высокотехнологичного оборудования.

Приведем несколько характерных примеров: так, для асфальтобетона одним из самых трудоемких и дорогостоящих испытаний является определение его трещиностойкости, это относится и к низкотемпературной, и к усталостной трещиностойкости, когда комплексное испытание одного варианта состава асфальтобетона может занять от недели до месяца, а иногда и более. Данные методы проверки на трещиностойкость используются в том числе при новом, сбалансированном методе проектирования, когда после объемного подбора асфальтобетонной смеси по первому этапу («Суперпейв») осуществляется коррективировка состава по результатам испытания на трещиностойкость и колееустойчивость (рисунки 1). Поэтому в последнее время в США разрабатываются и применяются «простые» тесты, основанные на фундаментальном подходе и определяющие устойчивость асфальтобетона к трещинообразованию.

Для определения трещиностойкости

при средних температурах широкое распространение получил так называемый SCB тест, испытание полуцилиндрических образцов с пропилом посередине на изгиб, где оценка происходит по энергии деформации образца при его полном разрушении. Существуют два стандарта, основанных на данном методе испытания по индексу гибкости (AASHTO TP 124–18 метод, разработанный в штате Иллинойс) и высвобождению критической энергии деформации (ASTM D8044–16 метод, разработанный в штате Луизиана) [1]. Кроме этого, следует отметить метод определения трещиностойкости IDEAL-CT [2], который по данным зарубежных ученых хорошо зарекомендовал себя в последнее время и имеет хорошую корреляцию как с усталостным, так и с низкотемпературным реальным трещинообразованием на дороге. Методика заключается в испытании цилиндрического асфальтобетонного образца при непрямом растяжении со скоростью нагружения 50 мм/мин. и при температуре 25 °С с оценкой кривой усилие-перемещение. Стандартный образец диаметром 150 мм (100 мм) и толщиной 62 мм предлагается для контроля качества и для проектирования асфальтобетонных смесей, но допустимы и другие размеры, также возможны испытания

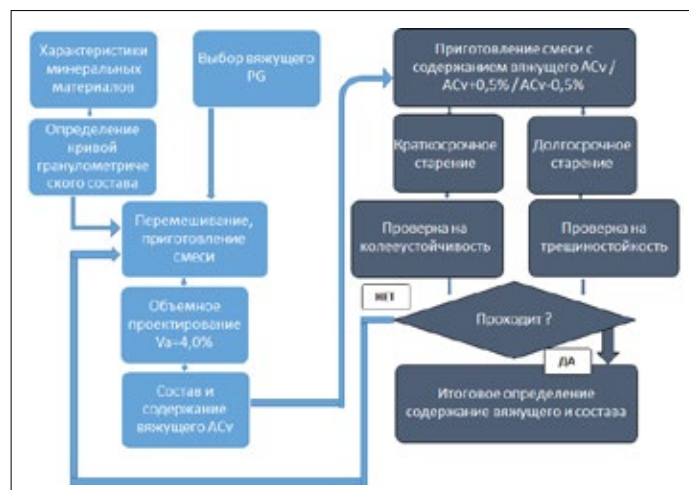


Рисунок 1. Блок-схема сбалансированного метода проектирования асфальтобетонных смесей

кернов, отобранных из асфальтобетонного покрытия. Образцы не требуют сложной подготовки, обрезки, распиловки, склеивания. Схема нагружения показана на рисунке 2 и описана в стандарте ПНСТ 113–2016.

При проведении испытания фиксируется перемещение в мм и усилие в Н (кН), а окончанием испытания считается падение нагрузки до 0,1 кН. Таким образом происходит полное разрушение образца с четким развитием трещины, фиксация и обработка данных после достижения максимальной нагрузки. На рисунке 3 в качестве примера приведены типичные результаты испытания образцов. Авторами данной методики [2] предлагается коэффициент — индекс трещиностойкости (CT_{index} — cracking test index), расчет которого основывается на анализе кривой зависимости усилия P от перемещения-деформации l (рисунки 3). Данный индекс предлагается использовать как при проектировании состава асфальтобетонной смеси, так и при контроле качества на производстве. Для образцов толщиной 62 мм расчет индекса трещиностойкости приведен в уравнении 1. Чем больше значение CT_{index} , тем медленнее скорость образования, роста и пролонгации трещины:

$$CT_{index} = \frac{G_f}{P} \times \left(\frac{l}{D}\right) \quad (1)$$

В случае испытания кернов, где толщина образца t не равна 62 мм, CT_{index} определяется уравнением 2:

$$CT_{index} = \frac{t}{62} \times \frac{G_f}{P} \times \left(\frac{l}{D}\right) \quad (2)$$

где энергия разрушения G_f — работа разрушения (площадь под кривой от нагрузки и вертикального перемещения), отнесенная к площади поверхности растрескивания (рисунки 4); вне зависимости от нагрузки и деформации асфальтобетон с большой энергией разрушения будет обладать лучшей трещиностойкостью; отношение P/l является параметром «модуля» (или наклоном кривой нагрузки-перемещения); более жесткие смеси с высокой прочностью и малым перемещением обладают худшей стойкостью к образованию трещин; отношение l/D — параметром устойчивости к «деформации» (или деформационной устойчивостью под нагрузкой); чем больше l , тем выше устойчивость к образованию трещин. За исключением того, что энергия разрушения G_f постоянна, параметры P/l и l/D изменяются от точки к точке (рисунки 3), это происходит из-за вязкоупругой природы асфальтобетона, образования микро- или макротре-

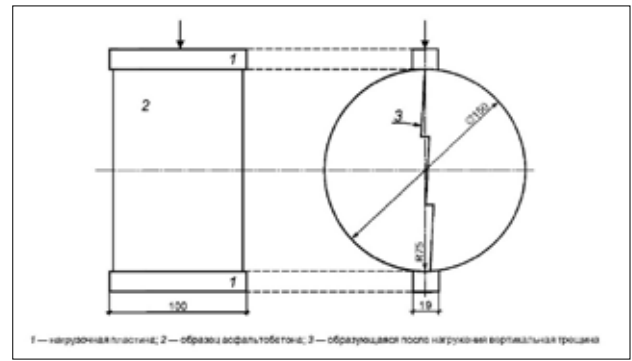


Рисунок 2. Схема испытания на не прямое растяжение цилиндрических асфальтобетонных образцов

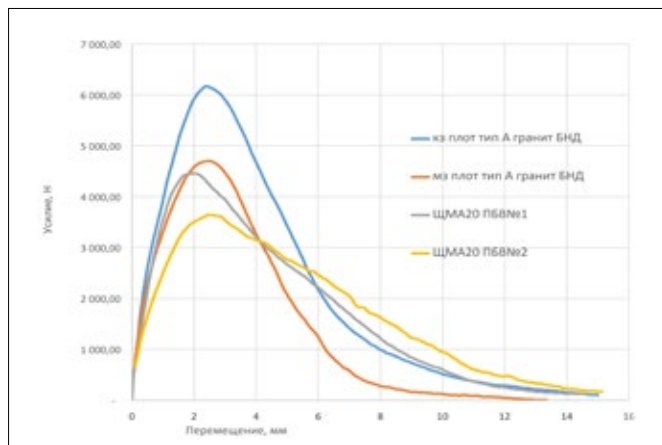


Рисунок 3. Пример типичных результатов испытаний для кернов, отобранных из покрытия

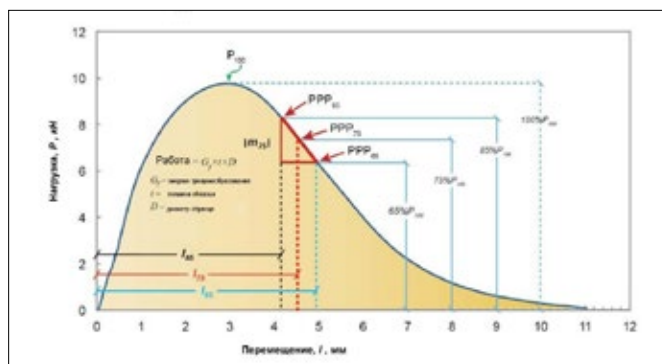


Рисунок 4. Схема расчета индекса трещиностойкости

щин. Следовательно, значение CT_{index} изменяется в каждой точке. В таком случае, важно выбрать значимую точку для вычисления индекса трещиностойкости. Исходя из сделанного анализа, а также на основе данных большого количества испытаний, авторы [2] методики предлагают принять расчетную точку с 75% от максимальной постпиковой нагрузки (рисунки 4), это достаточно прямой участок, который характеризует хрупко-пластичное поведение асфальтобетона. Чем сильнее наклон (угол падения), тем быстрее происходит разрушение и образование трещины (хрупкое разрушение), и наоборот, более пологий наклон определяет высокую устойчивость материала к трещинообразованию. На рисунке 3 приведены реальные примеры, графики усилия-перемещения, которые показывают, что при использовании ПБВ в асфальтобетоне происходит плавный спад кривой при разрушении образцов и медленное образование трещины,

в то же время на асфальтобетоне с применением битума наблюдается более резкое — хрупкое разрушение. В результате описанных выше допущений, параметр — индекс трещиностойкости рассчитывается по формуле 3 для образцов толщиной 62 мм и по формуле 4 для образцов иной толщины.

$$CT_{index} = \frac{G_f}{|m_{75}|} \times \left(\frac{l_{75}}{D}\right) \quad (3)$$

$$CT_{index} = \frac{t}{62} \times \frac{G_f}{|m_{75}|} \times \left(\frac{l_{75}}{D}\right) \quad (4)$$

где,
 $|m_{75}| = \left| \frac{P_{85} - P_{65}}{l_{85} - l_{65}} \right|$

Данная методика является достаточно простой в исполнении, позволяет проводить испытания без приобретения дорогостоящего оборудования, обладает научно обоснованным подходом, а также имеет высокую чувствительность к применяемым материалам. На диаграмме представлены результаты испытания

по индексу трещиностойкости кернов из различных смесей с использованием битумов и полимерно-битумных вяжущих, отобранных из уложенного покрытия. Следует акцентировать внимание, почему именно проблема трещиностойкости стала актуальной за рубежом и активно применяется в сбалансированном методе проектирования асфальтобетонных смесей. Дело в том, что в последнее время стали очень много применять вторичных материалов, таких как RAP — асфальтовый гранулят, RAS — битумная крошка из кровельной черепицы, резиновая крошка и пр., что приводит, как правило, к повышению жесткости и хрупкости асфальтобетона, и в результате возникает острая необходимость постоянно контролировать трещиностойкость асфальтобетона. Кроме того, во всем мире наблюдается увеличение глубины переработки нефти, что в свою очередь отрицательно сказывается на качестве битумных вяжущих (происходит потеря дуктильности, повышение склонности к старению, рост хрупкости) и также приводит нас к необходимости контроля трещиностойкости.

В статье рассмотрена лишь одна из множества методик, применяемых в АО «ВАД» для дополнительного контроля качества и анализа работы материалов.

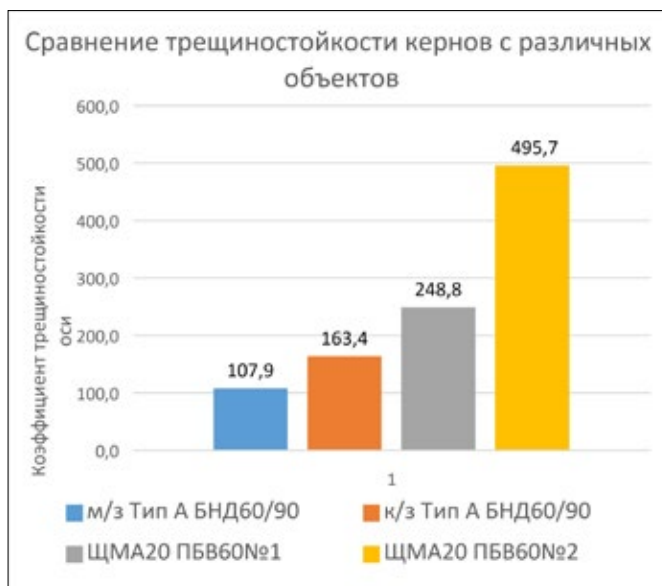


Рисунок 5. Диаграмма сравнения параметров смесей для кернов по индексу трещиностойкости (синий — мелкозернистая плотная тип А на граните и битуме БНД60/90, коричневый — тоже крупнозернистая на битуме БНД 60/90, серый — ЦМА 20 габбро-диабаз на ПБВ 60, желтый — ЦМА-20 на ПБВ 60, другого производителя)

На наш взгляд, сейчас в России есть большое количество длительных методов испытаний, хорошо подходящих для исследований асфальтобетона, и практи-

чески нет новых и эффективных методов для контроля качества, которые следует разрабатывать, используя отечественный и зарубежный опыт. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пахаренко Д. В., Колесник Д. А. «Опытно-экспериментальные работы ЗАО «ВАД» // Дорожная техника. Каталог-справочник 2016. — с. 52–59.
2. Fujie Zhou, Soohyok Im, Lijun Sun, and Tom Scullion // «Development of an IDEAL Cracking Test for Asphalt Mix Design and QC/QA».

НОВОСТИ

Острые вопросы

На заключительном заседании 2018 года президиума Совета по стратегическому развитию и нацпроектам Правительство объявило о завершении подготовки 12 нацпроектов и начале их практической реализации в 2019 году. В первые же две недели 2019 года министры должны доложить премьер-министру РФ Дмитрию Анатольевичу Медведеву о планах своих поездок по регионам. Наиболее общие вопросы затронул губернатор Новгородской области Андрей Никитин. Он попросил поддержать идею создания типовых объектов, объединяющих под одной крышей школу, библиотеку, спортивное и даже медицинское учреждение. Такой экономичный подход целесообразен для небольших районов. (Мы в журнале «Мир дорог» № 114 поднимали вопрос типовых проектов в дорожном строительстве, в частности, при сооружении небольших мостов). Просьба губернатора об уже

не раз обсуждавшемся в Правительстве решении возмутила премьер-министра Дмитрия Медведева — он призвал вице-преьера Виталия Мутко и главу Минстроя Владимира Якушева «вытащить все это на свет божий» и «отдать губернаторам». Губернатора Алтайского края Виктора Томенко беспокоил дефицит битума, необходимого для дорожного строительства. По его словам: «Уже в этом году рост цен по сравнению с прошлым годом составляет более 30%. Поэтому при увеличении объемов работ (строительства и ремонта дорог. — Прим. ред.), тем более во всех регионах одновременно, такой дефицит можно прогнозировать. Здесь потребуются, очевидно, меры федерального регулирования этой ситуации». Премьер-министр РФ Дмитрий Медведев запланировал проведение в начале 2019 года встречи с губернаторами, чтобы обсудить ситуацию с ценами на битум.

Медведев решил выступить председателем встречи, чтобы провести ее как можно быстрее. По его словам, совещание на высоком уровне позволит избежать прохождения по всем нижестоящим инстанциям. «Организуйте такое совещание с приглашением ключевых лиц, которые за это отвечают, и губернаторов регионов, где основные проблемы могут возникнуть», — поручил премьер-министр. Ситуацию он назвал «тяжелой». О возможном росте цен на битум предупредил и глава Минтранса Евгений Дитрих. Рост его стоимости может привести к удорожанию дорожных работ. При этом Минтранс ожидает ремонта 3,5 тыс. км региональных дорог в 2019 году. Если не сдержат растущие цены на битум, нацпроект «Безопасные и качественные дороги» не будет реализован в полном объеме. «Мы по битуму сегодня имеем значительное ожидаемое удорожание. Важно, чтобы мы

удержали цены на битум и у нас не возникло бы удорожание дорожных работ», — предупредил министр транспорта. Он рассказал, что совместно с крупнейшими нефтяными компаниями-разработчиками создана специальная программа по созданию хранилища битума. Его запасы должны сгладить цены. Но эксперты считают, что основная причина — завершение нефтяного налогового маневра, в рамках которого к 2024 году будет обнулена экспортная пошлина при одновременном увеличении налога на добычу полезных ископаемых, а российские НПЗ будут покупать нефть, по сути, по мировым ценам. Сейчас стоимость тонны битума в среднем составляет 18000 рублей. По оценкам экспертов, к 2024 году она может дойти до отметки около 30000 рублей за тонну. На повышение стоимости автодорожных работ повлияет и грядущее повышение НДС до 20%. ■