

# НЕ ПРОСТАЯ ФОРМУЛА: БИТУМ + ЗАПОЛНИТЕЛИ = АСФАЛЬТ

*Для дорожных лабораторий минувший 2014 год, правда, в меньшей степени, чем 2013, но также ознаменовался введением в действие новых стандартов испытаний материалов. Теперь уже можно сказать, что, благодаря профессионализму и усилиям руководителей лабораторий, новые испытания битумов, рекомендованные для лабораторий принятыми в 2013 г. ПНСТ, стали привычным и практически рутинным делом. Мы приводим краткий анализ оборудования для новых методов испытаний битума и асфальта.*



перекачки и смешиваемости с минеральными наполнителями.

Значения вязкости также используют для установления температур как приготовления асфальтобетонной смеси, так и ее уплотнения. Для этого метода используют вискозиметр Брукфильда, различные модели которого применяются для измерения динамической вязкости очень широкого спектра материалов в лабораториях от нефтеперерабатывающей до пищевой промышленности. Комплект, соответствующий испытанию битума по ПНСТ, обязательно должен включать в себя набор шпинделей по стандарту и термоячейку Thermosel с регулятором температуры. Концерн Brookfield Engineering Laboratories, выпускающий вискозиметры имеет 75-летнюю историю и широкую сеть дилеров по всему миру.

**ПНСТ 8-2012: МЕТОД RTFOT (EN12607-1; Superpave)** – определение **сопротивления битума старению** под воздействием высокой температуры и воздуха. В специальной лабораторной печи проводят испытания для определения эффекта одновременного воздействия высокой температуры (163 °С) и кислорода воздуха (воздушный поток, создаваемый компрессором), имитируя старение, которому подвергается битум или битумное вяжущее во время изготовления асфальтобетонной

**ПНСТ 2-2012 (EN 13589:2008)** – метод определения **растяжимости битума** при 25 °С и 0 °С с измерением силы растяжения до 300Н (максимально). Размеры форм для подготовки образцов остались по ГОСТ 11505-75 (и ASTM). Из российских производителей дуктилометр, удовлетворяющий требованиям нового ПНСТ, выпускает Башкирское специальное конструкторское бюро «Нефтехимавтоматика». Некоторые модели дуктилометров европейских производителей позволяют не только определять усилие при растяжении в процессе проведения испытаний, но и, благодаря встроенному ПО, выполнять построение графиков и другие обработки записанных данных. Однако, поскольку минимальная температура испытаний растяжимости битумов по EN +5 °С, для полного соответствия ПНСТ мы проводим перекалибровку прибора на 0 °С.

**ПНСТ 6-2012 (EN 13302:2010, ASTM D 4402:2006, Superpave)** – метод определения **динамической вязкости ротационным вискозиметром**. Вязкость исходного битума определяют при высоких температурах для оценки возможности его





смеси на заводе и последующей укладки в покрытия. Для комфортной работы дополнительно потребуются запасные стеклянные контейнеры (стаканы), минимум один комплект восемь штук и скребок специальной формы для извлечения состаренного битума. В дальнейшем эти образцы используют для измерения физических свойств и определения относительной потери массы после «кратковременного старения». Произошедшее в образцах изменение свойств вяжущего определяют при испытаниях пенетрации, растяжимости, вязкости и прочих.

Анализ рынка лабораторного оборудования показывает, что самая высокая стоимость печей для испытаний по этому стандарту — у американских изготовителей (Koehler Inc., Ranihart Co, ELE International Inc и др.). Более приемлемые цены у немецкого производителя Инфратест (Infratest), выпускающего печь на базе сушильного шкафа Биндер (Binder), который, в свою очередь, специализируется на производстве целого ряда лабораторных печей, сушильных шкафов и климатических камер. Наилучшее соотношение цена — качество представляют итальянские производители Матест (Matest) и Контролс (Controls). Отметим, что уровень требований к качеству оборудования, его надежности, экологической и производ-

ственной безопасности в Европе не ниже, чем в Америке. Поэтому, приобретая оборудование европейских производителей можно быть абсолютно уверенным, что оно будет полностью соответствовать требованиям стандарта испытаний.

Три следующие установки для испытаний битумного вяжущего входят в обязательный перечень оборудования для испытаний битумов по системе Superpave. Суперпейв — американская система проектирования асфальтобетонных смесей, которая более 20 лет назад была разработана в США и до настоящего момента постоянно дополняется и совершенствуется. Основная задача — на стадии разработки рецептуры асфальтобетонной смеси прогнозировать ее работоспособность на объекте. В соответствии с ней к материалам, из которых состоит асфальтобетонная смесь — вяжущее и заполнитель, были выдвинуты новые требования и методы испытаний их свойств, разработано оборудование для этих испытаний, а также метод подбора состава смеси и оценки свойств полученного готового продукта. Основными типами разрушения асфальтобетонных покрытий, как известно, являются: пластичная колея как следствие остаточных деформаций, образующаяся в летний период; «усталостные» трещины от действия повторных нагрузок, образующиеся в основном, вес-

ной и осенью при повышенной влажности и поперечных трещин от воздействия низких температур зимой. То есть способность битумов воспринимать и релаксировать возникающие напряжения при разных температурах является очень важной характеристикой материала для эксплуатации асфальтобетона.

Необходимость лабораторных испытаний битумов по полному перечню Суперпейв в России давно обсуждается ведущими специалистами.

**МЕТОД PAV (PRESSURE AGING VESSEL), AASHTO R28; ASTM D 6521, EN 14769** — медленное старение вяжущего под давлением, имитирующее изменение его



свойств при длительном старении, то есть в процессе 5÷10-летней эксплуатации дорожного покрытия. Для этого образцы вяжущего после ускоренного старения методом RTFOT на 10 металлических плоских чашах выдерживают в камере в течение 20 часов под давлением 2070 кПа (~21 атм.) при температурах 90; 100 или 110 °С в зависимости от температурной климатической зоны укладки покрытия. Камера



PAV используется в комплекте с вакуумной дегазирующей печью VDO (Vacuum Degassing Oven).

**ДИНАМИЧЕСКИЙ СДВИГОВЫЙ РЕОМЕТР DSR (DYNAMIC SHEAR RHEOMETER) AASHTO T315-05 (TP5); ASTM 246** применяется для определения характеристик вязкого и эластичного поведения битумного вяжущего. Испытаниям подвергают образцы как исходного, так и состаренно-



го (методами RTFO и PAV) вяжущего. Образец помещают между неподвижным основанием и осциллирующим диском. Из определенных при испытании величин комплексного модуля и фазового угла рассчитывают максимальное усилие сдвига и максимальную деформацию сдвига. По результатам испытания вычисляют показатели сопротивления накоплению остаточных деформаций (образованию пластичной колеи) и усталости при изгибе. Комплексный модуль сдвига определяется как функция времени, частоты, температуры и напряжения сдвига.

**РЕОМЕТР ИЗГИБА БИТУМНОЙ БАЛОЧКИ BBR (BENDING BEAM RHEOMETER), AASHTO TP1, ASTM D6648.** Применяется для определения жесткости битумных вяжущих при низких температурах (от комнатной до  $-40^{\circ}\text{C}$ ). При низкой температуре определяют прогиб образца битумного вяжущего в виде балочки, расположенной на двух опорах под действием постоянной вертикальной нагрузки в центре

образца. Регистрируют изменение прогиба во времени (кривую ползучести). Рассчитывают жесткость вяжущего и скорость ползучести при данной температуре, которые сравнивают с требуемыми значениями. Жесткость при ползучести, характеризует сопротивляемость битума постоянным нагрузкам при минимальной проектной температуре эксплуатации смеси.

Как видно, методы испытаний достаточно сложные. Процессы полностью автоматизированы с обработкой результатов специальным ПО. Производители этих приборов – американские. Инфратест (Германия) – пока единственный европейский. Стоимость трех приборов настолько высока, что их приобретение смогут себе позволить только научно-исследовательские институты с очень хорошим финансированием или лаборатории АБЗ для проектирования новых составов смесей, применяемых на крупных объектах.



Для оценки пригодности **каменных материалов** к их использованию в асфальтобетонном покрытии проводят испытания свойств на истираемость, шлифуемость, абразивный износ, водостойкость, морозостойкость, содержание глинистых частиц, содержание зерен пластинчатой и игловатой формы, угловатость зерен, процент граней, образовавшихся при дроблении. Затем определяют зерновой состав смеси, истинную плотность и адсорб-

цию битума к заполнителям. Оборудование для этих испытаний выпускается как европейскими, так и российскими производителями. Полный комплект прибо-



ров для испытаний заполнителей по ГОСТ и EN, общелaborаторное оборудование, сита с сеткой и перфорацией с квадратными и круглыми отверстиями, а также весь спектр вспомогательного инструментария (совки, ведра и т.п.) компания ООО «ПТФ «ЕВРОТЕСТ» поставляет по приемлемым ценам для любой дорожной лаборатории.

При разработке рецептуры новой асфальтобетонной смеси для прогнозирования поведения дорожного покрытия в реальных условиях, ключевым моментом является формирование в лаборатории образцов со свойствами максимально приближенными к состоянию асфальта в покрытии. Тогда, в лабораторных условиях, проводя различные испытания свойств таких образцов, можно будет получить прогноз состояния дорожного покрытия через год, два или любое количество лет. Методика Суперпейв получила свое признание и в Европе, однако, формирование и испытания образцов асфальта в европейских лабораториях проводятся по адаптированным и переработанным к местным условиям EN.



С 2011 года особое внимание системам для испытаний асфальта начали уделять итальянские производители лабораторного оборудования для испытаний строительных материалов Матест и Контролс. И сегодня помимо американских, на рынке присутствуют четыре конкурирующих между собой европейских производителя, выпускающих оборудование одинакового назначения для испытаний по одним и тем же стандартам: Купер (Cooper Research Technology Ltd) Великобритания, Инфратест (InfraTest Pruftechnik GmbH) Германия, Контролс (Controls s.r.l.) и МАТЕСТ (Matest S.p.A. Unipersonale) Италия.

Важным событием прошлого года для европейских изготовителей лабораторного оборудования стало создание нового подразделения компании Матест. Новая компания Пейвтест (*Pavetest Pty. Ltd, www.pavetest.com*), возглавляемая авторитетами с мировым именем Кон Синадиносом и Аланом Фили занимается разработкой и производством инновационных систем для динамических испытаний асфальта – универсальных, надежных, с высокой производительностью и реальной стоимостью. Оборудование представлено в новом выпуске каталога Матест за 2014 год.

Широко применяемые методы уплотнения как на ударном компакторе по Маршаллу с последующим статическим доуплотнением образца, так и прессование в формах по ГОСТ 12801-98 только за счет вертикальной нагрузки, не оказывают на смесь давления под углом, как это происходит в реальных условиях. Формование образцов со свойствами, максимально приближенными к получающемуся на дороге покрытию, как по системе Суперпейв, так и по стандартам EN, осуществляет-



ся на **гираторном компакторе** за счет сочетания воздействия на смесь вращательно-сдвиговой и вертикальной нагрузки. В компакторе производства Матест внутренний угол гирации калибруется при производстве на заводе в соответствии со стандартом, выбранным самим покупателем: 1,16° по ASTM D6925, AASHTO T312, SHRP M-002 или 0,82° по EN 12697-10, EN 12697-31. Можно формировать образцы диаметром 100 или 150 мм с плоскопараллельными торцевыми поверхностями. Для удобства работы имеются встроенные весы и экстраuder для извлечения образцов. Дополнительно для научно-исследовательских целей можно установить измеритель сдвиговой нагрузки, и тогда текущее значение усилия сдвига, как и другие параметры испытания, будет отображаться в режиме реального времени. На полученных образцах затем проводят испытания свойств: пористости, прочности на растяжение при расколе, модуля упругости при сжатии и растяжении,

деформации при испытании на ползучесть, колееобразования по ASTM и другие.

**АМРТ /SPT МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СЕРВО-ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА** для проведения трехосных испытаний образцов асфальта d100×h150 мм при разных температурах, специально разработанная для проектов NCHRP 9-19 и 9-29; динамического модуля, числа текучести и времени текучести. По AASHTO TP 79-09 эта установка описана в «Метод определения динамического модуля и числа текучести горячих асфальтовых смесей на многофункциональном тестере асфальта (АМРТ – Asphalt Mixture Performance Tester)». Дополнительно на этой системе можно проводить испытания на циклическую усталость при прямом нагружении, динамический модуль при непрямом растяжении, деформацию при постоянно нарастающей нагрузке, полукруглые образцы на растяжение и испытание покрывающего слоя асфальта.



**DTS (DYNAMIC TESTING SYSTEM)**. Для динамических и усталостных испытаний асфальта компанией Матест серийно выпускаются **серво-гидравлическая (16кН)** и **серво-пневматическая (30кН) системы**. Установка на 130 кН еще в стадии проектирования. В машинах с помощью цифрового управления высокоточным серво-пневматическим клапаном



и специально разработанного привода с низким трением к образцу прикладывается синусоидальная нагрузка частотой до 70 или 100 Гц, имитируя проезд или остановку автомобиля. Привод двойного действия позволяет создавать как сжимающие, так и растягивающие усилия, что дает высокую точность

управления формой нагрузки при задании циклов высокой частоты. Системы используют для испытаний широкого спектра материалов, как например, асфальт, грунт, несвязанные материалы и др.

Для асфальта, используя соответствующие стандартам комплекты приспособлений по EN 12697-24, -25, -26, -27, -44; ASTM D4123, D3497, AASHTO... и так далее можно проводить испытания на остаточную деформацию, жесткость, ползучесть и другие характеристики, в том числе **на усталость при изгибе** по 4-точечному методу на образце-балочке

(EN 12697-24 приложение D / EN 12697-26 приложение B). Образец в термостатированной камере подвергается циклам нагружения, имитирующим повторные нагрузки от проезда колес транспорта. Испытание продолжается до тех пор, пока не образуется трещина в месте, где жесткость образца становится равной половине от его изначальной жесткости. В испытании определяются усталостная долговечность и энергия разрушения дорожных покрытий. Образцы-балочки для этого метода вырезают из образцов-плит с помощью специальной алмазной пилы, обеспечивающей проскопараллельность граней балочки для корректного выполнения испытания.

Для формования образцов-плит из асфальтобетонной смеси предназначен **роллерный компактор асфальта (ARC)**, в котором по EN 12697-33 уплотнение осуществляется роллерным сегментом, имитирующим воздействие дорожного катка на асфальтобетонную смесь. Циклы уплотнения могут быть запрограммированы по заданной величине нагружения или деформации (высоте образца). Для еще большего приближения условий формования к реально существующим в процессе работ на дороге, на компактор можно опционально установить вибратор и нагреватели для подогрева и контроля температуры сегментов и стола для поддержания заданной температуры образца в процессе формования. Полученные образцы-плиты разных размеров и высоты от 50 до 180 мм также можно испытывать на устойчивость к образованию колеи или, помимо балочек, вырезать из них цилиндры для испытаний на растяжение при расколе, статическую и динамическую ползучесть и др. тесты.

Испытания на **устойчивость к образованию колеи** в результате пластичной деформации асфальта проводят на установках типа





«Wheel Tracking» — «Отслеживание колеса». Наиболее универсальны установки, на которых можно проводить испытания на колеобразование как на воздухе, так и в воде — «Гамбургское колесо». SmarTracker™ производства Матест соответствует стандартам EN 12697-22 и AASHTO T-324. По AASHTO с помощью нагруженного металлического колеса испытывают два керна диаметром 150 мм, зафиксированные в виде «8» в специальной форме. Независимые двигатели для каждого колеса позволяют проводить «сухой» или «мокрый» тесты на обоих колесах, или одновременно запустить одно колесо на воздухе, а другое — в воде. Испытания — полностью в автоматическом режиме. Глубина колеи и количество проходов отображаются на экране блока управления в реальном времени. Тест заканчивается при достижении заданной глубины колеи или по числу испытательных циклов.

Для оценки устойчивости асфальтобетонного покрытия к истиранию шипованными шинами по стандарту EN 12697-16 «Abrasion by studded tyres», метод А (англоязыч-

ное название PRALL TEST) предназначена установка шведского производства, в которой образец асфальта диаметром 100 мм, помещенный в камеру вибропривода обрабатывается стальными шариками при постоянном токе воды при +5°C. Устойчивость к истиранию оценивается по уменьшению объема образца. Два резервуара для воды (предварительного охлаждения и рабочий) обеспечивают циклы испытаний без перерыва для охлаждения воды. Тест выполняется автоматически по задан-



ной оператором программе. Все этапы отображаются на экране компьютера. По окончании теста машина предупреждает оператора, что нужно извлечь образец и установить новый для следующего испытания. Такая схема вдвое увеличивает производительность работы по сравнению с другими установками.

Испытания на всех выше описанных системах проходят в автоматическом режиме с отображением на экране блока управления соответствующих параметров и графиков, сбором и записью данных для последующего анализа на ПК. Стоимость установок достаточно высока, если не соотносить ее со стоимостью дорожных работ по строительству или ремонту. В действительности, эти небольшие вложения в прогноз и контроль качества будущей дороги уберегут от дорогих ошибок, которые неизбежно возникают при проектировании состава смеси, если полученный результат не подвергают современным методам проверки. Как говорится, «семь раз отмерь». Собственно, эту прописную истину все основные дорожники Санкт-Петербурга, такие как ВАД, АБЗ-1, ЭнСиСи, учли уже давно, приобрели для решения своих задач те или иные установки, результаты испытаний на которых и научные выводы опубликованы во многих статьях. Конечно, самый дорогой результат — это личный опыт проведения испытаний и интерпретации данных, купить его невозможно — только приобрести.

В наступившем году нашим дорожникам мы рады будем оказать информационную и техническую поддержку как на наших сайтах [www.euro-test.ru](http://www.euro-test.ru); [www.matest.ru](http://www.matest.ru) и при обращении в офис +7 (812) 327-84-51, [info@euro-test.ru](mailto:info@euro-test.ru). Желаем новых профессиональных достижений, здоровья и много успешной работы. ☺

Елена Мотина  
генеральный директор  
ООО «ПТФ «ЕВРОТЕСТ»