

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет

кафедра высоковязких нефтей и природных битумов

Проектирование и разработка битумных вяжущих материалов с использованием технологии Superpave

Гатауллина А.Я., Кемалов Р.А.

Объектом для исследования являлся гудрон Елховского НПУ ПАО «Татнефть» – нефтяные остатки вакуумной перегонки мазутов, которые используются в качестве сырья для битумных производств.

Таблица 1 – Физико-химические свойства гудрона

Наименование показателя	Гудрон Елховского НПУ ОАО «Татнефть»
Плотность при 20 °С, кг/м ³	987,8
Вязкость условная при 80 °С, ВУ	18
Содержание общей серы, % масс.	0,887
Коксуемость, % масс.	8,3
Групповой химический состав, % масс.:	
масла	76,00
смолы	18,00
асфальтены	5,80
парафины	15,00

Были проведены работы по определению основных физико-химических свойств гудрона с добавлением EVA – полимера (этиленвинилацетат EVA – термопластичное вещество, получаемое в результате сополимеризации этилена и мономера винилацетата). Исследования проводились по ГОСТ 33133-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования».

Таблица 2 – Физико-химические свойства битумов

Наименование показателей	Гудрон Елховского НПУ ОАО «Татнефть»					Метод испытания
	без добавок	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4	
Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм:	80	110	90	120	92	По ГОСТ 33136
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	49	42	45	45	47	По ГОСТ 33142
Растяжимость при 0 °С, см	1,0	10,5	15,0	13,2	12,0	По ГОСТ 33138
Температура хрупкости, °С	-11	–	–	–	–	По ГОСТ 33143
Температура вспышки, °С	230	245	240	240	235	По ГОСТ 33141

Проектирование битумных материалов по технологии Superpave

Общей целью проектирования состава полимер-битумных вяжущих является выбор экономического сочетания материалов – так, чтобы при достаточной толщине и хорошем качестве строительства получилось покрытие, которое служит в течение ожидаемого срока в данных природных условиях при движении определенной интенсивности.

Технические условия на вяжущее Superpave и система проектирования смеси включают в себя различную испытательную аппаратуру, методы испытаний и их критерии. Уникальной особенностью системы Superpave является то, что эта система технических условий основана на эксплуатационных характеристиках. Все испытания и анализы имеют прямую связь с характеристиками эксплуатации в полевых условиях. Испытания битумного вяжущего Superpave позволяют измерить физические свойства, которые можно непосредственно связать с эксплуатационными характеристиками в полевых условиях за счет общих инженерных

принципов. Испытания вяжущего Superpave также выполняется при температурах, при которых обычно эксплуатируются дорожные покрытия.

Таблица 3 – Приборы для испытания вяжущих по технологии Superpave

№	Наименование прибора	Назначение прибора
1	Прибор для определения температуры вспышки	Испытание проводят для определения пожарной безопасности работы с битумным вяжущим
2	Ротационный вискозиметр Брукфилда	Определяют вязкость исходного битума при высоких температурах для оценки возможности его перекачки и смешиваемости с минеральным материалом. Используют также для определения температур приготовления смеси и ее уплотнения
3	Вращающаяся тонкопленочная печь	Получение состаренных образцов битумного вяжущего в условиях, имитирующих влияние приготовления смеси и ее укладки, для дальнейшего измерения физических свойств. Определение относительной потери массы после «кратковременного старения»
4	Аппарат для старения вяжущего под давлением	Имитируют длительное старение вяжущего в процессе 5 – 10-летней службы покрытия. Для этого образец вяжущего выдерживают 20 ч при 90 – 100 °С под давлением 2 МПа
5	Динамический сдвиговый реометр	Определяют модуль сдвига и фазовый угол путем испытания образца вяжущего на кручение при колебаниях с частотой 10 рад/с при расчётных температурах покрытия. По результатам испытания вычисляют показатели сопротивления накоплению остаточных деформаций (образованию колеи) и усталости при изгибе покрытия
6	Реометр с изгибающейся балкой	При низкой температуре определяют прогиб образца битумного вяжущего в виде балки на двух опорах под действием постоянной вертикальной нагрузки. Регистрируют изменение прогиба во времени (кривую ползучести). Рассчитывают жесткость вяжущего и скорость ползучести при данной температуре, которые сравнивают с требуемыми значениями
7	Прибор для испытания на растяжение	Определяют предельное относительное удлинение и прочность вяжущего на растяжение при низких температурах. По результатам испытания (совместно с данными испытания на реометре с изгибающейся балкой) находят критическую зимнюю температуру T_c , при которой возникает трещина в покрытие от однократного охлаждения

Для эксплуатационных характеристик асфальтобетонной смеси важны три характеристики битумного вяжущего: восприимчивость к температуре,

вязкоэластичность и старение. Свойства битума зависят от температуры - битум становится более жестким при холодных температурах. Битумное вяжущее является вязкоэластичным материалом, поскольку оно одновременно проявляет как вязкие, так и упругие свойства. Битум является химическим органическим веществом и взаимодействует с кислородом, содержащимся в воздухе. Окисление вызывает больше проблем, когда битумное вяжущее используется в сухом и жарком климате.

Для производства асфальтобетонной смеси (ГАС – горячая асфальтобетонная смесь) используется большое многообразие минеральных материалов (природных или синтетических). Независимо от источника происхождения, метода обработки или минералогии, каменный материал должен обладать достаточным сопротивлением сдвигу, чтобы противостоять многократным нагрузкам. Сопротивление сдвигу каменного материала очень важно в ГАС, поскольку оно обеспечивает основную устойчивость смеси к колееобразованию. Для обеспечения прочной смеси каменных материалов для ГАС обычно указываются свойства каменного материала, которые усиливают его внутреннее трение. Кроме того, часто ограничивается содержание в смеси природного песка, поскольку природный песок состоит в основном из скругленных частиц со слабым внутренним трением.

ГАС должна обладать достаточной внутренней прочностью, чтобы оказывать сопротивление сжимающим и сдвигающим нагрузкам и предотвращать появление остаточной деформации внутри смеси. Аналогичным образом материал должен обладать достаточной прочностью к растяжению, чтобы выдерживать усилия растяжения в основании слоя асфальта и сопротивляться возникновению трещин, то есть усталостному образованию трещин после многократных циклов приложения нагрузки. Асфальтобетонная смесь также должна противодействовать напряжениям, возникающим при быстром падении температуры и при очень низких температурах.

ГАС должна быть спроектирована на работу в качестве мягкого упругого материала по отношению к растяжению, чтобы можно было преодолеть усталостное растрескивание. Это достигается за счет наложения верхнего предела на жесткие свойства битумного вяжущего, поскольку прочность на растяжение ГАС в основном зависит от свойств битумного вяжущего.

Низкотемпературное растрескивание вызвано воздействием суровых природных условий, а не нагрузок от потока транспорта. Для устранения низкотемпературного растрескивания, инженеры должны использовать мягкое вяжущее, которое не сильно подвержено старению и контролировать содержание воздушных пустот в дорожном покрытии так, чтобы вяжущее не могло слишком сильно окислиться.