

А.С. Ширкунов, В.Г. Рябов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

А.Н. Нечаев, А.С. Дегтянников

ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез»

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОКИСЛЕННЫХ И ПОЛИМЕРМОДИФИЦИРОВАННЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ В ХОДЕ СТАРЕНИЯ ВЯЖУЩЕГО В ТОНКОЙ ПЛЕНКЕ

Проанализировано изменение динамической вязкости при 60 °С и растяжимости при 25 °С в ходе испытания на стойкость против старения по методу TFOT дорожных окисленных и полимермодифицированных битумов, полученных в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез». Найдена взаимосвязь между величиной динамической вязкости при 60 °С и такими параметрами качества дорожного битума, как температура размягчения и пенетрация при 25 °С. Подтверждено соответствие проанализированных окисленных битумов требованиям европейских норм на битумы дорожные вязкие EN 12591:2000 по динамической вязкости при 60 °С и показателям, характеризующим стойкость против старения.

Стремительный рост нагрузок на дорожное полотно со стороны все возрастающего количества автомобилей обуславливает постоянный интерес к проблеме повышения качества дорожных битумов, являющихся связующим компонентом асфальтобетона – основного материала для строительства автомобильных дорог в наше время.

Работоспособность битумного вяжущего в составе асфальтобетона при периодическом воздействии напряжений сдвига, сжатия и перепада температуры во многом зависит от пластичности и растяжимости дорожного битума. Это обусловило целесообразность маркировки дорожных битумов в нашей стране и за рубежом по пенетрации и обязательное нормирование нижнего предела растяжимости.

Однако такие важные характеристики битума, как динамическая вязкость при 60 °С, кинематическая вязкость при 135 °С и содержание

высокоплавких парафинов, российским стандартом не нормируются, в то же время эти параметры входят в европейские нормы на дорожные битумы.

Стоит отметить, что динамическая вязкость при 60 °С является в северных странах Европы критерием деформации битума вместо температуры размягчения. Испытание определяет фундаментальное свойство вещества, а не эмпирическую характеристику, какой является температура размягчения, при этом корреляция вязкости с деформационной стойкостью асфальта также несколько выше, чем при использовании показателя температуры размягчения. Однако определение вязкости практически не использовалось в центрально- и южноевропейских странах, поэтому температура размягчения стала обязательным требованием, а испытание на вязкость при 60 °С было принято как факультативное¹.

Кинематическая вязкость при 135 °С характеризует перекачиваемость битума и смешиваемость с минеральным материалом, а вместе с динамической вязкостью при 60 °С и пенетрацией она характеризует также термочувствительность битума.

Получение дорожных битумов, соответствующих не только российским, но и европейским стандартам, представляется весьма важной задачей. В связи с этим данная работа касалась определения величин динамической вязкости битума дорожных марок при 60 °С и их растяжимости при 25 °С, а также анализа их изменения в ходе старения в тонкой пленке по методу TFOT (EN 12607-2), моделирующего процесс приготовления асфальтобетонной смеси.

В качестве объекта исследования выступали 7 образцов окисленного и 2 образца полимермодифицированного битума, различные по своим характеристикам и времени отбора, полученные на установке окисления битумов (19–10) и в опытно-исследовательском цехе ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез».

Для указанных образцов были определены следующие показатели: температура размягчения по КиШ, пенетрация при 25 °С, дуктильность при 25 °С, а также динамическая вязкость при 60 °С с использованием реовискозиметра Хепплера.

Подобные приборы предназначены для исследования текучести и реологических свойств неньютоновских жидкостей. Данные вискозиметры работают по принципу падающего и вытесняющего шара, скорость движения которого является мерой вязкости.

¹ См.: EN 12591:2000. Битум и битумные связующие – спецификации для битумов настильного типа.

Испытание с прогревом в тонком слое исследуемых образцов проводили по методу TFOT, поскольку данный метод имеет большое сходство с методикой ГОСТ 18180. Отличия сводятся к несколько меньшей толщине слоя битума и более интенсивному старению вяжущего при испытании по методике TFOT.

После прогрева определяли изменение массы пробы, а также ее температуру размягчения, остаточную пенетрацию при 25 °С, дуктильность при 25 °С и динамическую вязкость при 60 °С.

В ходе проведения исследований было отмечено, что динамическая вязкость битума при 60 °С существенно зависит от прикладываемого усилия сдвига. Данное обстоятельство связано с тем, что нефтяные битумы содержат в себе надмолекулярные структуры, разрушающиеся под воздействием внешних сил. И чем выше напряжение сдвига, тем бóльшая доля надмолекулярных структур разрушается и тем ближе измеренное значение вязкости к ее истинной величине.

Для окисленных битумов различие динамической вязкости при 60 °С в случае разных величин усилия сдвига относительно не велико и, как правило, не превышает 10–15 %. В то же время для полимербитумных вяжущих, полученных с использованием реакционно-способного полимерного модификатора «Elvaloy 4170 RET», зависимость динамической вязкости при 60 °С от сдвигающего усилия была более заметной – различие составляло до 30–40 %, в особенности после анализа на стойкость против старения. В связи с этим для сравнения различных образцов между собой были использованы величины динамической вязкости при 60 °С, определенные при максимальном напряжении сдвига, как наиболее близкие к значению вязкости битума в состоянии ньютоновской жидкости.

Характеристики исследованных образцов дорожных битумных вяжущих до и после испытания на стойкость против старения приведены в таблице. Анализируя полученные данные, можно сделать ряд выводов. В частности, величина динамической вязкости при 60 °С окисленных дорожных битумов очень хорошо коррелирует со значениями его температуры размягчения и пенетрации при 25 °С. Зависимости упомянутых характеристик представлены на рис. 1 и 2. Использование подобных зависимостей дает возможность оценить вязкость окисленного дорожного битумного вяжущего на основании значений его базовых параметров качества.

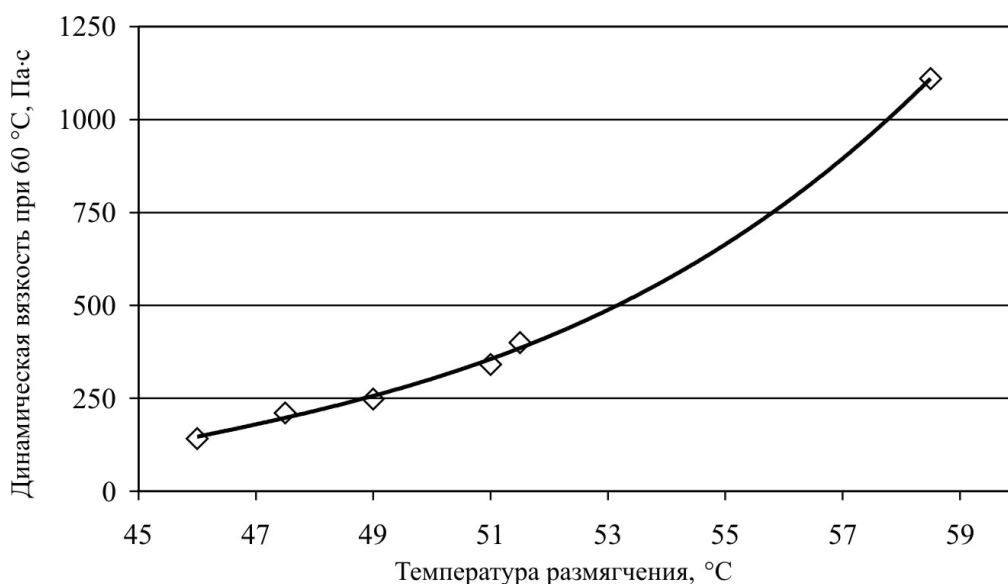


Рис. 1. Зависимость динамической вязкости окисленного битума при 60 °С от его температуры размягчения

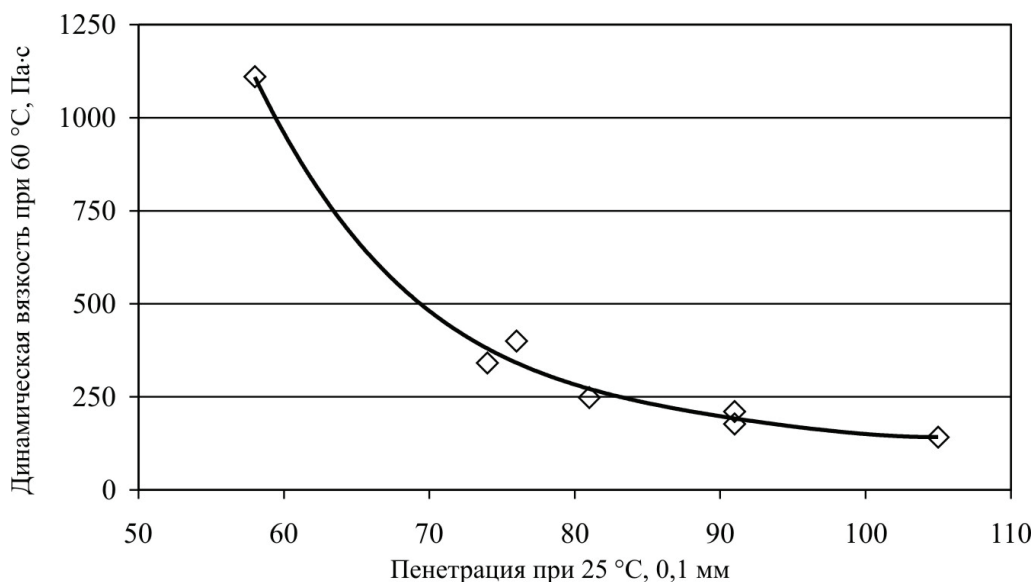


Рис. 2. Зависимость динамической вязкости окисленного битума при 60 °С от его пенетрации при 25 °С

При введении структурообразующего полимерного модификатора в состав битума, его температура размягчения и динамическая вязкость существенно возрастают (см. таблицу), однако величина растяжимости при 25 °С заметно снижается.

В ходе испытания с прогревом в тонком слое битум подвергается интенсивному окислению, что приводит к снижению его пластичности и повышению термостойкости. Наибольшие изменения претерпевают такие показатели, как растяжимость при 25 °С (снижается на 50–70 %) и динамическая вязкость при 60 °С (возрастает в 2–3 раза).

Параметры качества образцов дорожных битумных вяжущих до и после старения методом TFOT (EN 12607-2)

Наименование пробы	Свойства исходных битумов				Свойства битумов после испытания на старение по методу TFOT				
	Температура размягчения, °С	Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	Дуктильность при 25 °С, см	Динамическая вязкость при 60 °С, Па·с*	Изменение температуры размягчения, °С	Остаточная пенетрация, %	Изменение массы, %	Дуктильность при 25 °С, см	Динамическая вязкость при 60 °С, Па·с*
<i>Окисленные битумы</i>									
Битум-1	46,0	105	107	142	7,0	70	-0,04	38	252
Битум-2	50,5	91	100	177	6,5	71	-0,01	39	533
Битум-3	47,5	91	135	211	6,0	68	-0,03	70	608
Битум-4	49,0	81	96	248	6,0	68	-0,09	32	850
Битум-5	51,0	74	140	341	7,5	61	0,04	58	1175
Битум-6	51,5	76	91	400	4,5	74	-0,05	46	1173
Битум-7	58,5	58	23	1110	5,0	73	-0,12	10	3720
<i>Полимербитумные вяжущие на основе модификатора «Elvaloy 4170 RET»</i>									
Битум-8	61,5	88	44	645	6,0	84	-0,02	24	2320
Битум-9	64,5	82	47	1968	7,5	76	0,00	31	3327
<i>Нормативные требования на битумы дорожные вязкие EN 12591:2000</i>									
50/70	46–54	50–70	–	≥ 145	≤ 9	≥ 50	≤ 0,5	–	–
70/100	43–51	70–100	–	≥ 90	≤ 9	≥ 46	≤ 0,5	–	–

* Приведена динамическая вязкость при наибольшем напряжении сдвига для данного продукта.

Сопоставление параметров качества проанализированных образцов с требованиями европейских норм на битумы дорожные вязкие EN 12591:2000 позволяет заключить, что окисленные дорожные нефтяные битумы, выпускаемые ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез», полностью соответствуют указанному стандарту по динамической вязкости при 60 °С и показателям, характеризующим устойчивость вяжущего против старения (повышение температуры размягчения, остаточная пенетрация при 25 °С и изменение массы), и при этом отличаются улучшенной температурой размягчения.

Введение полимерного модификатора «Elvaloy RET 4170» приводит к дальнейшему росту термостойкости продукта при относительно малом воздействии на пенетрацию при 25 °С, что говорит о существенном расширении интервала пластичности такого вяжущего.

Получено 2.06.2011