

Анализ применения улучшенных дорожных битумов (БНДУ) для ремонта федеральных автомобильных дорог

Д.А. Строев, Б.Л. Балаян, Д.О. Фицуков

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Исследованы физико-химические свойства проб битумов нефтяных дорожных улучшенных. Установлено, что представленные для испытаний пробы удовлетворяют нормативным требованиям практически по всему спектру испытаний за исключением показателей определяемых после прогрева вяжущего в тонкой пленке по методике EN 12607-2 (EN 12607-1), что, по-видимому, свидетельствует о недостаточной устойчивости данных битумов к термоокислительному старению. Изучено влияние адгезионной добавки на интенсивность смачивания битумом поверхности минеральных материалов.

Ключевые слова: битумы нефтяные дорожные улучшенные, устойчивость к термоокислительному старению, нормативные требования

До недавнего времени для нефтяных компаний Российской Федерации битум был остаточным продуктом переработки, в настоящее время производство этого материала выходит на позиции полноценного сегмента рынка углеводородов. Порядка 90 % производства битумов в нашей стране приходится на дорожные марки, которые используются входе строительства, ремонта и реконструкции объектов дорожного хозяйства, основным заказчиком которых является государство.

При этом рост роли Федерального дорожного агентства и крупных государственных компаний, как основных идеологов отрасли, влечёт некоторое развитие культуры дорожного строительства. Передовой опыт взаимодействия дорожной и нефтяной индустрии можно рассматривать на примере фирмы «Shell», которая практически не занимается простой продажей битума. Располагая мощной научной и экспериментальной базой, компания разрабатывает новые рецептуры не только битума, но и асфальтобетона, предлагая дорожникам решения для различных внешних условий. Учитывая то, что на состав и свойства битумов влияет не только природа исходного сырья, но и технология их приготовления [1],

исследование и совершенствование технологических приёмов для получения более качественного продукта не теряют своей актуальности.

Крупные строительные организации, выполняющие огромные объёмы работ, в условиях возрастающей конкуренции стремятся использовать передовые технологии и материалы. Одними из таких материалов являются битумы нефтяные дорожные улучшенные марок «БНДУ- 60» и «БНДУ- 85», применение которых началось при ремонте федеральных транспортных артерий нашей страны. Незадолго до этого, Государственной компанией «Автодор» был разработан стандарт организации СТО АВТОДОР 2.1. -2011 «Битумы нефтяные дорожные улучшенные. Технические условия», устанавливающий более высокие требования к некоторым физико-химическим показателям, устойчивости к старению и стабильности свойств, для данного типа вяжущих, по сравнению с обычным битумом. Следует отметить, что разработка и производство этих марок битума выполнялись с целью снижения зависимости качества конечного продукта от свойств сырья [2].

С целью определения соответствия свойств улучшенных битумов нормативным требованиям сотрудниками ДорТрансНИИ ДГТУ проводились испытания проб битумов марок БНДУ-60 и БНДУ-85, результаты которых представлены в Таблицах 1,2. Отбор проб осуществлялся непосредственно из цистерны битумовоза по прибытию на объекты ремонта федеральных автомобильных магистралей М-4 «Дон» в Воронежской области, и М-1 «Беларусь» в Смоленской области.

Представленные данные свидетельствуют о значительном снижении показателя растяжимости битумов БНДУ-60 после прогрева в тонкой пленке по методике EN 12607-2 (75-85%), несущественном изменении глубины проникания иглы пенетromетра, не позволившем достичь нормативных значений для данного показателя.

Таблица № 1

Физико-химические показатели пробы битума марки БНДУ- 60

№ п/п	Наименование показателей	Нормы для битума марки (в соответствии с СТО АВТОДОР 2.1-2011)		Фактические показатели
		БНДУ 60	Метод испытания	
1	Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	51-70	ГОСТ 11501	56
2	Температура размягчения, °С не ниже	51	ГОСТ 11506	51
3	Растяжимость при 25°C, см, не менее	70	ГОСТ 11505	>150
4	Вязкость динамическая при 60 °С, Па*м, не менее	300	EN 12596	371,57
5	Вязкость кинематическая при 135°C, мм ² /с, не менее	295	EN 12595	704
6	Температура вспышки, не ниже, °С	250	ГОСТ 4333	274
7	Температура хрупкости, не выше, °С	-15	ГОСТ 11507	-15
8	Глубина проникания иглы при 0°C, 0,1 мм, не менее	13	ГОСТ 11501	17
9	Изменение температуры размягчения после прогрева, не более, °С	5	ГОСТ 18180	5
После прогрева в тонкой пленке по методике EN 12607-2 (или EN 12607-1)				
10	Изменение массы, не более, % от начальной величины	0,3	EN 12607-2 (EN 12607-1)	0,25
11	Растяжимость при 25°C, не менее, см	40	ГОСТ 11505	15,5
12	Глубина проникания иглы при 25°C, не менее, 0,1 мм	65	ГОСТ 11501	58,4
13	Вязкость динамическая при 60°C, Па*с	Не нормируется	EN 12596	1617,51
14	Коэффициент возрастания динамической вязкости, не более	3	EN 12596	4,35

Таблица № 2

Физико-химические показатели пробы битума марки БНДУ- 85

№ п/п	Наименование показателей	Нормы для битума марки (в соответствии с СТО АВТОДОР 2.1-2011)		Фактические показатели
		БНДУ 85	Метод испытания	
1	Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	71-100	ГОСТ 11501	76
2	Температура размягчения, °С не ниже	49	ГОСТ 11506	51
3	Растяжимость при 25°C, см, не менее	100	ГОСТ 11505	100
4	Вязкость динамическая при 60 °С, Па*м, не менее	250	EN 12596	260
5	Вязкость кинематическая при 135°C, мм ² /с, не менее	230	EN 12595	387
6	Температура вспышки, не ниже, °С	240	ГОСТ 4333	276
7	Температура хрупкости, не выше, °С	-17	ГОСТ 11507	-21
8	Глубина проникания иглы при 0°C, 0,1 мм, не менее	20	ГОСТ 11501	23
9	Изменение температуры размягчения после прогрева, не более, °С	5	ГОСТ 18180	4,0
После прогрева в тонкой пленке по методике EN 12607-2 (или EN 12607-1)				
10	Изменение массы, не более, % от начальной величины	0,3	EN 12607-2 (EN 12607-1)	0,2
11	Растяжимость при 25°C, не менее, см	80	ГОСТ 11505	74
12	Глубина проникания иглы при 25°C, не менее, 0,1 мм	65	ГОСТ 11501	70
13	Вязкость динамическая при 60°C, Па*с	650-1100	EN 12596	589
14	Коэффициент возрастания динамической вязкости, не более	3	EN 12596	2,8

Для битумов данной марки был зафиксирован высокий коэффициент возрастания динамической вязкости (4,35) свидетельствующий, по видимому, о значительных структурных изменениях под действием высоких температур [3], на это же указывает и значительное изменение массы после прогрева (0,2-0,24%).

В результате исследований установлено, что основные физико-химические показатели проб битума БНДУ-60 удовлетворяли нормативным требованиям, однако имелись несоответствия по показателям свойств после прогрева в тонкой плёнке, свидетельствовавшие о недостаточной устойчивости материала к процессам термоокислительного старения.

Схожая ситуация наблюдалась и с пробами битума марки БНДУ-85, которые не соответствовали требованиям по показателю «растяжимость при 25 °С», после прогрева в тонкой плёнке по методике EN 12607-2. Так же следует отметить, что характерной особенностью для обеих марок битумов является увеличение динамической вязкости после прогрева в тонкой плёнке (в 3 – 4 раза) при сравнительно неизменных значениях глубины проникания иглы пенетromетра, что подтверждает точку зрения о недостаточной информативности традиционной методики оценки качества вяжущих [4,5].

Одним из важнейших аспектов определяющих качество асфальтобетонных смесей является сила сцепления битумной плёнки с поверхностью каменного материала. Смачивание поверхности щебня битумом является необходимым условием для обеспечения равномерного распределения и хорошей адгезии вяжущего при перемешивании с минеральным материалом. Интенсивность смачивания вяжущим поверхности заполнителя на прямую связана с поверхностным натяжением на границе раздела фаз воздух - вяжущее, и зависит от температуры компонентов асфальтобетонной смеси при приготовлении. Известно, что поверхностно-активные вещества так же могут влиять на величину

поверхностного натяжения на границе раздела фаз, поэтому определённый интерес представляло исследование влияния адгезионной добавки Амдор-9 на интенсивность смачивания битумом поверхности щебня при разных температурах. Для целей эксперимента определялся краевой угол смачивания битумом эталонной стеклянной поверхности по методу проектирования на экран «сидячей» капли [6]. Исследования проводились на чистых пробах битумов БНДУ-60 и БНДУ-85 и модифицированных 0,5 % добавки Амдор-9. Результаты исследования представлены на Рис.1. и свидетельствуют о снижении краевого угла смачивания вязущим эталонной поверхности при введении в состав пробы адгезионной добавки. На основе имеющегося опыта исследований критической считается величина краевого угла смачивания равная 15° . В этой связи, минимальный температурный интервал для приготовления материала с применением битумов данных марок составляет $115-135^{\circ}\text{C}$.

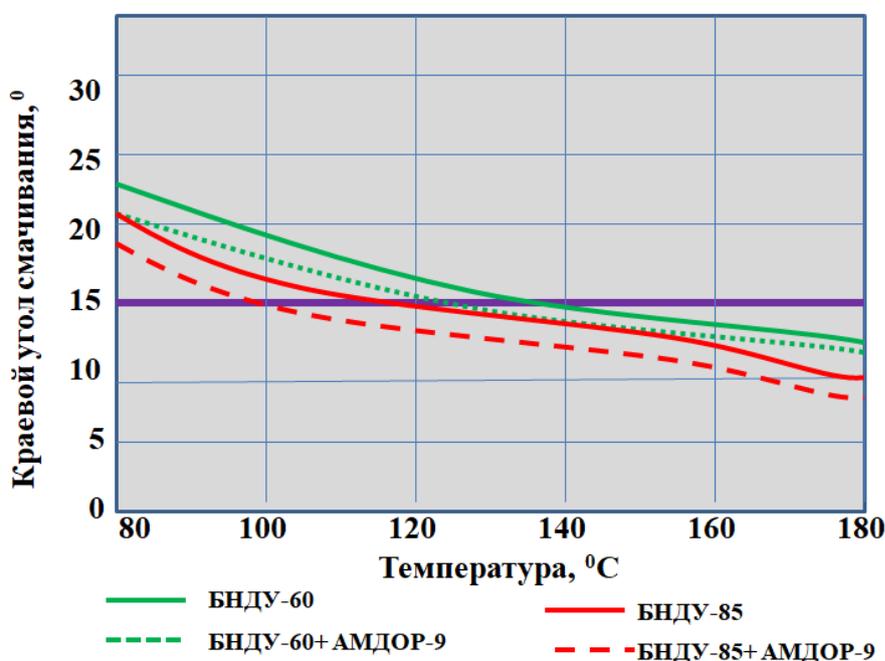


Рис. 1. – Влияние адгезионной добавки на изменение краевого угла смачивания битумов марок БНДУ

Введение поверхностно-активного вещества позволяет снизить пороговую температуру при приготовлении на 10-15 °С, что, по-видимому, может дать возможность регулирования технологическими температурами при приготовлении асфальтобетонных смесей [7].

Анализируя сложившуюся на сегодня конъюнктуру рынка битумных материалов, хочется отметить наличие положительных тенденций связанных с разработкой новых продуктов [8,9], однако существуют и некоторые недоработки, требующие пристального внимания, как заказчиков, так и производителей [10,11]. Сегодня, улучшение качества битумных вяжущих применяемых для целей дорожного строительства возможно в случае тесного взаимодействия специалистов нефтеперерабатывающей отрасли совместно с ведущими научно-исследовательскими центрами и строительными организациями занимающимися проблемами дорожно-транспортного сектора.

Литература

1. Гун Р.Б. Нефтяные битумы. М.: Химия, 1973. – 432с.
2. Худякова Т.С. О нормативных требованиях к дорожному битуму как материалу целевого назначения // Вестник ХНАДУ. - 2008. - №40. - С. 21-24.
3. Печёный Б.Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия, 1990. – 256с.
4. Золотарев В.А. Битумы, модифицированные полимерами и добавками. - СПб.: Славутич, 2013. - 152 с.
5. А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. Дорожные битумы. - М.: Транспорт, 1973. - 260 с.
6. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. - М.: Химия, 1986. - 216 с.
7. Черных Д.С., Строев Д.А., Задорожний Д.В. и др. Оценка влияния количества асфальтогранулята и технологии его подачи на свойства



приготавливаемых асфальтобетонных смесей // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2197.

8. Руденский А.В., Калгин Ю.И. Дорожные асфальтобетонные покрытия на модифицированных битумах. / Воронеж. Гос. Арх.-строит. Ун-т. – Воронеж, 2009. – 143 с.

9. Loaded wheel testers in the United States: state of the practice. L.Allen Cooley Jr., Prithvi S. Kandhal, M. Shane Buchanan, and other., NCAT Report 00-04, 2000.-15p.

10. Validation of Asphalt binder and mixture tests that measure rutting susceptibility, Kevin D. Stuart, Walaa S. Mogawer, and Pedro Romero, FHWA-RD-99-204, 2000.- 324 p.

11. Николенко М.А., Бессчетнов Б.В. Повышение длительной трещиностойкости асфальтобетона дорожных покрытий // Инженерный вестник Дона, 2012, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/856.

References

1. Gun R.B. Neftjanye bitumy [Petroleum bitumens]. М.: Himija, 1973. 432p.
2. Hudjakova T.S. Vestnik HNADU. 2008. №40. pp. 21-24.
3. Pechjonyj B.G. Bitumy i bitumnye kompozicii [Bitumen and bitumen compositions]. М.: Himija, 1990. 256 p.
4. Zolotarev V.A. Bitumy, modificirovannye polimerami i dobavkami [Bitumen modified with polymers and additives]. SPb.: Slavutich, 2013. 152 p.
5. A.S. Kolbanovskaja, V.V.Mihajlov. Dorozhnye bitumy [Road bitumen]. М.: Transport, 1973. 260 p.
6. Laboratornye raboty i zadachi po kolloidnoj himii [Laboratory work and tasks on colloid chemistry]. М.: Himija, 1986. 216 p.
7. Chernykh D.S., Stroev D.A., Zadorozhniy D.V. i dr. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2197.



8. Rudenskij A.V., Kalgin Yu.I. Dorozhnye asfal'tobetonnye pokrytija na modificirovannyh bitumah [Road asphalt-concrete coatings on modified bitumens]. Voronezh. Gos. Arh.-stroit. Un-t. Voronezh, 2009. 143 p.

9. Loaded wheel testers in the United States: state of the practice. L.Allen Cooley Jr., Prithvi S. Kandhal, M. Shane Buchanan, and other. NCAT Report 00-04, 2000. 15p.

10. Validation of Asphalt binder and mixture tests that measure rutting susceptibility, Kevin D. Stuart, Walaa S. Mogawer, and Pedro Romero, FHWA-RD-99-204, 2000. 324p.

11. Nikolenko M.A., Besschetnov B.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/856.