

РОССИЙСКИЕ БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ В СВЕТЕ НОВЫХ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К НИМ

Нефтяной битум является основным видом вяжущего, используемого в качестве компонента дорожных асфальтобетонных смесей, не только в России. Проблема низкого качества дорожного битума отечественного производства периодически поднимается при обсуждении вопроса о поиске путей обеспечения повышенного срока службы дорожных покрытий. И это притом, что в стране с 2014 года введены в действие новые стандартные требования к дорожному битуму – ГОСТ 33133-2014 «Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Технические требования».

Данный стандарт, как было заявлено разработчиками, ужесточил требования к этому важнейшему по значимости дорожно-строительному материалу целевого назначения. Результаты комплексных испытаний дорожного битума в пробах, поступивших на асфальтобетонные заводы Санкт-Петербурга в 2019 году, и комментарии к ним были опубликованы (В ожидании чуда // Дорожная держава. №95. Апрель, 2020). Результаты анализа данных входного контроля качества битумных вяжущих, накопленных нами в 2020 году, могут, на наш взгляд, представлять интерес для более широкого круга специалистов дорожной отрасли.

Основными производителями дорожного битума, поступающего на рынок Санкт-Петербурга, традиционно являются ООО «КИНЕФ» и АО «Газпромнефть-МНПЗ». Уместно напомнить, что по результатам комплексных испытаний 2019 года различие в значениях показателей физико-механических свойств дорожного битума марки БНД 60/90, изготавливаемого в соответствии с требованиями ГОСТ 22245-90, и БНД 70/100, производимого по ГОСТ 33133-2014, не было выявлено. Битумы этих марок в промышленных партиях поставок на асфальтобетонные заводы при соответствии по качеству требованиям нормативных документов характеризовались в одинаковой степени широким диапазоном значений показателей физико-механических свойств.

В 2020 году асфальтобетонные заводы Санкт-Петербурга принимали в основном битум дорожный вязкий марки БНД 70/100 указанных выше производителей. Результаты анализа данных комплексных испытаний битума, традиционно выполняемых службой заказчика с целью отслеживания качества материалов, поступающих на дорожный рынок города, представ-

ленные в табл. 1, подтверждают соответствие, как правило, качества битума требованиям нормативного документа. Однако значения показателей, в том числе и обуславливающих потребительские свойства асфальтобетонного покрытия, в разных партиях товарной продукции одной марки по-прежнему варьируются в широких пределах.

Принципиальным отличием дорожного битума, изготавливаемого АО «Газпромнефть-МНПЗ», от битума ООО «КИНЕФ» является более широкий диапазон значений показателя «динамическая вязкость при 60°C» как до, так и после прогрева по методике RTFOT. По значению этого показателя, важнейшего с точки

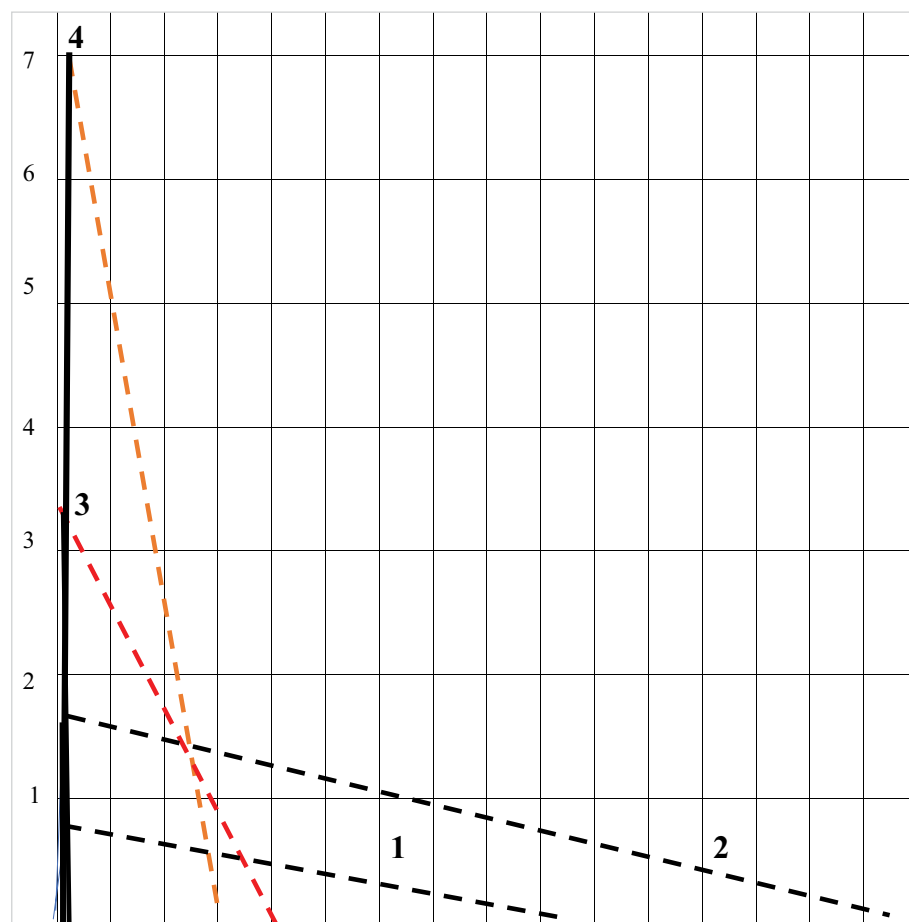


Рис. 1. Тип реологических зависимостей от растяжимости усилия при растяжении при 25°C битума марки БНД 70/100, характеризующегося минимальной и максимальной вязкостью при 60°C после прогрева по методу RTFOT (1, 2 – до прогрева, 3, 4 – после прогрева)

Табл. 1. Диапазон значений показателей физико-механических свойств битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 70/100 производства ООО «КИНЕФ» и АО «Газпромнефть-Московский НПЗ» в пробах, отобранных из промышленных партий товарной продукции, поступивших на асфальтобетонные заводы Санкт-Петербурга в 2020 году

Наименование показателя	Требования ГОСТ 33133-2014 к БНД 70/100	Диапазон фактических значений показателей физико-механических свойств битума производства:	
		ООО «КИНЕФ»	АО «Газпромнефть- МНПЗ»
Основные показатели:			
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	71-100	75 ÷ 93	70 ÷ 98
Температура размягчения, °C	Не ниже 47	47 ÷ 51	47 ÷ 51
Растяжимость при 0°C, см	Не менее 3,7	3,5 ÷ 4,4	3,3 ÷ 4,3
Температура хрупкости, °C	Не выше минус 18	-	-
Температура вспышки, °C	Не ниже 230	Более 300	Более 300
Изменение массы образца после старения* %	Не более 0,6	0,00 ÷ -0,06	-0,08 ÷ -0,60
Изменение температуры размягчения после старения*, °C	Не более 7	5 ÷ 8	5 ÷ 8
Дополнительные показатели для исходного битума:			
Глубина проникания иглы при 0°C	Не менее 21	23 ÷ 29	22 ÷ 28
Растяжимость при 25°C, см	Не менее 62	103 ÷ >140	81 ÷ >140
Максимальное усилие при растяжении при 25° C, Н	Для набора статистических данных	1,1 ÷ 1,7 при 0,4 ÷ 0,9 см	1,0 ÷ 1,8 при 0,3 ÷ 0,7 см
Результаты оценки эксплуатационной надежности в составе асфальтобетонной смеси:			
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	-	164 ÷ 274	70 ÷ 209
Глубина проникания иглы при 25°C после прогрева, % от первоначальной величины	-	63 ÷ 68	58 ÷ 66
Растяжимость при 25°C после прогрева*, см	-	35 ÷ 69	30 ÷ 81
Максимальное усилие при растяжении при 25°C после прогрева*, Н	-	3,5 ÷ 5,5 при 0,8 ÷ 1,0 см	3,3 ÷ 6,9 при 0,6 ÷ 0,9
Температура размягчения после прогрева*, °C	-	54 ÷ 58	52 ÷ 58
Динамическая вязкость при 60°C после прогрева*, Па·с	-	570 ÷ 1 077	193 ÷ 1 263
Коэффициент возрастания динамической вязкости при 60°C после прогрева*	-	3,1 ÷ 4,8	3,0 ÷ 4,9
Различие значений показателя «динамическая вязкость» при 60°C после прогрева битума марки БНД 70/100 в разных партиях товарной продукции	-	в 1,9 раза	в 6,5 раза

Табл. 2. Соответствие требованиям ГОСТ 58400.1-2019 битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 70/100 производства ООО «КИНЕФ» и АО «Газпромнефть-Московский НПЗ» в пробах, отобранных из промышленных партий товарной продукции, поступивших на асфальтобетонные заводы Санкт-Петербурга в 2020 году

Наименование показателя	Требования ГОСТ 33133-2014 к БНД 70/100	Значение показателей физико-механических свойств битума марки БНД 70/100 производства:					
		ООО «КИНЕФ»			АО «Газпромнефть-Московский НПЗ»		
		минимальной вязкости	промежуточным значением вязкости	максимальной вязкости	минимальной вязкости	максимальной вязкости	
Основные показатели:							
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	71-100	96	86	75	98	74	
Температура размягчения, °C	Не ниже 47	47	49	50	48	51	
Растяжимость при 0°C, см	Не менее 3,7	4,1	4,7	4,0	3,5	4,3	
Изменение массы образца после старения* %	Не более 0,6	-0,07	-0,09	-0,06	-0,34	-0,32	
Изменение температуры размягчения после старения, °C	Не более 7	6	6	7	4	7	
Дополнительные показатели для исходного битума:							
Глубина проникания иглы при 0°C	Не менее 21	29	28	24	27	26	
Растяжимость при 25°C, см	Не менее 62	Более 140	110	Более 140	89	109	
Индекс пенетрации	Минус 1 ÷ плюс 1	-0,3	-0,1	-0,2	0,1	0,1	
Максимальное усилие при растяжении при 25°C, Н	Для набора статистических данных	0,8 при 0,9 см	1,2 при 0,5 см	1,2 при 0,6 см	1,0 при 0,5 см	1,6 при 0,7 см	
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	Дополнительная информация для прогнозирования работоспособности в асфальтобетонном покрытии	131	194	229	70	300	
Глубина проникания иглы при 25°C после прогрева, % от первоначальной величины		68	65	65	63	66	
Растяжимость при 25°C после прогрева*, см		101	32	29	81	23	
Максимальное усилие при растяжении при 25°C после прогрева, Н		2,5 при 0,8 см	3,7 при 1,0 см	5,5 при 0,9 см	3,3 при 0,8 см	5,6 при 1,1 см	
Температура размягчения после прогрева*, °C		53	56	57	52	58	
Динамическая вязкость при 60°C после прогрева, Па·с		384	687	934	193	1263	
Коэффициент возрастания динамической вязкости при 60°C после прогрева		2,9	3,5	4,1	2,8	4,2	
Марка по PG			PG 58-28	PG 64-28	PG 64-22	PG 58-22	PG 64-22

зрения обеспечения устойчивости асфальтобетонного покрытия к сдвиговым деформациям, битумы одной марки БНД 70/100 производства АО «Газпромнефть-МНПЗ» могут различаться в 6,5 раза, по сравнению с битумом этой марки, изготовленным ООО «КИНЕФ» (в 1,9 раза). Вязкость битума напрямую характеризует его когезионную прочность при воздействии растягивающего усилия. Зависимость усилия при растяжении при 25°C битума до и после прогрева по методике RTFOT от величины растяжения представлена на рис. 1. Чем выше вязкость битума, тем большее усилие требуется для разрушения его внутренней структуры.

Комплексный подход к оценке физико-механических свойств дорожного битума, используемый в Санкт-Петербурге на протяжении более 20 лет, позволяет не только получить наиболее полную информацию о битуме как товарной продукции НПЗ, поступившей на АБЗ, но и прогнозировать его свойства непосредственно в составе свежеприготовленной асфальтобетонной смеси. Многолетний мониторинг состояния дорожных покрытий, устраиваемых с использованием битумного вяжущего того или иного зафиксированного качества, подтверждает правильность такого прогноза.

В строительный сезон при массовом выпуске промышленных партий асфальтобетонных смесей уловить и отсортировать партию битума, характеризующегося низкой вязкостью, невозможно. Приходится доверять паспорту качества, оформленному изготовителем битума, а также результатам оперативной оценки лабораторией АБЗ таких показателей битума в пробах, отобранных из поступившей партии, доставленной автотранспортом, как «температура размягчения» и «глубина проникания иглы при 25°C». К этому времени битум уже перекачан в сырьевую емкость или даже использован при изготовлении асфальтобетонной смеси. Разброс значений показателей физико-

механических свойств битума автоматически приводит к неоднородности качества асфальтобетонной смеси, и, как результат, к появлению пластической колеи на дорожном покрытии, устроенном всего три-четыре недели назад, или на отдельных его участках. Возникает вопрос: кто виноват? Опять подрядчик?!

В динамических условиях испытания по методу RTFOT нефтяной битум в тонкой пленке подвергается интенсивному воздействию кислорода воздуха, вступающего в химические реакции с активными соединениями битума, присутствующими практически во всех фракциях его компонентного состава (кроме парафино-нафтеновых). При этом происходит увеличение содержания смол и асфальтенов. Чем выше температура и длительность пребывания битума в указанных условиях, тем глубже происходит процесс, приводящий к повышению когезионной прочности (вязкости) битума. Интенсивность так называемого процесса химического старения битума одной марки зависит от особенностей его химического состава, который напрямую зависит от состава исходного нефтяного сырья. Так, битумы, характеризующиеся одинаковым значением показателя «динамическая вязкость при 60°C», после прогрева по методике RTFOT могут различаться по значению этого показателя и, соответственно, характеризоваться разной сдвиговой устойчивостью при одинаковых положительных температурах испытаний, что обусловлено их разной склонностью к старению.

Результаты анализа данных, полученных при испытании битума марки БНД 70/100 по методикам ГОСТ Р 58400.1-2019, свидетельствуют о том, что из-за различий в значениях показателя «динамическая вязкость при 60°C» (как до, так и после прогрева по методике RTFOT) битумы одной и той же марки БНД 70/100 могут быть идентифицированы под разными марками по показателю P, а именно: 64 и 58 (табл. 2). Чем выше

значение показателя «динамическая вязкость при 60°C» битума, тем выше значение показателя «сдвиговая устойчивость» ($G^*/\sin \delta$) при эксплуатационных температурах в летнее время.

Прогрев в статических условиях в замкнутом объеме по методу PAV (высокая температура, повышенное давление) способствует прохождению в слое битума иных сложных, не поддающихся прогнозированию процессов, таких как уплотнение, конденсация, полимеризация соединений, входящих в состав вяжущего. В массе битума накапливаются газообразные продукты этих реакций, которые можно наблюдать в виде пузырьков на глянцевой поверхности образца битума, извлеченного из аппарата (рис. 2), количество которых зависит от особенностей химического состава соединений, содержащихся в маслах, смолах и асфальтенах битумов одной марки, изготавливаемых из исходного нефтяного сырья переменного состава по разным технологиям (прямое окисление гудрона, компаундирование сырья и готового продукта и др.). В результате когезионная прочность битума также увеличивается, но в этом случае интенсивность процесса уплотнения напрямую не зависит от вязкости битума. В связи с колебанием химического состава исходного нефтяного сырья и изготовленного из него битума, даже при одинаковом значении вязкости исходного битума его сдвигоустойчивость при низкой температуре может значительно отличаться, что приводит к идентификации битума под разными значениями показателя G: 22 и 28 (табл. 3).

Таким образом, битум нефтяной дорожный вязкий одной марки БНД 70/100 в разных партиях поставки товарной продукции НПЗ по значению показателей, регламентируемых требованиями ГОСТ Р 58400.1-2019, может соответствовать разным маркам, что фактически свидетельствует о принципиально различной эксплуатационной надежности асфальтобетонных

Табл. 3. Сдвиговая устойчивость битумов марки БНД 70/100, характеризующихся одинаковыми значениями показателя «динамическая вязкость при 135°C»

Наименование показателя	Фактические значения показателей для битума производства ООО «КИНЕФ»	
До прогрева:		
Динамическая вязкость битума при 135°C, Па·с	0,42	0,42
Сдвиговая устойчивость $G^*/\sin\delta$ при 10 рад/с, кПа, при:		
58°C	2,26	-
64°C	1,27	1,16
70°C	0,62	0,57
После прогрева по методике RTFOT:		
Изменение массы после прогрева, %	-0,04	-0,09
Динамическая вязкость битума при 135°C, Па·с	0,62	0,70
Сдвиговая устойчивость $G^*/\sin\delta$ при 10 рад/с, кПа, при:		
58°C	6,21	-
64°C	2,91	3,05
70°C	1,38	1,47
После прогрева по методике PAV:		
Сдвиговая устойчивость $G^*/\sin\delta$ при 10 рад/с, кПа, при:		
28°C	880	814
25°C	1237	1147
22°C	1699	1577
Низкотемпературная устойчивость при -12°C:		
жесткость	65,7	60,3
параметр m	0,333	0,334
-18°C:		
жесткость	137,5	121,7
параметр m	0,296	0,306
Марка битумного вяжущего по ГОСТ Р 58400.1-2019	PG 64-22	PG 64-28

покрытий, устраиваемых с применением этого вида битумного вяжущего.

Результаты лабораторных расширенных комплексных испытаний дорожного битума марки БНД 70/100 в пробах, отобранных из промышленных партий товарной продукции разных производителей, поступивших на асфальтобетонные заводы Санкт-Петербурга в 2020 году, в очередной раз свидетельствуют не только о недостаточности их потребительских свойств, но и о нестабильности качества этого вида дорожно-строительного материала в пределах одной

марки, в том числе и по показателям физико-механических свойств, напрямую определяющим эксплуатационную надежность асфальтобетонных покрытий. По этой причине при выпуске промышленных партий асфальтобетонных смесей периодически наблюдается сбой качества и отступление от рецептур, согласованных с заказчиком. Удивительно, но ответственность за преждевременное разрушение дорожного покрытия из-за некачественной смеси остается только за АБЗ.

Светом в окошке для дорожников может показаться переход в нашей

стране на более тонкую маркировку битумных вяжущих по PG (ГОСТ Р 58400.1-2019). Однако качество и переменный состав перерабатываемой в настоящее время нефти не позволяют отечественным производителям обеспечивать стабильный выпуск промышленных партий дорожного битума даже марки БНД, требования ГОСТ 33133-2014 к которому регламентируются в довольно широких пределах значений показателей физико-механических свойств, а вот пересортица по маркам вяжущего, изготавливаемого по требованиям нового стандарта, у каждого из них заранее обеспечена.



Рис. 2. Снимок поверхности образца битума после прогрева в печи PAV

Единственным выходом из существующего положения является замена исходного нефтяного сырья переменного состава (состоящего из смеси легких и средних по вязкости нефтей), перерабатываемого в настоящее время всеми отечественными НПЗ с главной целью выпуска топлива и масел, на тяжелые нефти, целевая переработка которых позволит производить битум, по потребительским свойствам действительно дорожный. Результаты зарубежного и имеющегося в нашей стране многолетнего, положительного с точки зрения получения технико-экономических преимуществ, опыта работы с битумом, произведенным из тяжелой нефти Ярегского месторождения Республики

Коми, освещены в многочисленных публикациях, выступлениях на конференциях, однако до настоящего времени не нашли отклика со стороны регуляторов отрасли.

Сегодня на высоком уровне активно обсуждается вопрос создания в разных регионах России битумных терминалов с целью обеспечения сезонной доступности асфальтобетонных заводов к этому виду дорожно-строительного материала. Хорошо это? Безусловно, да – для производителей битума, поскольку позволит увеличить объемы производства и сбыта своей товарной продукции, да еще за счет средств федерального бюджета! Бери больше,

кидай дальше! При этом кто-нибудь задался вопросом, а все ли сделано для того, чтобы дорожная отрасль страны наконец-то стала получать такой по качеству битум, который способен не только сегодня, но и в последующие годы обеспечивать установленные сроки безремонтной службы дорожных покрытий?

На сегодняшний день основной проблемой дорожной отрасли России является не недостаток объема промышленного выпуска дорожного битума, а неспособность его обеспечивать долговечность дорожных покрытий в связи с низкими эксплуатационными характеристиками, причем независимо от того, под какой маркой он изготовлен. Вероятность достижения целей, намеченных национальным проектом «Безопасные и качественные дороги», «Комплексным планом модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года» по обеспечению 12-летнего безремонтного срока службы дорожных асфальтобетонных покрытий на дорогах, как федерального, регионального значения, так и муниципальных, без организации в стране производства поистине дорожного битума представляется весьма сомнительной. Об этом свидетельствуют результаты постоянно осуществляемого мониторинга дорожных покрытий, устраиваемых с использованием в качестве вяжущего не только битума, но и полимерно-битумных вяжущих, изготавливаемых на его основе, срок службы которых на грузонапряженных трассах не превышает в лучшем случае двух-трех лет.

Т.С. Худякова,
канд. техн. наук,
Н.В. Кочура,
инженер лаборатории СПб ГКУ
«Дирекция транспортного
строительства»

*(Окончание статьи
в следующем номере)*