

ДОРОЖНЫЕ БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ

УДК 665.775

ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ВЯЗКИХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ
В ЕВРОПЕЙСКОМ СОЮЗЕ И КОНЦЕПЦИЯ ДСТУ 4044

В.А. Золотарев, проф., д.т.н., Я.И. Пыриг, с.н.с., к.т.н., А.В. Галкин, с.н.с., к.т.н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Приведен анализ особенностей стандартизации вязких и твердых нефтяных дорожных битумов в Европейском Союзе. Рассмотрены европейские стандарты на твердые битумы и битумы мультиград, которые находят широкое применение для производства асфальтобетонов с повышенным модулем упругости.

Ключевые слова: вязкий битум, твердый битум, битум мультиград, ДСТУ 4044.

ОСОБЛИВОСТІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ В'ЯЗКИХ ДОРОЖНИХ БІТУМІВ
В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ ТА КОНЦЕПЦІЯ ДСТУ 4044

В.О. Золотарьов, проф., д.т.н., Я.І. Пиріг, с.т.с., к.т.н., А.В. Галкін, с.н.с., к.т.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Наведено аналіз особливостей стандартизації в'язких і твердих нафтових дорожніх бітумів у Європейському Союзі. Розглянуто європейські стандарти на тверді бітуми та бітуми мультиград, які знаходять широке застосування для виробництва асфальтобетонів із підвищеним модулем пружності.

Ключові слова: в'язкий бітум, твердий бітум, бітум мультиград, ДСТУ 4044.

STANDARDIZATION FEATURES OF PAVING GRADE BITUMENS
IN THE EUROPEAN UNION AND THE CONCEPT OF DSTU 4044

V. Zolotariov, Prof., D. Sc. (Eng.), Y. Pyrih, Ph. D. (Eng.), Sr. Researcher, A. Galkin,
Ph. D. (Eng.), Sr. Researcher, Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. The standardization features of paving grade and hard petroleum bitumen in the European Union are analysed. The European standards for hard bitumens and multigrade bitumen, which are widely used for the production of asphalt concrete with an increased modulus of elasticity are considered.

Key words: paving grade bitumen, hard paving grade bitumen, multigrade bitumen, DSTU 4044.

Введение

Качество стандартизации продукции свидетельствует о техническом уровне развития промышленности в той или другой стране. Это относится и к основным битумным вяжущим, собственно к битумам. Основным принципом европейского подхода является наднациональная стандартизация битумов в

33 странах – членах Европейского Комитета по нормализации (CEN) с учетом национальных особенностей.

Анализ публикаций

Понятие «битумные вяжущие» объединяет битумы дорожного и промышленного (индустриального) применения. Группа вяжущих

дорожного применения включает: «Битумы дорожные» (EN 12591), «Битумы дорожные твердые» (EN 13924-1), «Битумы дорожные мультиград» (EN 13924-2), «Битумы, модифицированные полимерами» (EN 14023), «Битумы текучие и разжиженные» (EN 15322), «Битумные эмульсии катионные» (EN 13808). Среди перечисленных первостепенный интерес представляют дорожные битумы, стандарты на которые адаптируются в Республике Беларусь, Российской Федерации и Украине.

Цель и постановка задачи

Целью работы был анализ технических условий на вязкие битумы, твердые дорожные битумы и битумы мультиград, которые находят широкое применение в странах Европейского Союза.

Анализ технических условий на дорожные битумы

Технические требования и методы испытаний, включенные в эти стандарты, нормируются на основе физико-механической сущности и предназначения показателей в различных условиях и делятся на основные и дополнительные. К основным относятся: консистенция при промежуточной температуре, характеризующаяся пенетрацией при 25 °С; консистенция при повышенной температуре, определяемая по температуре размягчения; стойкость против затвердевания, оцениваемая по изменению пенетрации, температуры размягчения и массы под влиянием технологической температуры и продувки воздухом; стойкость против воспламенения, определяемая по Кливленду в открытом тигле; определение растворимости. К дополнительным требованиям относятся: изменение консистенции с температурой, отражаемое индексом пенетрации; динамическая вязкость, определяемая при 60 °С; хрупкость при низкой температуре, оцениваемая показателем хрупкости, определяемым по методу Фрааса; технологическая вязкость (кинематическая или/и динамическая) при высоких температурах. Некоторые показатели не нормируются, но могут быть использованы для обеспечения особых региональных требований: истинная плотность, температурная зависимость консистенции.

В качестве перспективных показателей на будущее, стандарты на все дорожные битумы включают характеристики: температуру трещиностойкости, определяемую как температура эквимодульности (модуль равен 300 МПа, или коэффициент пластичности – 0,3) на балочном реометре; комплексный модуль сдвига при температуре 15 °С и частоте 10 Гц; температуру, отвечающую отношению комплексного модуля сдвига к синусу угла механических потерь; устойчивость к старению при высокой температуре и давлении 2,1 МПа. Таким образом, стандарты определяют направления дальнейшей стандартизации битумов.

Особенности оценки качества традиционных дорожных битумов по EN 12591-2009, в сравнении с украинским стандартом ДСТУ 4044-2001, рассматривались [1, 2]. В то же время новые разновидности твердых битумов практически не анализировались из-за отсутствия для них нормативной базы, хотя выход на рынки этих битумов под марками отдельных фирм уже был очевиден [3, 4]. Эти битумы уже получили достаточно широкое распространение для производства асфальтобетонов с повышенным модулем упругости (9400 МПа по сравнению с 5000 МПа асфальтобетонов на традиционных битумах по номенклатуре EN 12591). Таким образом, в ЕС намечается тенденция повышения жесткости асфальтобетонных покрытий в условиях возрастающих грузоподъемности транспортных средств и интенсивности движения. Складывается впечатление, что западные дорожники не уделяют надлежащего внимания температурной трещиностойкости покрытий.

За длительный период производства и применения дорожных битумов сложились устойчивые представления о взаимосвязи между основными показателями их качества. В основу этих взаимосвязей был положен принцип изменения различных свойств битумов с изменением их консистенции. Основные зависимости сводились к тому, что с понижением консистенции (ростом пенетрации) растет температура размягчения, снижается температура хрупкости, уменьшается остаточная пенетрация и увеличивается прирост температуры размягчения после старения в разной степени в зависимости от метода испытания, уменьшается температура вспышки, повышается динамическая вяз-

кость, проходит через максимум растяжимость при 25 °С и сцепление с поверхностью каменных материалов. Всем этим закономерностям отвечают классы битумов, относящихся к EN 12591 и EN 13924 (табл. 1). При этом твердый битум 15/25 ненамного превосходит по температуре размягчения битум 20/30 по устойчивости к старению, температуре вспышки, динамической и кинетической вязкости. В то же время он более хрупок, чем обычный битум. Следовательно, повышение твердости, обусловленное простым уменьшением пенетрации, не приводит к большим преимуществам. Можно ожидать опасного трещинообразования покрытий, а также больших осложнений, технологических и энергетических, из-за необходимости нагрева смесей до высоких температур, а само их применение может ограничиваться слоями оснований.

Битумы мультиград, классифицированные по EN 13924-2, принципиально отличаются от двух предыдущих. Их температура размягчения с ростом пенетрации не понижается, а повышается (рис. 1). Здесь обнаруживается эффект, наблюдаемый при расслоении битумов, модифицированных большим количеством СБС, когда в верхнем слое хранилища образуется система с большой пенетрацией и очень высокой температурой размягчения. Этот эффект может быть обусловлен не свойствами системы (среда масел, адсорбированная полимером), а неприменимостью к ним температуры размягчения как характеристики теплостойкости [5].

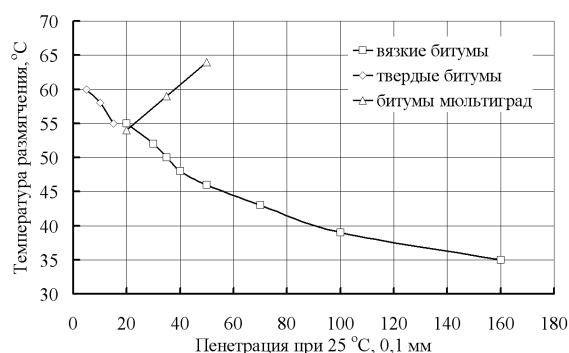


Рис. 1. Зависимость нижнего нормированного значения границы температур размягчения от пенетрации для вязких и специальных (твердых и мультиград) дорожных битумов, согласно норм европейской стандартизации

Эффект может быть тем большим, чем больше в составе сырья ароматических углеводо-

родов. Подобным эффектом может быть объяснена и пониженная на 6–7 °С, по сравнению с традиционным битумом (EN 12591), температура хрупкости. Принимая во внимание высокие значения индекса пенетрации, широкий интервал пластичности и высокие температуры размягчения без проявления этим битумом эластичности, можно предположить, что для управления его свойствами может быть использован высокодисперсный термопластичный, наполнитель с параметром растворимости близким к параметру растворимости углеводородной среды битумов. Об этом же может свидетельствовать и повышенная остаточная пенетрация.

Приведенные на рис. 2 зависимости между температурой размягчения, пенетрацией и индексом пенетрации свидетельствуют о битумах мультиград, полученных методом направленного компаундирования. Во всех трех европейских стандартах отсутствует показатель растяжимости при 25 °С, что оправдано для типичных дистилляционных битумов, классифицированных EN 12591. Благодаря тяжелому высокосмолистому сырью, они характеризуются растяжимостью более 100 см. В то же время было бы полезно определять их растяжимость при 0 °С; при этом можно было бы ожидать [6] их хрупкого разрыва. Это же относится и к твердым битумам (EN 13924-1), у которых крайне высокая температура хрупкости. Кроме того, в отношении битумов мультиград определение растяжимости при 25 °С было бы информативным в аспекте оценки степени однородности их структуры. Принимая во внимание большие индексы пенетрации, в объективности которых можно сомневаться, можно полагать, что эти битумы представляют собой систему со структурой типа гель, устойчивость которых обеспечивается выбором пластифицируемого маслами наполнителя.

Применение высококонсистентных битумов с пенетрацией при 25 °С ниже $40 \times 0,1$ мм традиционно требует высоких температур, отвечающих вязкости 0,5 Па·с (для дистилляционных битумов – 0,2 Па·с). Стандарты EN не содержат таких сведений, что затрудняет выбор технологических режимов приготовления асфальтобетонных смесей. Кроме того, стандарты EN не содержат характеристик сцепления битумов с эталонной поверхностью, что необходимо для объективной оценки адгезионной активности.

Стандарт ДСТУ 4044-2001 является нормативным документом, регламентирующим технические требования к окисленным дорожным вязким битумам. По своей сути и структуре он является логическим продолжением ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия». Эти стандарты отличаются тем, что из ДСТУ 4044-2001 исключены битумы марок

БН, сокращена номенклатура марок, исключен показатель пенетрации при 0 °С, введены показатели оценки старения по изменению массы и остаточной пенетрации, введен показатель сцепления со стеклом и содержания парафинов, изменены пределы индексов пенетрации.

Таблица 1 Технические требования к специальным и вязким дорожным битумам

Показатель	Марки по EN 12591-2009								Классы по EN 13924-1			Классы по EN 13924-2				Марки по ДСТУ 4044-2001			
	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220	2	3	4	2	3	4	5	40/60	60/90	90/130	130/200
Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	20-30	30-45	35-50	40-60	50-70	70-100	100-150	160-220	15-25	10-20	5-15	20-30	35-50	50-70	-	40-60	61-90	91-130	131-200
Температура размягчения, °С	55-63	52-60	50-58	48-56	46-54	43-51	39-47	35-43	55-71	58-78	60-76	54-64	59-69	64-74	-	51-57	47-53	43-49	39-45
Стойкость к твердению	Изменение массы, не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	0,5	-	-	0,5	-	-	-			
	Остаточная пенетрация, не менее	55	53	53	50	50	46	43	37	55	-	-	50	60	-	-	60	55	50
	Изменение температуры размягчения, не более	8-10	8-11	8-11	9-11	9-11	9-11	10-12	11-12	8	10	-	8	10	12	-	6	6	6
Температура вспышки, °С не менее чем	240	240	240	230	230	230	230	220	235	245	-	220	235	250	-	240	230	230	220
Температура хрупкости, °С не выше чем	-	-5	-5	-7	-8	-10	-12	-15	0	3	-	-8	-12	-15	-17	-10	-12	-15	-17
Индекс пенетрации	-1,5...+0,7								-	-	-	+0,1...+1,5	+0,3...+2,0	-	-	-2,0	+1,0		
Динамическая вязкость при 60 °С, Па×с, не менее чем	440	260	225	175	145	90	55	30	550	700	-	300	600	900	1500	-	-	-	-
Кинематическая вязкость при 135 °С, мм ² /с, не менее чем	530	400	370	325	295	230	175	135	600	700	-	200	300	700	1200	-	-	-	-
Динамическая вязкость при 135 °С, Па×с, не менее чем	485	365	340	295	270	210	160	125								-	-	-	-

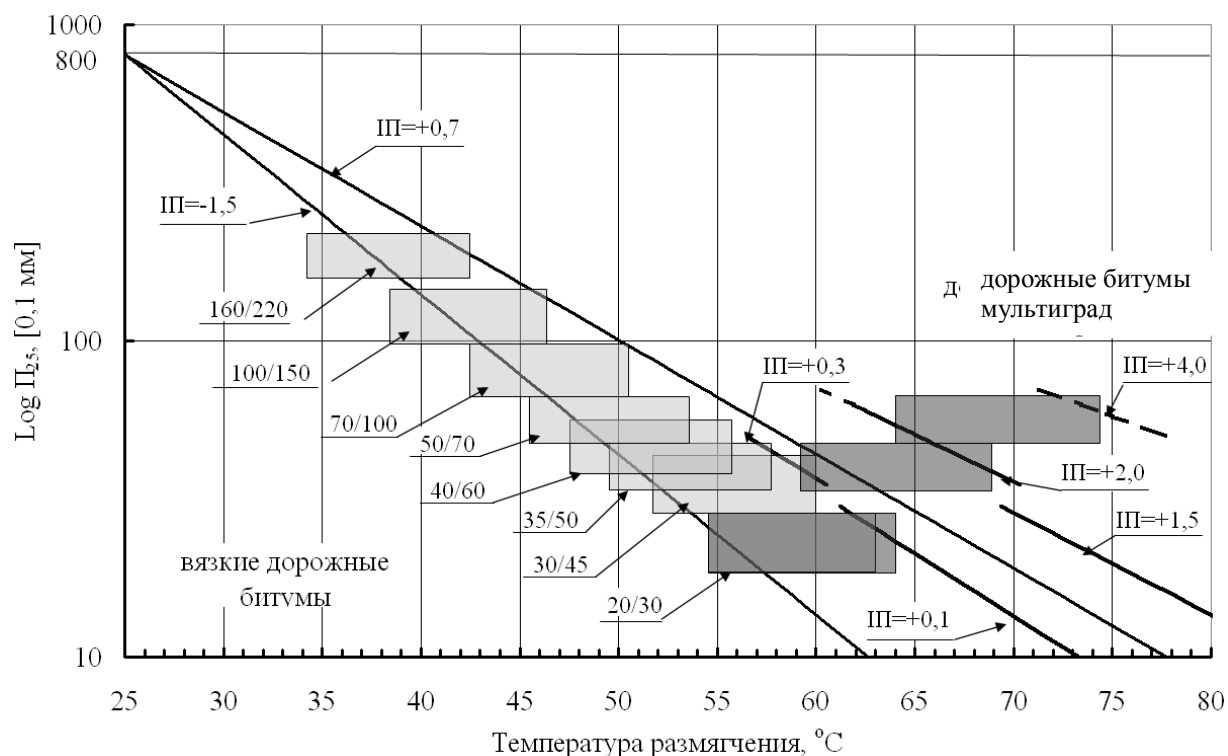


Рис. 2. Взаимосвязь между пенетрацией, температурой размягчения и индексом пенетрации, в соответствии с EN 12591 та EN 13924-2

Стандарт ДСТУ 4044-2001 отличается от EN 12591 отсутствием требований к динамической вязкости при 60 и 135 °C, кинетической вязкости при 135 °C, в нем меньшее количество марок с более широким диапазоном пенетраций; отсутствуют низкопенетрационные битумы (ниже $40 \times 0,1$ мм).

Главным недостатком ДСТУ 4044, по сравнению с EN 12591, является также использование устаревших методов оценки старения (испытания в тонком стационарном слое, в отличие от испытания в перетекающем слое с обдувом горячим воздухом), а также отсутствие вязкостных показателей при повышенных технологических температурах.

При сравнении битумов с одинаковой пенетрацией окисленных и дистилляционных было установлено, что окисленные имеют более высокую (на 4–5 °C) температуру размягчения, на 4–5 °C пониженную температуру хрупкости, меньшую растяжимость при 25 °C и большую при 0 °C, более высокое сцепление с минеральной поверхностью, меньшую устойчивость к старению по TFOT в тонком и перетекающем слое [7].

Общим недостатком европейского и украинского стандартов является отсутствие в них показателя когезии, необходимого для прогнозирования прочности асфальтобетонов и показателя эквивалентной температуры, необходимой для назначения температурных режимов нагрева битума для осуществления качественного перемешивания и уплотнения. Дискуссионным является вопрос объективности индекса пенетрации, определяемого с использованием температуры размягчения.

Приведенные выше соображения о тенденциях изменения температуры размягчения для битумов мультиград (нормированные в пределах +0,1...+2,0 индекса пенетрации) и результаты исследований битумов, модифицированных полимерами, достаточно аргументированно свидетельствуют о необходимости перехода к первоначальной сущности индекса пенетрации, когда для его расчета была использована температура, отвечающая пенетрации ($800 \times 0,1$ мм).

Выводы

В соответствии с изложенными подходами и руководствуясь необходимостью приближения технических требований к европейским,

в проекте национального стандарта ДСТУ 4044, переработка которого начата на кафедре ТДСМиХ ХНАДУ, требования к вязким дорожным битумам разделяются на основные и дополнительные.

Основными показателями качества, включенными в новую редакцию стандарта, являются: глубина проникания иглы при 25 °С (консистенция); температура размягчения (консистенция при высокой температуре); температура хрупкости (трещиностойкость); растяжение при 25 °С (однородность и устойчивость против старения); сцепление со стеклом (адгезионная активность); изменения массы, пенетрации и температуры размягчения после прогрева в тонком слое по ДСТУ и RTFOT (перетекание битума и продувка воздухом).

Дополнительными показателями являются: температура вспышки (пожароопасность); растворимость в углеводородах (однородность); температура, отвечающая пенетрации 800 × 0,1 мм; (прогнозирование сдвига- и колеестойкости); индекс пенетрации (температур) (структурный тип битума); динамическая вязкость при 60 °С (текучесть битума при высоких температурах эксплуатации); когезия (прочность битумной пленки на сдвиг); изменение вязкости при 60 °С после прогрева и продувки воздухом по RTFOT (наиболее чувствительный показатель к старению); температура при вязкости 0,5 Па·с – температура битума при перемешивании асфальтобетонных смесей; температура, отвечающая вязкости 10 Па·с (минимальная температура уплотнения).

В соответствии с европейской классификацией по пределам пенетрации битумы распределяются по маркам на такие: БНД 35/50; БНД 50/70; БНД 70/100; БНД 100/150 и БНД 150/200.

Литература

1. Золотарев В.А. Особенности стандартизации вязких битумов / В.А.Золотарев // Автошляховик України. – 2002. – № 3. – С. 43–46.
2. Ипполитов Е.В. Технология производства битумов / Е.В. Ипполитов, И.Б. Грудников // Химия и технология топлив и масел. – 2000. – № 4. – С. 26–33.
3. Всемирная дорожная ассоциация. Технический комитет «Нежесткие дороги» (С8). Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы и битумы с добавками в дорожном строительстве / пер. с франц. д.т.н. В.А. Золотарева, инж. Л.А. Беспаловой; под общей ред. д.т.н. В.А. Золотарева, д.т.н. В.И. Братчуна. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 228 с.
4. Золотарьов В.О. Порівняльне дослідження властивостей окислених і залишкових бітумів // В.О. Золотарьов, Я.І. Пиріг, А.В. Галкін, С.В. Кудрявцева-Вальдес // Автошляховик України. – 2010. – № 4. – С. 32–37.
5. Кортэ Ж.-Ф. Твердые битумы и высокомолекулярные асфальтобетоны на их основе / Ж.-Ф. Кортэ // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2002.–№ 3.– С. 30–31.
6. Золотарев В.А. Эквивалентная температура как альтернатива температуре размягчения битума / В.А. Золотарев, Я.И. Пыриг, А.В. Галкин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2007. – № 2. – С. 36–39.
7. Золотарев В.А. Сравнительное исследование окисленных и остаточных битумов в статическом и динамическом режимах старения / В.А.Золотарев, И.В.Копинец // Дороги и мосты. – Вып. 35. – 2016. – С. 215–232.

Рецензент: С.Н. Толмачев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.