



В.А. Шорин, А.Ю. Вельсовский, С.А. Мясникова
 Вологодский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗМЯГЧЕНИЯ И ДУКТИЛЬНОСТИ НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В статье приведены результаты исследования температуры размягчения и дуктильности нефтяных дорожных битумов различных производителей. По результатам исследований были выявлены коррелятивные связи между реологическими свойствами и составом нефтяных дорожных битумов. С учетом величины температуры размягчения определены показатели индекса пенетрации нефтяных дорожных битумов. Для ряда битумов марки БНД 70/100 выявлены отклонения от требований ГОСТ 33133-2014, что обосновывает их несоответствие заявляемым маркам битума.

Нефтяные дорожные битумы, реологические свойства, температура размягчения, дуктильность, состав нефтяных дорожных битумов, качество и марки нефтяных дорожных битумов.

Долговечность асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги в значительной мере зависит от природно-климатических факторов и внешних воздействий. Вместе с тем немаловажную роль играют технология производства асфальтобетонной смеси, качество ее уплотнения и свойства применяемых материалов, в частности нефтяного дорожного битума.

Особую роль в этой связи представляют исследования реологических свойств дорожных битумов, а именно температуры размягчения и дуктильности битумов при температурах 0 и 25 °С.

Для оценки величины температуры размягчения и дуктильности нефтяных дорожных битумов, а также их качества были проведены испытания образцов битумов марки БНД 70/100 от различных производителей. Марки битумов и их производители приведены в таблице 1.

Таблица 1

Марки испытуемых битумов и их производители

Заявленная марка	Производитель
БНД 70/100	Ярославский НПЗ
БНД 70/100	Нижегородский НПЗ
БНД 70/100 «Амдор-9»	Нижегородский НПЗ
БНД 70/100	«Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез»
БНД 70/100	Ярославский НПЗ «Славнефть»
БНД 70/100	Киришский НПЗ
БНД 70/100	Ярославский НПЗ (ООО «Дорсервис»)

Определение температуры размягчения битума осуществлялось по методу «Кольцо и шар» по ГОСТ 33142-2014 [1]. Метод испытаний заключается в определении температуры, при которой битум, залитый и остывший внутри колец заданных размеров, в условиях испытания размягчается, а затем соприка-

сается с поверхностью нижней пластинки, перемещаясь под действием стального шарика. Следует отметить, что при продавливании стальным шариком битума, испытание является некорректным и его необходимо повторить. С начала подготовки испытуемого образца битума и до окончания опыта интервал времени должен быть не более 4 часов.

Экспериментальные результаты определения температуры размягчения дорожных битумов различных производителей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Температура размягчения нефтяного дорожного битума от различных производителей

Заявленная марка БНД / Производитель	Температура размягчения, °С	Среднее значение температуры размягчения, °С
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ	43,2; 44,8; 45,4	44,4
БНД 70/100 / Нижегородский НПЗ	46,0; 46,2; 47	46,4
БНД 70/100 «Амдор-9» / Нижегородский НПЗ	46,0; 46,0; 47,2	46,4
БНД 70/100 / ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез»	40,4; 41,2; 41,4	41,0
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ «Славнефть» /	37,0; 37,0; 37,2	37,0
БНД 70/100 / Киришский НПЗ /	42,8; 43,0; 43,4	43,0
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ	42,2; 42,2; 42,8	42,4

Индекс пенетрации определяется по ГОСТ 33134-2014 [2]. Величина индекса пенетрации характеризует степень коллоидности битума или отклонение его состояния от чисто вязкостного.

Для определения индекса пенетрации использовали формулу:

$$\text{ИП} = \frac{30}{1+50A} - 10,$$

где А – коэффициент, рассчитывающийся по формуле:

$$A = \frac{2,9031 - \log \Pi}{T - 25},$$

где Π – глубина проникания иглы при 25 °С,
Т – температура размягчения битума, °С.

$$A_1 = \frac{2,9031 - \log 66,2}{44,4 - 25} = 0,056.$$

$$\text{ИП}_1 = \frac{30}{1+50 \cdot 0,056} - 10 = -2,105.$$

Вычисленные значения индекса пенетрации для испытанных дорожных битумов различных производителей приведены в таблице 3.

Определение значений растяжения образцов битума осуществлялось по ГОСТ 33138-2014 при 25 и 0 °С на дуктилометре ДАФ-980. Метод определения растяжимости заключается в растяжении образца битума при заданной температуре испытания с постоянной скоростью для определения дуктильности битума [3]. Образцы битума следует термостатировать при заданной температуре испытания (0 или 25 °С) в водяной бане в течение 60±2 минут. Также для термостатирования допускается использование ванны дуктилометра.

Результаты проведенных экспериментов приведены в таблице 4.

Таблица 3

Показатели пенетрации нефтяных дорожных битумов при 25 °С

Заявленная марка БНД / Производитель	Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	Температура размягчения, °С	А	Индекс пенетрации (ИП)
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ	66	44,4	0,056	-2,1
БНД 70/100 / Нижегородский НПЗ	66	46,4	0,051	-1,5
БНД 70/100 «Амдор-9» / Нижегородский НПЗ	76	46,4	0,047	-1,0
БНД 70/100 / ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез»	78	41,0	0,052	-1,7
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ «Славнефть»	156	37,0	0,059	-2,4
БНД 70/100 / Киришский НПЗ	99	43,0	0,050	-1,4
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ	104	42,4	0,051	-1,5

Таблица 4

Растяжение битума различных производителей при 25 и 0 °С

Заявленная марка БНД / Производитель	Растяжение при 25 °С, мм	Среднее значение растяжения при 25 °С, мм	Растяжение при 0 °С, мм	Среднее значение растяжения при 0 °С, мм
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ / НПЦ «Оникс»	968; 1067; 1077	1037	33; 44; 53	43
БНД 70/100 / Нижегородский НПЗ	651; 773; 785	736	33; 36; 39	36
БНД 70/100 «Амдор-9» / Нижегородский НПЗ	1064; 1150; 1328	1180	46; 60; 73	60
БНД 70/100 / ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез»	1265; 1291; 1320	1292	67; 72; 74	71
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ «Славнефть» / ООО «Автодороги Вытегры»	788; 824; 827	813	89; 93; 103	95
БНД 70/100 / Киришский НПЗ / ООО «Магистраль»	664; 723; 802	730	46; 58; 59	54
БНД 70/100 / Ярославский НПЗ / «Дорсервис»	689; 738; 847	758	38; 40; 42	40

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Индексы пенетрации образцов, не отвечающих по результатам испытаний требованиям ГОСТ 33133-2014, являются показателями низкой эластичности. По индексу пенетрации испытуемые битумы следует отнести к неэластичными (с показателем ИП менее -2) и малоэластичным (с показателем ИП более -2, но менее -1) [4]. Такого рода битумы обладают большой чувствительностью к изменению температуры, следовательно, имеют узкий интервал пластичности и являются малопригодными для дорожного строительства.

2. Значения температур размягчения, которые по результатам испытаний не отвечают требованиям ГОСТ 33133-2014, так как находятся в диапазоне температур ниже нормативных, позволяют сделать вывод о недостаточном содержании смол и асфальтенов в испытуемых битумах [4]. Недостаточное содержание смол и асфальтенов может приводить к их неудовлетворительной адгезии с поверхностью минеральных зерен, а также к низким показателям эластичности, растяжимости, вязкости, хрупкости и теплоустойчивости.

Литература

1. ГОСТ 33142-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения температуры размягчения. Метод «Кольцо и Шар» : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерально-

го агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.05.2015 № 528-ст : введен 2015-10-01. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 12.05.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. ГОСТ 33134-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Определение индекса пенетрации: издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.05.2015 № 521-ст : введен 2015-10-01. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 12.05.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. ГОСТ 33138-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения растяжимости: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.05.2015 № 524-ст : введен 2015-10-01. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 12.05.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Дорожно-строительные материалы : учебник для вузов / И. М. Грушко, И. В. Королев, И. М. Борщ, Г. М. Мищенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 1991. – 357 с.

V.A. Shorin, A.Y. Velsovsky, S.A. Myasnikova
Vologda State University

STUDY OF SOFTENING TEMPERATURE AND DUCTILITY OF OIL ROAD BITUMEN FROM VARIOUS MANUFACTURERS

The article presents the results of a study of the softening temperature and ductility of petroleum road bitumen from various manufacturers. According to the results of the research, correlative relationships between the rheological properties and the composition of petroleum road bitumen were revealed. Taking into account the softening temperature, the indicators of the penetration index of oil road bitumen were determined. For a number of bitumen grades BND 70/100, deviations from the requirements of all-Union State Standard (GOST) 33133-2014, which justifies their inconsistency with the claimed bitumen grades, were revealed.

Petroleum road bitumen, rheological properties, softening temperature, ductility, composition of petroleum road bitumen, quality and grades of petroleum road bitumen.