

УДК 625.71.8

Хафизов Э.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: hafizov@kgasu.ru

Фомин А.Ю. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: fomin-al.78@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Применение модифицированных битумов для дорожного строительства Республики Татарстан

Аннотация

Осуществлена модификация нефтяных дорожных битумов добавками полимеров класса термоэластопластов. Исследованы основные физико-технические свойства полимерно-битумных вяжущих. Показано, что полученные полимерно-битумные вяжущие могут быть весьма эффективны в составе полимерасфальтобетона для верхних слоев покрытий автомобильных дорог.

Ключевые слова: автомобильная дорога, битум, полимеры, полимерно-битумное вяжущее.

В настоящее время в Республике Татарстан наиболее распространенным материалом покрытий автомобильных дорог является асфальтобетон. Однако производимые асфальтобетоны на основе нефтяного битума не всегда способны обеспечить требуемые физико-механические свойства покрытий и их долговечность в условиях современного грузонапряженного и интенсивного движения. Так низкая эластичность битума, недостаточные показатели трещиностойкости и температурного интервала работоспособности ограничивают срок службы асфальтобетонных покрытий в жаркий летний период и при отрицательных температурах. Одним из основных способов повышения сроков службы асфальтобетонных покрытий в силу физической природы и структурных особенностей асфальтобетона является изменение структуры и свойств вяжущих материалов, используемых для его приготовления [1, 2, 3].

Наиболее распространенным способом является модификация битумов полимерными добавками, поскольку при такой модификации битуму передается ряд ценных свойств, присущих полимерам: прочность, стойкость к старению и агрессивным средам, эластичность в широком интервале положительных и отрицательных температур [4, 5, 6, 7].

В работе были подобраны составы полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) и проведен сравнительный анализ показателей их свойств (табл.). В качестве исходных материалов применялись битум марки БНД 60/90 производства ОАО «ТАИФ-НК», модифицирующие добавки – термоэластопласты: ДСТ 30Р-01, LG Chem, ТЭП (смесевой термоэластопласт), Кратон Д-1101. Далее производилась сравнительная оценка показателей свойств ПБВ с требованиями ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вяжущие. Технические условия» [8].

На рис. 1 показано, что для битумов марки БНД 60/90 образование новой эластичной структурной сетки достигается при содержании от 3 до 4 % ДСТ, Кратон Д-1101, LG Chem и ТЭП, что соответствует минимальному эффективному содержанию полимера в ПБВ. Это подтверждается высоким значением показателя эластичности, присущем собственно эластомерам. Так, например, содержание 5 % полимера LG Chem повышает показатель эластичности до 90,9 %, а полимера Кратон Д-1101 до 97,6 %.

Введение в битум БНД 60/90 различных добавок приводит к существенному повышению температуры размягчения (рис. 2). Наиболее высокими показателями температуры размягчения (до 87,7 °С) обладает битум, модифицированный 5 % полимера Кратон Д-1101. Интенсивность роста температур размягчения ПБВ модифицированных ДСТ, LG Chem и ТЭП, несколько ниже и при аналогичных концентрациях полимера составляют 80, 82,5 и 74 °С соответственно. В целом, характер повышения температуры размягчения носит линейный характер.

Таблица

Показатели физико-технических свойств полимерно-битумных вяжущих

№	Вид вяжущего	Показатели свойств					
		P_{25} , мм·0,1	P_0 , мм·0,1	T_p , °С	D_{25} , см	D_0 , см	Э, %
1	БНД 60/90 + 2 % ДСТ	55,2	22,7	57,3	55,6	5,8	70,9
2	БНД 60/90 + 3 % ДСТ	48,3	27,7	62,1	48,0	7,8	85,5
3	БНД 60/90 + 4 % ДСТ	36,4	26,3	72,4	42,7	5,8	86,7
4	БНД 60/90 + 5 % ДСТ	33,7	25,3	80,0	42,7	6,9	88,67
5	БНД 60/90 + 2 % LG Chem	58,6	23,0	59,6	41,4	8,7	75,2
6	БНД 60/90 + 3 % LG Chem	55,1	22,7	66,8	32,8	7,5	88,5
7	БНД 60/90 + 4 % LG Chem	46,5	20,0	73,2	27,6	9,0	90,0
8	БНД 60/90 + 5 % LG Chem	36,3	19,0	82,5	24,3	3,5	90,9
9	БНД 60/90 + 2 % ТЭП	49,0	25,0	59,0	24,0	4,1	40,6
10	БНД 60/90 + 3 % ТЭП	40,6	27,3	65,2	11,2	4,0	49,1
11	БНД 60/90 + 4 % ТЭП	33,7	33,0	70,2	6,6	2,7	49,1
12	БНД 60/90 + 5 % ТЭП	30,0	34,0	73,8	5,4	2,5	50,0
13	БНД 60/90 + 2 % Кратон Д-1101	41,3	22,7	64,7	53,3	9,0	84,8
14	БНД 60/90 + 3 % Кратон Д-1101	33,7	21,7	70,7	44,5	6,5	96,0
15	БНД 60/90 + 4 % Кратон Д-1101	27,0	22,6	77,0	41	7,5	96,4
16	БНД 60/90 + 5 % Кратон Д-1101	24,3	24,6	87,7	40,0	8,3	97,6
17	ТАИФ НК 60/90	61	31	50,2	76	4,1	-
ГОСТ 22245-90		60-90	не менее 20	не ниже 47	не менее 55	не менее 3,5	-

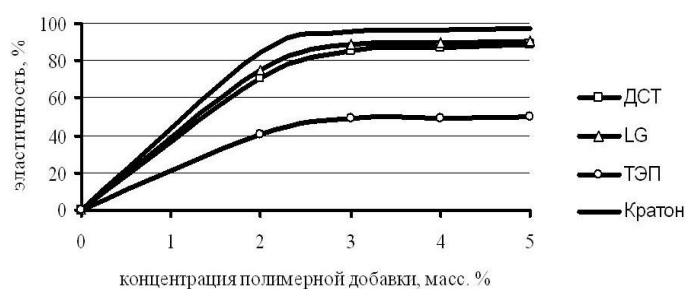


Рис. 1. Зависимость эластичности ПБВ от содержания полимеров при 25 °С

При 25 °С пенетрация модифицированных битумов снижается с увеличением процентного содержания добавок, в среднем на 50 % (рис. 3). Таким образом, введение термоэластопластов в дорожный битум приводит к увеличению вязкости битума и снижению пластичности, что компенсируется улучшением низкотемпературных и эластических свойств.

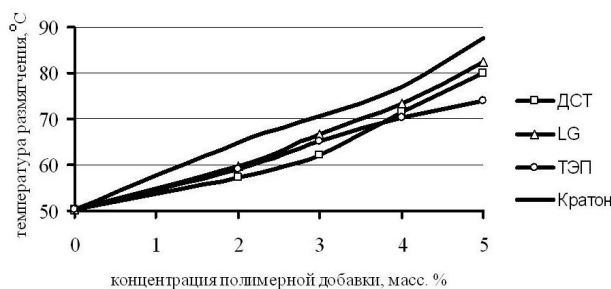


Рис. 2. Зависимость температуры размягчения ПБВ от содержания полимеров

При 0 °С пенетрация незначительно возрастает с увеличением содержания полимеров. Это объясняется, вероятно, снижением температурной чувствительности ПБВ, то есть при пониженной температуре полимерно-битумное вяжущее приобретает некоторую деформативность и соответственно повышенную работоспособность в дорожных покрытиях в зимнее время.

Из представленных зависимостей температуры размягчения и пенетрации четко прослеживается влияние концентрации полимеров на свойства получаемых вяжущих.

Снижение пластических свойств битума при введении полимеров также подтверждается резким снижением растяжимости вяжущего при 25 °С, что косвенно отражает образование пространственной структуры в ПБВ и повышение его структурированности (рис. 4). Так, при проведении испытаний полоса вяжущего толщиной 3-5 мм образует так называемую «шейку» характерную для эластомеров, разрыв ее имеет эластичный характер.

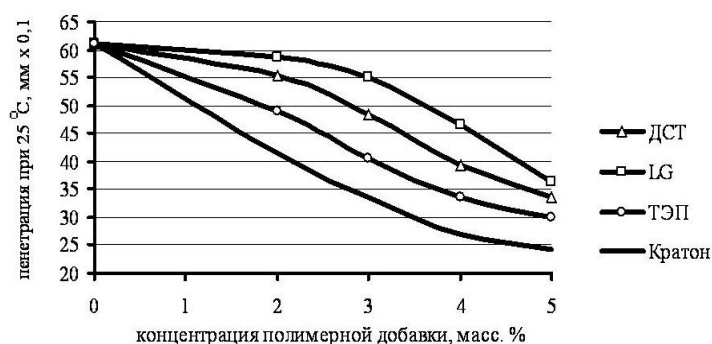


Рис. 3. Зависимость пенетрации ПБВ от содержания полимеров при 25 °С

С увеличением процентного содержания полимеров дуктильность при 25 °С снижается с 76,0 см до 42,7 см при концентрации 5 % ДСТ; до 40,0 см при концентрации 5 % Кратон Д-1101; до 24,3 см при концентрации 5 % LG Chem и до 5,4 см с ТЭПом.

Однако при 0 °С дуктильность незначительно увеличивается, кроме составов на ТЭП.

Полученные данные по показателям дуктильности полностью коррелируют с показателями пенетрации и еще раз подтверждают вывод о снижении температурной чувствительности ПБВ в области низких температур.

Анализ зависимостей показателей свойств ПБВ от концентрации различных видов полимеров, приготовленных на битуме марки БНД 60/90 показал, что их характер аналогичен, а различие заключается, как правило, лишь в абсолютных значениях показателей свойств.

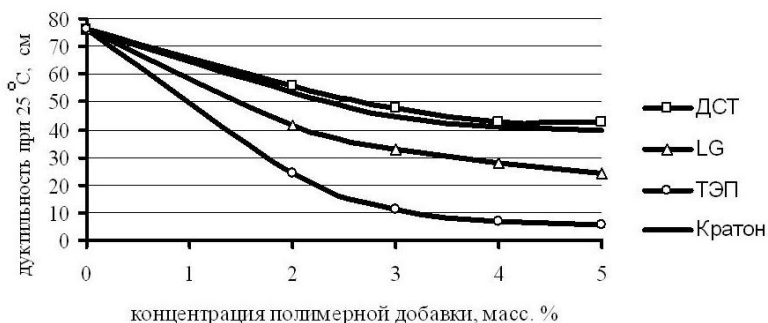


Рис. 4. Зависимость дуктильности ПБВ от содержания полимеров при 25 °С

Таким образом, все модифицирующие добавки, как показали экспериментальные исследования, положительно влияют на все технические характеристики битума (температуру размягчения, пенетрацию при 0 °С, дуктильность при 0 °С, эластичность и

адгезию к минеральным материалам). Наиболее высокие показатели свойств приобретают битумы модифицированные полимерами Кратон Д-1101, ДСТ, LG Chem которые существенно превосходят значения ГОСТ 22245-90.

Приведенные данные показывают, что варьируя содержанием полимера в ПБВ можно добиться любых требуемых эксплуатационных показателей. Это положение принципиальным образом меняет ситуацию с вяжущими – то есть появляется возможность регламентировать региональные требования к вяжущим и реализовать их. Поэтому данные составы могут быть весьма эффективными для получения полимерасфальтобетона с наилучшими эксплуатационно-техническими характеристиками в дорожной отрасли Республики Татарстан.

Список библиографических ссылок

1. Хафизов Э.Р. Применение битумно-полимерных вяжущих для повышения сроков службы дорожных покрытий. Материалы IV Международной научно-практической конференции «Автомобиль и техносфера». – Казань: КГТУ, 2005. – С. 318.
2. Брехман А.И., Хафизов Э.Р. Применение модифицированного битума в дорожном строительстве. Труды Второго Всероссийского Дорожного Конгресса. – М.: МОО «Дорожный Конгресс». – МАДИ (ГТУ), 2010. – С. 282-285.
3. Хафизов Э.Р. Применение битум-полимерного вяжущего в асфальтобетоне. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Автомобиль и техносфера». – Казань: Мир без границ, 2011. – С. 340.
4. Отчет по НИР. Инв. № 01200202544. Брехман А.И. и др. Исследование свойств местных материалов и грунтов, укрепленных добавками вяжущих веществ, для дорожного строительства.
5. Отчет о научно-технической работе по г/к № 4 от 14.02.2011. Брехман А.И. и др. Проведение лабораторных исследований добавок к дорожно-строительным материалам (дорожным битумам, асфальтобетонам).
6. Хафизов Э.Р., Минкин Б.М. Битум-полимерные вяжущие для дорожного строительства с применением нефтехимического комплекса Республики Татарстан. – Белгород: БГТУ, 2013. – С. 406-409.
7. Хафизов Э.Р., Камалудинов Л.Р. К вопросу о применении полимерно-битумных вяжущих в Республике Татарстан. – Новосибирск: СибАК, 2014, № 8-9. – С. 16-23.
8. Отчет о научно-технической работе по договору № 69 от 23.06.2014 г. Вдовин Е.А. и др. Разработка Стандарта организации «Асфальтобетонные дорожные на основе полимерно-битумных вяжущих».

Khafizov E.R. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: hafizov@kgasu.ru

Fomin A.U. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: fomin-al.78@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Application of modified bitumen for road construction Republic of Tatarstan

Resume

Low elasticity of bitumen, insufficient performance and crack resistance temperature range performance limit lifespan of asphalt concrete pavement on a hot summer period and at low temperatures. One of the main ways to increase the service life of asphalt concrete pavements because of the physical nature and the structural features of asphalt concrete is to change the structure and properties of binding materials, polymer modification. By varying the polymer content in polymer-bitumen binders can achieve any desired performance. This situation is fundamentally changes the situation with knitting – that is, it becomes possible to

regulate regional requirements astringent and implement them. The important features of technology for preparation of polymer-bitumen binders are: rapid alignment of the polymer to the bitumen, the ability to maintain a mixture of long time stability of the structure over time. Thus a better distribution (homogenization) of polymers in bitumen medium is achieved by using a colloid mill disperser, and other similar devices. In the Republic of Tatarstan, since 2005, with the construction, repair and reconstruction of roads leading travel organizations were applied asphalt mixture on polymer-bitumen binders in different parts of a total length of over 63 km.

Keywords: highway, bitumen, polymers, polymer-bitumen binders.

Reference list

1. Khafizov E.R. Application of bituminous-polymeric binders for increased service life of pavements. Proceedings of the IV International scientific and practical conference «The car and technosphere». – Kazan: Kazan State Technical University, 2005. – 318 p.
2. Brehman A.I., Khafizov E.R. The use of modified bitumen for road construction. Materials of the Second All-Russian Congress of the road. – M.: IPO «Road Congress». – MADI (STU), 2010. – P. 282-285.
3. Khafizov E.R. Application of the bitumen-polymer binder in asphaltic concrete. Proceedings of the VI International scientific and practical conference «The car and technosphere». – Kazan: A world without borders, 2011. – 340 p.
4. The report on research work. Inv. № 01200202544. Brehman A.I. and others. Study of the properties of local materials and soils stabilized additives binders for road construction.
5. Report on the scientific and technical work on the g/c number 4 from 14.02.2011. Brehman A.I. and others. The laboratory studies of additives to road-building materials (road bitumen, asphalt concrete).
6. Khafizov E.R., Minkin B.M. Bitumen-polymer binders for road construction with the use of a petrochemical complex in the Republic of Tatarstan. – Belgorod, BSTU, 2013. – P. 406-409.
7. Khafizov E.R., Kamaltdinov L.R. On the question of the application of polymer-bitumen binders in the Republic of Tatarstan. – Novosibirsk: Sibac, 2014, № 8-9. – P. 16-23.
8. Report on the scientific and technical work under the contract number 69 dated 23.06.2014. Vdovin E.A. and others. Development of standards organizations «Asphalt concrete based polymer-bitumen binders».