

Применение катионных полимерно-битумных эмульсий на основе нефтяных модифицированных битумов в дорожном строительстве

В.Б. Балабанов (Иркутск, Россия)
dm.milicin@mail.ru

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги», факультет «Строительства и городского хозяйства» Иркутский государственный технический университет

Д.А. Милицын

инженер строитель, аспирант кафедры «Автомобильные дороги», факультет «Строительства и городского хозяйства» Иркутский государственный технический университет

Ю.Б. Жаринов

доктор технических наук, Заслуженный машиностроитель России

В приведенной ниже статье рассматриваются проблемы дорожных покрытий связанные с применением битумных вяжущих, физико-механические свойства которых не отвечают требованиям климатических факторов.

В развитых странах основным видом дорожных покрытий является асфальтобетон, так как именно он применяется при устройстве верхних слоев дорожных одежд на 90–95% автомобильных дорог. Но, несмотря на многообразие технологических и эксплуатационных преимуществ таких покрытий они имеют ряд существенных недостатков (трещины, микротрещины, шелушение, выкрашивание и др.) При ремонте асфальтобетонных применяются следующие технологии, устраивается дополнительный слой асфальтобетонного покрытия (усиление) или устройство поверхностного защитного слоя. Наиболее эффективным методом улучшения транспортно-эксплуатационных показателей является метод устройства защитных слоев и слоев износа, так как при этом не требуется больших затрат энергоресурсов, применение дорогостоящей техники и большого количества дорожно-строительных материалов.

Также необходимо отметить, что при устройстве тонких слоев из горячих асфальтобетонных смесей, происходит их быстрое остывание, в связи с этим ухудшается процесс уплотнения и как следствие, понижается сцепления с основанием. Для выполнения таких видов ремонта в мировой практике применяются тонкослойные поверхностные обработки с применением эмульсионно-минеральных смесей на основе катионных битумных эмульсий.

Битумные эмульсии в дорожном строительстве применяются давно, но все еще недостаточно. Причины низкого использования нового материала на рынке дорожно-строительного комплекса связаны со свойствами эмульсий. Это их неустойчивость (стремление к распаду), трудность идентификации, сложности при подборе состава и испытаниях [1].

Известно, что дорожные материалы, приготовленные с применением битумных эмульсий, более неприхотливы к погодным условиям и обладают хорошей удобоукладываемостью. В других областях промышленности (пищевая, производство лаков, красок, косметическая и т.д.) имеются наиболее четкие представления об образовании эмульсий и их свойствах [2]. Поэтому за рубежом, в том числе и во Франции для получения качественных дорожных эмульсий используют знания физикохимии, биологии и других наук [3].

Методам повышения работоспособности дорожных покрытий, в том числе такого качественного показателя, как шероховатости, посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей В.Ф. Бабкова, Н.В. Горелышева, В.И. Резванцева, М.И. Кучмы, Л.В. Гезенцева, Н.Ф. Хорошилова, И.А. Плотниковой, И.Н. Петухова, А.С. Макаренко, Э.М. Рачёвой, Д.Ф. Мура, Д.Р. Лемба, Л.А. Горелышевой и др.. Как уже отмечалось, в настоящее время применяются различные способы повышения



Рис. 1 — Процесс погрузки инертных материалов в бункера MX-45



Рис. 2 — Процесс приготовления и выгрузки готовой ОМС



Рис. 3 — Процесс укладки ОМС

	Размеры отверстий сит, мм											дно	
	40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,07		
частные остатки, г	0,00	31,21	10,86	46,00	63,74	21,28	7,96	19,47	70,02	33,89	14,47	28,03	
частные остатки, %	0,0	9,0	3,1	13,3	18,4	6,1	2,3	5,6	20,2	9,8	4,2	8,1	
полные остатки, %	0,0	9,0	12,1	25,4	43,8	49,9	52,2	57,8	78,0	87,7	91,9	100,0	
полные проходы, %	100,0	91,0	87,9	74,6	56,2	50,1	47,8	42,2	22,0	12,3	8,1	0,0	
требования ГОСТ 30491-97	щебня не более 70							не менее 12				не нормируется	

Таб. 1 — Гранулометрический состав минеральной части ОМС

эксплуатационных показателей покрытия (шероховатость, ровность). Наиболее эффективным является способ нанесения тонких защитных слоев износа, например, поверхностная обработка. Особенности работы шероховатых слоев износа к настоящему времени достаточно изучены [4, 5, 6].

В мировой практике при устройстве тонкослойных поверхностных обработок наиболее широкое применение получили органоминеральные смеси типа: Сларри Сил (Slurry Seal), ms (microsurfacing), Литые Эмульсионно-Минеральные Смеси (ЛЭМС) с применением катионных битумных эмульсий. Отличительной особенностью от классической поверхностной обработки является как применение используемых материалов, так и технология производства работ. Как известно, при классической поверхностной обработке в качестве вяжущего применяется битум марок БНД, Кроме поверхностных обработок на основе битумных эмульсий выпускаются органоминеральные смеси, применяемые для устройства оснований в I дорожно-климатической зоне и как

основание и покрытие для остальных дорожно-климатических зон РФ. В 2011 году в ЗАО «Труд» на производственной базе Иркутского филиала проведены производственные испытания такой органоминеральной смеси с применением эмульсии ЭБК-2. Указанная смесь производилась при помощи машины МХ-45 позволяющей полчить от 160т/ч до 200т/ч готовой продукции. Укладка смеси производилась при помощи асфальтоукладчика фирмы «VÖGEL» и уплотнялась при помощи гладко-валяцовых катков (рис. 1, 2, 3)

В составе смеси применялись следующие материалы :

Щебень фр. 5–25 «Ангасолка» 50%

Песок отгροхотка «Мамоны» 50%

Эмульсия МУП АБЗ г. Иркутск 8–12%

Гранулометрический состав смеси приведен в таблице 1.

В таблице 2 приведены результаты лабораторных испытаний ОМС.

При всех положительных результатах приведенных выше испытаний нельзя забывать, что регламентируемая ГОСТом температура хрупкости выпускаемых битумов

Кроме того, рассмотрены пути решения указанных проблем, а так же приведены, результаты исследований полимерно-битумных вяжущих и катионных эмульсий, в составе которых применен модифицированный битум.

Материалы и методы

Битум БНД 90/130 Ангарского НПЗ, стирол-бутадиен-стирол «ДСТ-30-01», индустриальное масло, песок, щебень. Пенетрация, дуктильность, температура размягчения, температура хрупкости, эластичность, прочность на сжатие, водостойкость

Ключевые слова

битумное вяжущее, дорожное покрытие, полимерно-битумное вяжущее, полимерно-битумная эмульсия, органоминеральная смесь

Application blends inert aggregates on base cationic bitumen emulsions and emulsions on base modified bitumens

Authors

Vadim B. Balabanov (Irkutsk, Russia)

phD, docent, in charge of personnel «Automobile roads», Faculty of «Construction and municipal facilities», Irkutsk State Technical University

Dmitriy A. Militsin

civil engineer, postgraduate student of chair «Automobile roads», Faculty of «Construction and municipal facilities» Irkutsk State Technical University

Yuri B. Zharinov

doctor of Engineering Science, professor, Deserved mechanican of Russia

Abstract

This document discussed problems of roads pavement connected with application bituminous cements that have low physical mechanical properties and irresponsive requirements of climatic factors our region. Besides authors in this report considers methods of solution this problems. Similarly presented data laboratory researches of polymer bituminous cements and cationic emulsions that consisting of modified bitumens and emulsifying composition.

Materials and methods

Bitumen BND 90/130 of Angarsk oil refineries, styrol-butadien-styrol «DST-30-01», industrial oil, sand, broken stone. Penetration, ductility, softening temperature, shatter point, elasticity, compressive resistance, water resistance

Наименование показателей	Требования ГОСТ 30491 - 97	Фактически
Средняя плотность	Не нормируется	2,25
Предел прочности на сжатие, МПа		
При 20°С не менее	1,4	1,42
При 50°С не менее	0,5	0,54
Водостойкость	Не менее 0,6	0,65
Длительная водостойкость	Не менее 0,5	0,45
Водонасыщение, % не более	10%	9,5%
Набухание, % не более	2%	0,09%

Таб. 2 — Физико-механические показатели ОМС

№ состава	Наименование и состав образцов				Глубина проникания иглы, мм 10 ⁻¹ , при		Растяжимость, см, при		Температура Размягчения, °С	Температура Хрупкости, °С	Эластичность, %, при	
	Марка исходного битума	ДСТ-30-01	Пластификатор		25°С	0°С	25°С	0°С			25°С	0°С
			наименов.	колич., %								
	БНД 90/130	—	—	—	93	40	74	4	46	-20	—	—
1	-«-	3,5	И-40А	12	115	88	66	38	56	-28	94	75
2	-«-	3,5	И-40А	16	187	131	51	92	68	-32	98	95
3	-«-	3,5	И-40А	20	195	147	53	87	61	-34	98	95
4	-«-	3,5	И-40А	24	250	174	47	63	55	-33	99	92
5	-«-	3,5	И-40А	28	252	193	44	60	56	-42	99	93
6	-«-	3,5	И-40А	32	295	279	28	54	58	-48	99	96
7	-«-	3,5	И-40А	36	381	383	26	48	62	-57	97	90
8	-«-	2,5	И-40А	12	156	135	44	13	53	-32	94	74
9	-«-	2,5	И-40А	16	198	168	48	19	49	-38	94	73
10	-«-	2,5	И-40А	20	230	195	48	42	51	-40	92	82
11	-«-	2,5	И-40А	24	314	243	57	43	51	-47	96	83
12	-«-	2,5	И-40А	28	455	247	46	41	49	-47	95	84
13	-«-	2,5	И-40А	30	480	279	53	78	58	-52	99	95

Таб. 3 — Физико-механические свойства ПБВ полученные в лабораторных условиях

Results

As a result of carry out research was received stabilized polymer-bitumen emulsion on basis of modified bitumen. Besides was received and carry out research organomineral blends on basis of polymer-bitumen emulsions.

Conclusions

The organomineral blends on basis of received polymer-bitumen emulsions will be increase service life road pavements on 1,5–2 years.

Keywords

bituminous cement, road pavement, polymer bituminous cement, polymer bitumen emulsion, blends inert aggregates

References

1. Bykova N. Service life of roads will be more[Text] / N. Bykova // *Automobile roads* – 2006. - №5. p. 33-37
2. Gorelysheva L. A. Bitumen emulsion in road construction [Text]/ L. A. Gorelysheva // *Survey information. Information centre of automobile roads. Issue 7. Moscow 2003.*
3. Nemchinov M. V. Construction rough wear layers [Text] // *Science and technology road industry.* – 2001. - №5. – p.84.
4. Nikishina I. G. Experience construction of road surface treatment on objects DOOF. [Text] // *Technique and technology of road industry.* – 1998 №3. – p.39 – 41.
5. Pan'kin S. V. Experience work federal directorate of automobile road Voronezh - Rostov-on-Don on use effective materials and advanced technology [Text] / S. V. Pan'kin, V. F. Geymor, V. I. Shevchenko // *Automobile roads. In-formation digest* – 1998. - №3. – p. 9 – 13.
6. *Building Codes and Regulations 23.01.99 Construction climatology.*
7. *Third international congress on emulsion.* – Lyons, 2002 – September.
8. Bibette J., Leal - Calderon F, Schmitt V, Poulin P., *Emulsion Science, Basic Principles. An Overview.* - S. Springer Tracts in modern physics. - 2002. - Vol. 181. -140 p.
9. Masson J. F., Collins, P., Margeson, J.C., *Polomark Analysis of bituminous crack sealants by physicochemical methods and its relationship to field performance.* // *G.M A version of this paper is published in Transportation Research Record, 2002, pp. 1-25 NRCC-45015.*

много выше средней температуры «наиболее холодных суток района эксплуатации» (более 96% территории России) [7, 8]. Для понижения температуры хрупкости, как в России, так и за рубежом в битум вводят различные полимеры и пластификаторы, получая полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) или модифицированные битумы. Что существенно позволяет снизить образование морозобойных трещин, а следовательно продлить срок службы асфальтобетона.

В Канаде, с целью продления срока эксплуатации дорожного покрытия ведутся работы, по устранению трещинообразования применяя различные ПБВ. Для этого различными производителями изготавливаются и поставляются битумные мастики, в состав которых кроме полимеров входят и другие компоненты. Структура и оценка

состава предлагаемых материалов была произведена с помощью флуоресцентной микроскопии [9]. Кроме этого для изучения и проектирования битумных вяжущих применяются методы ЭПР (электронный парамагнитный резонанс), ЯМР (ядерно-магнитный резонанс). За рубежом развитие проектирования и получения битумных эмульсий ведется с помощью лазерных дифрактометров, электронных микроскопов с программным обеспечением и т.д. [3]. На основании собственных исследований представлены лабораторные результаты изучения полимерно-битумного вяжущего приготовленного из смеси битума марки БНД 90/130, масла индустриального И40-А и полимера выпускаемого ОАО «ВОРНЕЖСИНТЕЗКАУЧУК» ДСТ-30-01 (в виде порошка), с целью получения из ПБВ полимерно-битумных эмульсий.

№ состава	t _{хр} исходного ПБВ	t _{хр} ПБВ после выпаривания эмульгатора	Изменения в %	Требования ГОСТ Р 5128-2003
3	-34°C	-31°C	8,8	не более 10%
8	-32°C	-29°C	9,4	не более 10%
9	-38°C	-36°C	5,3	не более 10%
11	-47°C	-43°C	8,6	не более 10%

Таб. 4 — Температура хрупкости ПБВ после выпаривания эмульгатор

Физико-механические показатели	Требования ГОСТ 30491–97 (основание)	Требования ГОСТ 30491–97 (покрытие)	Эмульсия на основе БНД 90/130	Эмульсия на основе ПБВ
Средняя плотность	Не нормируется		2,25	2,31
Предел прочности на сжатие, МПа				
При 20°C не менее	1,4	1,6	1,42	1,51
При 50°C не менее	0,5	0,8	0,54	0,81
Водостойкость	Не менее 0,6	0,75	0,65	0,77
Длительная водостойкость	Не менее 0,5	0,65	0,45	0,67
Водонасыщение, % не более	10 %	от 2,0 до 6,0	9,5 %	5,72
Набухание, % не более	2 %	2%	0,09%	0,32

Таб. 5 — Физико-механические свойства органоминеральных смесей

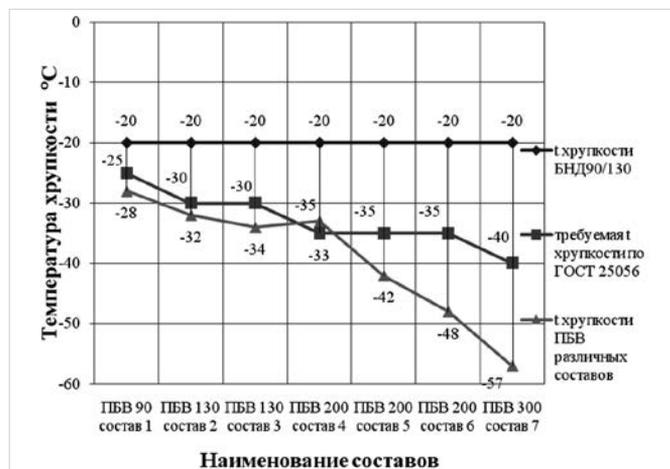


Рис. 4 — Температура хрупкости исходного битума и полученных составов с добавлением полимера СБС в количестве 3,5%

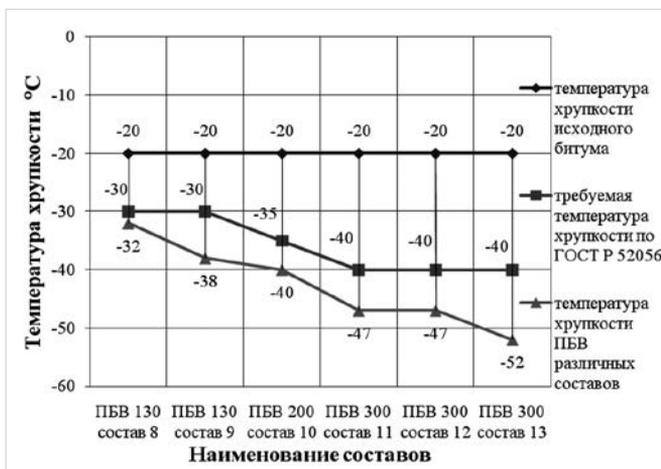


Рис. 5 — Температура хрупкости исходного битума и полученных составов с добавлением полимера СБС в количестве 2,5%

Как видно из результатов испытаний представленных в таблице 3 температура хрупкости существенно изменилась, что и показано на рисунках 4 и 5.

Также по отношению к исходному битуму изменилась и температура размягчения (рис. 6, 7).

Соответственно увеличился и интервал пластичности (рис. 8).

Кроме того, эластичность таких битумов выше установленных требований ГОСТ Р 52056, следовательно битумное вяжущее после выделения его из битумной эмульсии должно обладать подобными свойствами, что и исходное ПБВ.

В результате проведения лабораторных экспериментов с составами №№ 3, 8, 9, 11 были получены битумные эмульсии с применением французского эмульгатора (Dipogam SL) с использованием CaCl_2 в качестве стабилизатора. В качестве диспергатора применялась лабораторная коллоидная мельница. Испытания полимерно-битумного вяжущего на хрупкость после выпаривания из него эмульгирующего состава приведены в таблице 4.

На основе полимерно-битумных эмульсий в лабораторных условиях получены органично-неральные смеси. Ниже приведены физико-механические свойства

Необходимо отметить, что экономическая эффективность применения битумных эмульсий, в мировой практике, позволяет экономить денежных средств от 20 до 40%. Применение полимерных битумных эмульсий в зоне Сибири и Дальнего Востока позволит использовать органично-минеральные смеси не только в основаниях автомобильных дорог, но и в покрытиях, учитывая повышенные характеристики по температуре хрупкости, температуре размягчения, эластичности. В Сибирском Федеральном округе производство подобных эмульгаторов для битумных эмульсий осуществляет предприятие ЗАО «НПП «Алтайспецпродукт» г. Бийск-БАП-ДС-3 марки «Б».

Таким образом, полимерно-битумные эмульсии на основе ПБВ вяжущих в сочетании с новыми технологическими приемами при устройстве поверхностных обработок, а возможно и при устройстве покрытий, как холодные смеси, позволяют увеличить срок

эксплуатации асфальтобетонных покрытий как минимум на полтора, два года.

Кроме того, применяя новые ресурсосберегающие, менее энергоемкие, более экологически чистые технологии можно добиться уменьшения недоремонта сети автомобильных дорог с наименьшими экономическими затратами.

Итоги

В результате проведенных исследований получены устойчивые битумно-полимерные эмульсии на основе полимерно-битумного вяжущего. Кроме того, получены органично-неральные смеси с применением полученных эмульсий

Выводы

Полимерно-битумные эмульсии на основе ПБВ вяжущих в сочетании с новыми технологическими приемами при устройстве поверхностных обработок, а возможно и при устройстве покрытий, как холодные смеси, позволяют увеличить срок эксплуатации асфальтобетонных покрытий как минимум на полтора, два года.

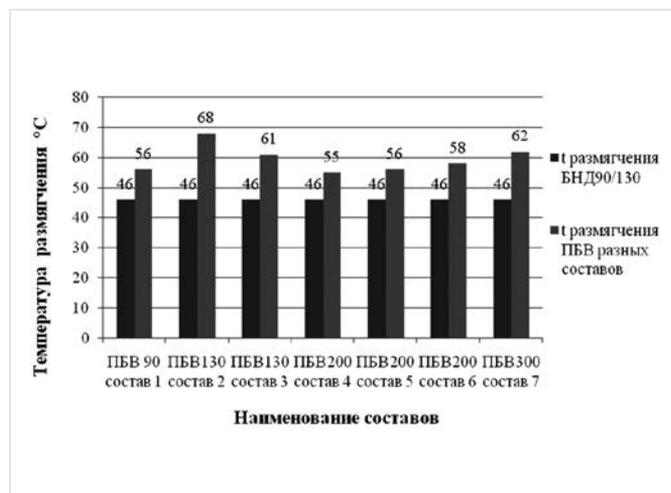


Рис. 6 — Температура размягчения исходного битума и полученных смесей с добавлением полимера СБС в количестве 3,5%

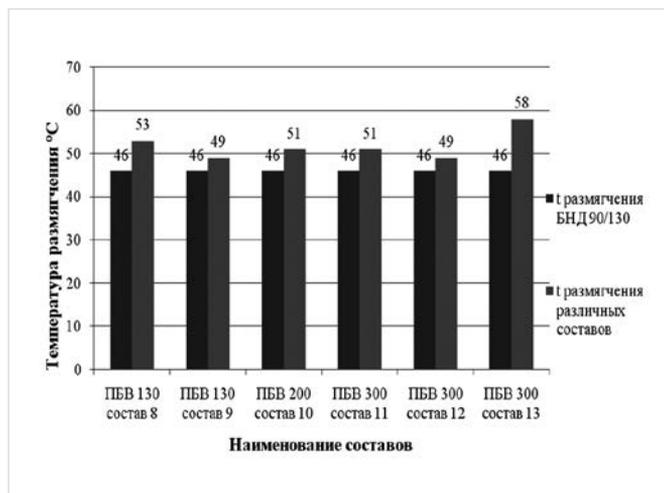


Рис. 7 — Температура размягчения исходного битума и полученных смесей с добавлением полимера СБС в количестве 2,5%

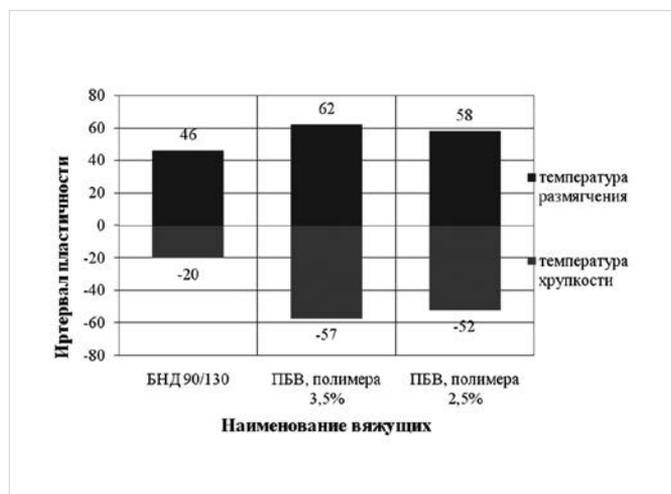


Рис. 8 — Максимальные интервалы пластичности исходного битума и полученных составов

Список использованной литературы

1. Быкова Н. Дороги прослужат дольше [Текст] / Н. Быкова // Автомобильные дороги. - 2006. - №5. С. 33-37.
2. Горельшева Л. А. Битумные эмульсии в дорожном строительстве [Текст] / Л. А. Горельшева // Обзорная информация. Информационный центр по автомобильным дорогам. Выпуск 7. Москва 2003.
3. Немчинов М. В. Устройство шероховатых слоев износа [Текст] // Наука и техника в дорожной отрасли. - 2001. - №5. - с.84.
4. Никишина И. Г. Опыт устройства поверхностной обработки дорог на объектах ДООФ. [Текст] // Техника и технология дорожного хозяйства. - 1998 №3. - с.39 - 41.
5. Панькин С. В. Опыт работы федеральной дирекции автомобильной дороги Воронеж - Ростов-на-Дону по применению эффективных материалов и прогрессивных технологий [Текст] / С. В. Панькин, В. Ф. Геймор, В. И. Шевченко // Автомобильные дороги. Информационный сборник-1998.-№3.-С.9-13.
6. СНиП 23.01.99 Строительная климатология.
7. Третий Международный конгресс по эмульсиям. - Лион, 2002 - Сентябрь.
8. Bibette J., Leal - Calderon F., Schmitt V., Poulin P., Emulsion Science, Basic Principles. An Overview. - S. Springer Tracts in modern physics. - 2002. - Vol. 181. -140 p.
9. Masson J. F., Collins, P., Margeson, J. C., Polomark Analysis of bituminous crack sealants by physicochemical methods and its relationship to field performance. // G.M A version of this paper is published in Transportation Research Record, 2002, pp. 1-25 NRCC-45015