

УДК 691.58:666.964

Исследование битумных мастик на основе вяжущих, выделенных из наполненных битумных и битумполимерных эмульсий

Лейсан Шамилевна СИБГАТУЛЛИНА, кандидат технических наук, e-mail: leiseb@mail.ru

Ася Владимировна МУРАФА, кандидат технических наук, доцент

Дмитрий Борисович МАКАРОВ, кандидат технических наук, доцент

Вадим Григорьевич ХОЗИН, доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», 420043 Казань, ул. Зеленая, 1

Аннотация. Рассмотрена актуальная проблема создания долговечных, экологически чистых и технологичных кровельных и гидроизоляционных материалов. Предложены составы битумных и битумполимерных эмульсий с использованием смеси промышленных отходов переработки хлопкового масла и флотоугрона. Показан механизм взаимодействия компонентов предложенного состава. Для повышения характеристик битумной мастики проведена модификация оптимального состава эмульсии стиролбутадиеновыми латексами анионного типа. В качестве наполнителей для битумных мастик были выбраны молотый талькомагнезит и резиновая крошка. Установлено, что при оптимальном подобранном соотношении образуются более тонкодисперсные эмульсии с равномерным распределением частиц. Приведены результаты сравнительного анализа основных показателей качества битумных мастик, полученных из битумных и битумполимерных эмульсий с оптимальной концентрацией наполнителей. Разработанные битумполимерные и наполненные эмульсии по технологическим и эксплуатационным показателям значительно превышают свойства применяемых промышленных битумных эмульсий и могут быть использованы в качестве дорожных и кровельных гидроизоляционных покрытий.

Ключевые слова: битум, отходы, анионактивные поверхностно-активные вещества, эмульсии, латексы, модификация, наполнители, битумные мастики.

STUDY OF BITUMEN MASTICS ON THE BASIS OF FILLED BITUMEN AND BITUMEN-POLYMER EMULSIONS

Leysan Sh. SIBGATULLINA, e-mail: leiseb@mail.ru, **Asya V. MURAF**, **Dmitry B. MAKAROV**, **Vadim G. KHOZIN**
Kazan State University of Architecture and Engineering, ul. Zelenay, 1, Kazan 420043, Russian Federation

Abstract. The actual problem of creating durable, ecologically clean and technologically advanced roofing and water-proofing materials is considered. Compositions of bitumen and bitumen-polymer emulsions with the use of the mix of industrial waste of cotton oil processing and flatulation are offered. The mechanism of interaction of components of the offered composition is shown. To improve characteristics of the bitumen mastic, the modification of the optimal emulsion composition with styrene-butadiene latexes of an anion type was made. Ground talk-magnesite and crumb rubber have been selected as fillers for bitumen mastics. It is established that at the optimum selected ratio, more finely dispersed emulsions with a uniform distribution of particles are formed. Results of the comparative analysis of basic characteristics of quality of bitumen mastics, produced from bitumen and bitumen-polymer emulsions with the optimal concentration of fillers, are presented. Technological and operational characteristics of developed bitumen-polymer and filled emulsions substantially exceed the properties of used industrial bitumen emulsions and can be used as road and roof water-proofing coatings.

Key words: bitumen, waste, anion active surfactants, emulsions, latexes, modification, fillers, bituminous mastics.

Сегодня на строительном рынке наблюдается обилие разнообразных зарубежных и отечественных кровельных материалов из рулонных, мастичных, листовых и штучных материалов. В современном строительстве наиболее распространены мастичные и рулонные покрытия, называемые мягкими кровельными материалами [1]. Они составляют

более 60 % всех кровельных материалов и отличаются относительно низкой стоимостью, простотой технологии изготовления, доступностью сырья, невысокой трудоемкостью при устройстве кровельного ковра.

Битумные мастики применяют для приклеивания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов и устройства защит-

ного слоя кровель, при их ремонте [2], для устройства бесшовных мастичных кровель, мастичных слоев гидро- и пароизоляции, изоляции стальных подземных трубопроводов [3, 4] с целью защиты их от коррозии. В настоящее время в развитых странах проводятся исследования по созданию долговечных, экономически выгодных, эко-

1. Основные показатели битумных и битумполимерных вяжущих

Наименование	T _p , °C	Пенетрация 0,1 мм при температуре, °C		Дуктиль-ность при температуре 25 °C, см	Эластич-ность при температу-ре 25 °C, %	Гибкость при тем-пературе, °C
		25	0			
Вязущие на основе битумных эмульсий						
БНД 90/130	43	129	43	70	8	3
БНД 90/130 ОПХМ 4 %	52	96	28	18	20	—5
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ 4 %	61	99	50	11	17	—10
БНК 40/180	41	138	64	>100	9	3
БНК 40/180 ОПХМ/ФГ 4 %	56	53	43	6,8	22	—10
Вязущие на основе битумполимерных эмульсий						
БНД 90/130 ОПХМ 4 % + ДВХБ-Ш 5 %	61	83	33	12	36	—15
БНД 90/130 ОПХМ 4 %+ ДВХБ-70 5 %	64	79	35	11	31	—15
БНД 90/130 ОПХМ 4 % + СКС-65-ГП 5 %	57	93	29	14	42	—17
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ 4 % + ДВХБ-Ш 5 %	67	75	39	7	38	—20
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ 4 % + ДВХБ-70 5 %	70	89	35	6	35	—20
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ 4 % +СКС-65-ГП 5 %	72	76	22	11	48	—23

гически чистых, технологичных кровельных и гидроизоляционных материалов. В этой связи представляет интерес использование битумных эмульсий.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете с целью совершенствования составов битумных эмульсий исследовали нефтяные битумы марки БНД 90/130 (ГОСТ 22245) Карабажского битумного завода (Лениногорское отделение «Татнефть», Татарстан) и БНК 40/180 (ГОСТ 9548) Новоуфимского нефтеперерабатывающего завода (Башкортостан). Состав нефтяного битума определяли хроматографическим методом на приборе «Jatroscan МК-5». В качестве эмульгаторов использовали отходы переработки хлопкового масла (ОПХМ) и флотогудрон (ФГ) — отход Казанского химического комбината им. М. Вахитова. Оба продукта представляют собой пастообразную массу коричневого цвета, которая при нагревании до 50...60 $^\circ\text{C}$ переходит в жидкое состояние. ОПХМ является кубовым остатком дис-

тиллации жирных кислот хлопкового масла, а ФГ — кислот рапсового, подсолнечного и других масел.

Было установлено, что при соотношении ОПХМ и ФГ 70:30 образуются более тонкодисперсные эмульсии с равномерным распределением частиц. Для определения оптимального содержания смесового поверхностно-активного вещества (ПАВ) в битумной эмульсии изучали основные технологические и эксплуатационно-технические характеристики эмульсий по сравнению с эмульсиями на индивидуальных ПАВ (ОПХМ и ФГ) в концентрации от 1 до 5 %.

В результате исследований определено, что лучшие показатели условной вязкости, однородности (0,11 %) и устойчивости (через 1 сут — 0,3 % и через 30 сут — 0,5 %) имеет битумная эмульсия на смесовом эмульгаторе ОПХМ/ФГ (70:30) при концентрации 4 %. Также обнаружен синергетический эффект эмульгирующих свойств смесового ПАВ [5], проявляющийся в

повышении основных показателей эмульсии по сравнению с показателями эмульсий на индивидуальных ПАВ.

Для разработки оптимального состава битумполимерной эмульсии (БПЭ) с заданными свойствами и высокими показателями ее модифицировали латексами. В качестве полимерных модификаторов использовали стиролбутадиеновый латекс СКС-65ГП (Ярославль), латексы Казанского завода синтетического каучука ДВХБ-Ш и ДВХБ-70, которые представляют собой коллоидную систему, стабилизированную ПАВ анионного типа [6].

Сравнительные исследования динамической вязкости БПЭ с латексами (при оптимальной концентрации 5 %) показали большую вязкость эмульсий с латексом СКС-65-ГП по сравнению с марками ДВХБ-70 и ДВХБ-Ш. Результаты исследований модифицированных эмульсий по реологии (через 1 и 30 сут после приготовления) продемонстрировали, что лучший показатель вязкости эмульсии с 5 %-ным

2. Основные свойства битумных мастик с оптимальной концентрацией наполнителей

Наименование	T _p , °C	Пенетрация 0,1 мм при температуре, °C		Дуктиль-ность при температуре 25 °C, см	Эластич-ность при температу-ре 25 °C, %	Гиб-кость Ø50, °C
		25	0			
Битумные мастики из битумных эмульсий						
БНД 90/130	43	129	43	70	8	3
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ 4 %	61	99	50	11	17	−10
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ 4 % + тальк 7 %	70	90	28	12	17	−5
БНД 90/130 ОПХМ/ФГ 4 % + резиновая крошка 5 %	83	73	17	5	27	−5
Битумные мастики из битумно-латексных эмульсий						
БПЭ + СКС-65-ГП 5 %	72	76	22	10,5	43	−20
БПЭ + СКС-65-ГП + тальк 7 %	81	100,5	25,6	4,5	27	−10
БПЭ + СКС-65-ГП + резиновая крошка 5 %	88	103,2	23,3	6	63	−15

содержанием СКС-65ГП, так как она более дисперсна. Это подтверждают данные исследований условной вязкости (14,6 с), однородности (0,22 %) и устойчивости (по истечении 1 сут – 0,6 % и 30 сут – 1 %).

Определение свойств выделенного из БПЭ битумного вяжущего – важная часть оценки качества конечного продукта и его способности сохранять эксплуатационные характеристики. Для этого были изучены основные свойства битумных вяжущих, выделенных из анионоактивных битумных эмульсий, поскольку они объективно отражают характеристики вяжущего. Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 1.

Наличие в битуме эмульгаторов ОПХМ/ФГ существенно влияет на основные свойства битума: температура размягчения увеличивается на 9 °C по сравнению с битумом с ОПХМ, на 22 и 25 °C – с битумом марок БНД 90/130 и БНК 40/180 соответственно. Значение пенетрации также несколько выше, чем у битума с индивидуальным ПАВ, но ниже, чем у БНД 90/130 и БНК 40/180. Как следствие, дуктильность битумов с эмульгаторами в обоих случаях имеет более низ-

кие значения по сравнению с исходными битумами. Эластичность битумов БНД 90/130 и БНК 40/180, выделенных из эмульсий, в 2–2,5 раза выше исходных. Исследование гибкости битумов на брусе диаметром 50 мм при пониженных температурах показало, что образцы на смесевом ПАВ на основе дорожного и кровельного битумов (БНД 90/130 и БНК 40/180) выдержали испытания при –10 °C. В то время как образцы с ОПХМ показали температуру гибкости –5 °C, а образцы на дорожном и кровельном битумах – 3 °C. Полученные результаты дают основание полагать, что новые битумные вяжущие проявляют более высокие качества при их использовании в кровельных и гидроизоляционных покрытиях.

Также были изучены основные свойства битумов, выделенных из анионоактивных битумполимерных эмульсий. Смесевой эмульгатор в большей степени, чем индивидуальный (см. табл. 1), повышает эксплуатационно-технические свойства битумов. Наличие латексов (со смесевым и индивидуальным эмульгаторами) приводит к улучшению этих показателей, особенно в случае применения СКС-65ГП: тепло-

стойкости в 1,2 раза, морозостойкости в 2 раза, эластичности в 2,5 раза и к появлению упруго-вязкостных свойств в битумно-латексных эмульсиях при пониженных температурах.

В качестве наполнителя для битумных мастик были выбраны тальк марки ТМН (талькомагнезит молотый) и резиновая крошка. Бутадиенстирольную резиновую крошку фракции 0,5–1 мм (г. Лениногорск, Татарстан) получали дроблением износившихся автомобильных покрышек. В результате образуется многокомпонентная смесь, содержащая более 50 % вулканизированного каучука [7, 8].

На основе анализа основных свойств битумных мастик было установлено, что наполнение битумполимерных эмульсий резиновой крошкой (5 %) по сравнению с тальком (7 %) более существенно повышает температуру размягчения битумных мастик на их основе. Наполнение эмульсий повышает жесткость мастик при температуре 25 и 0 °C, более существенное увеличение этого показателя наблюдается у битумов с резиновой крошкой. В то же время при 0 °C битум с резиновой крошкой имеет меньшее значение пенетрации, чем с тальком,

что свидетельствует о его способности к деформации при отрицательных температурах.

С повышением концентрации резиновой крошки в битуме при 25 °С значительно снижается дуктильность с 11 до 4,2 %, с тальком — с 11 до 9,8 %. При введении резиновой крошки в концентрации 3 % значение эластичности достигает своего максимума, с добавлением талька эластичность битумов несколько снижается во всем интервале концентраций.

По результатам исследований определили оптимальные составы мастик из наполненных битумных эмульсий, основные свойства которых представлены в табл. 2.

Наполнение битума приводит к повышению температуры размягчения, твердости, эластичности в случае с резиновой крошкой и некоторому снижению морозостойкости по сравнению с ненаполненным битумом, выделенным из битумных эмульсий. Установлено, что оба наполнителя, особенно резиновая крошка, повышают температуру размягчения битумно-латексной эмульсий на 20–30 %. Пенетрация битумных мастик с тальком при температуре 25 и 0 °С несколько снижается, мастик с резиновой крошкой при 25 °С повышается, а при 0 °С снижается в меньшей степени, чем с тальком. Эластичность и гибкость наполненных

битумно-латексных эмульсий имеют более высокие значения, чем битумные мастики. Это коррелируется с результатами предыдущих исследований.

Вывод

Разработанные битумполимерные наполненные эмульсии по технологическим и эксплуатационным свойствам значительно превышают показатели применяемых промышленных битумных эмульсий. Полученные результаты должны стать основой для создания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов для использования в качестве дорожных и кровельных покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белевич В. Б., Сиденко Д. А. Устройство долговечных плоских кровель из битумно-полимерных рулонных материалов в зимнее время // Кровельные и гидроизоляционные материалы. 2005. № 1. С. 42–43.
2. Воронин А. М., Шитов А. А. Кровли из эффективных битумполимерных материалов // Промышленное и гражданское строительство. 1996. № 6. С. 18.
3. Терновский В. И., Дидиверин И. Г., Баглай А. П. Исследования новой универсальной мастики для изоляции трубопроводов и устройства кровель. Киев : Киевский гос. ун-т стр-ва и архитектуры, 1996. 13 с.
4. Козловская А. А. Полимерные и полимербитумные материалы для защиты трубопроводов от коррозии. М. : Стройиздат, 1971. 124 с.
5. Сокова С. П. Потенциальные возможности устройства и ремонта кровель и технические решения по выбору кровельных материалов // Строительные материалы. 1996. № 11. С. 2–11.
6. Чечик О. С. Перспективные направления развития рынка латексов // Строительные материалы. 1998. № 11. С. 20.
7. Демьянова В. С., Гусев А. Д. Ресурсосберегающие материалы для кровли на основе продуктов переработки изношенных автошин // Кровельные и гидроизоляционные материалы. 2012. № 2 (44). С. 14.
8. Черных Д. С., Горелов С. В., Каклюгин А. В. [и др.] Битумно-резиновая мастика. Патент РФ № 2426754. 2011. Бюл. № 23.

REFERENCES

1. Belevich V. B., Sidenko D. A. The device durable flat roof of bitumen-polymer roll materials in winter. *Krovelnye i gidroizoliasionnie materialy*, 2005, no. 1, pp. 42–43. (In Russian).
2. Voronin A. M., Shitov A. A. Roof of the effective bitumen-polymer materials. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 1996, no. 6, pp. 18. (In Russian).
3. Ternovyy V. I., Didiverin I. G., Baglay A. P. Issledovaniya novoy universal'noy mastiki dlya izolyatsii truboprovodov i ustroystva krovel' [Research new universal putty for insulation of pipelines and the device of roofs]. Kiev, Kyiv National University of Construction and Architecture Publ., 1996. 13 p. (In Russian).
4. Kozlovskaya A. A. Polimernye i polimerbitumnye materialy dlya zashchity truboprovodov ot korrozii [Polymeric and polymer-bitumen materials to protect the pipelines from corrosion]. Moscow, Strojizdat Publ., 1971. 124 p. (In Russian).
5. Sokova S. P. The potential of the device and repair of roofs and technical decisions on the choice of roofing materials. *Stroitelnye materialy*, 1996, no. 11, pp. 2–11. (In Russian).
6. Chechik O. S. Perspective directions of development of the market of latexes. *Stroitelnye materialy*, 1998, no. 1, pp. 20. (In Russian).
7. Demyanova V. S., Gusev A. D. Resource materials for roofing on the basis of products of processing of worn tires. *Krovelnye i gidroizoliasionnie materialy*, 2012, no. 2 (44), pp. 14. (In Russian).
8. Patent RF 2426754. Chernykh D. S., Gorelov S. V., Kaklyugin A. V. [et al.] Bitumen-rubber mastic. 2011. Bul. № 23.

Для цитирования: Сибгатуллина Л. Ш., Мурафа А. В., Макаров Д. Б., Хозин В. Г. Исследование битумных мастик на основе вяжущих, выделенных из наполненных битумных и битумполимерных эмульсий // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 2. С. 37–41.

For citation: Sibgatullina L. Sh., Murafa A. V., Makarov D. B., Khozin V. G. Study of bitumen mastics on the basis of filled bitumen and bitumen-polymer emulsions. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2015, no. 2, pp. 37–41. (In Russian). ■