

УДК 665. 775.5

Сибгатуллина Л.Ш. – кандидат технических наук

E-mail: leiseb@mail.ru

Мурафа А.В. – кандидат технических наук, доцент

Макаров Д.Б. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Битум-полимерные анионактивные эмульсии

Аннотация

В статье приведены результаты исследования основных технологических и эксплуатационно-технических характеристик битумных эмульсий на основе смеси ПАВ из отходов мыловаренной промышленности. Эмульсии отличаются большей дисперсностью, однородностью и устойчивостью, чем битумная эмульсия на индивидуальных ПАВ. Проведена модификация разработанных битумных эмульсий латексами. Разработаны рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы по «холодной» технологии.

Ключевые слова: битум, отходы, анионактивные ПАВ, эмульсии, латексы, модификация, рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы.

Одной из практических проблем, препятствующих широкому использованию битумных эмульсий (БЭ) в России, является ориентация на эмульгаторы зарубежного производства в условиях недостаточного развития рынка отечественных эмульгаторов [1, 2]. Это приводит к значительному повышению стоимости эмульсий и, соответственно, покрытий на их основе. Применение зарубежного сырья ограничивает объемы производства и ставит развитие отрасли в зависимость от зарубежных партнеров. Поэтому задача расширения отечественной сырьевой базы эмульгаторов, безусловно, актуальна. Ее решение мы видим в использовании отходов предприятий органической химии, что позволило бы производить БЭ в достаточном количестве с использованием дешевых и доступных отечественных ПАВ. Битумные эмульсии являются перспективными строительными материалами, которые имеют ряд бесспорных преимуществ перед классическими битумными вяжущими. Учитывая недостатки кровельных покрытий мастичного типа [3], мы считаем одним из возможных и перспективных путей использования битумных эмульсий для изготовления на их основе мягких кровельных и гидроизоляционных материалов рулонного типа.

Традиционная технология устройства битумных покрытий энергоемка и экологически не безупречна. Поэтому, создание долговечных, экономически эффективных, экологически чистых и технологичных кровельных и гидроизоляционных покрытий [4] является в настоящее время актуальной задачей на строительном рынке.

Нами разработаны составы битумных эмульсий с использованием смеси промышленных отходов переработки хлопкового масла и флотогудрона. При этом обнаружен эффект синергизма эмульгирующих свойств смесевого ПАВ [5, 6], проявляющийся в повышении основных показателей эмульсии по сравнению с показателями на индивидуальных ПАВ. Было зафиксировано, что при использовании ОПХМ/ФГ (70:30) образуются более тонкодисперсные эмульсии с равномерным распределением частиц.

Анализируя, общепринятые технологии приготовления битумных эмульсий выявлено, что комбинированное эмульгирование является более эффективным способом получения анионактивных эмульсий, при котором эмульгатор необходимо вводить как в битум, так и в водную фазу до приготовления эмульсии. Это позволяет получить тонкодисперсные эмульсии даже на малоактивных битумах.

Для определения оптимального содержания смесевого ПАВ в БЭ изучались основные технологические и эксплуатационно-технические характеристики БЭ в сравнении с эмульсиями на индивидуальных ПАВ (ОПХМ/ФГ) в зависимости от концентрации от 1 до 5 %.

Методом оптической микроскопии и «Системы компьютерной обработки изображений» нами было изучено также изменение структуры БЭ по истечении 1 и 30 суток. Для исследования была выбрана эмульсия с 4 %-ным содержанием ПАВ при различных соотношениях ОПХМ/ФГ 80:20, 70:30, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80. Установлены структурные особенности битумных эмульсий: определены размеры частиц, их распределение по объему, зафиксировано состояние флокуляции почти во всех случаях, но в наименьшей степени в БЭ на смесевом ПАВ при соотношении 70:30 (рис. 1).

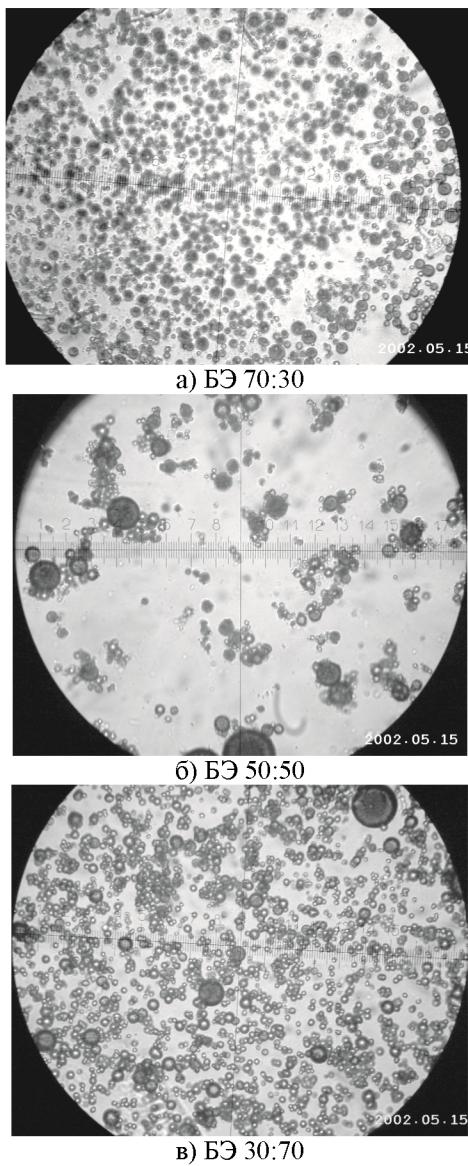


Рис. 1. Оптические микрофотографии битумных эмульсии с 4 % смесевого ПАВ при различных соотношениях ОПХМ/ФГ (увеличение 400^х)

На рис. 1 б, в четко прослеживается объединение большинства капель на поверхности в отдельные агрегаты, с частичным сохранением формы капель. Фактически это начальная стадия коалесценции и в дальнейшем ведущая к процессу коагуляции, приводящая к полному разрушению битумной эмульсии и образованию пленки битума. В случае с соотношением 70:30 (рис. 1 а) наблюдается начальная стадия флокуляции, исследуемая эмульсия является монодисперсной системой, то есть состоит из капелек практически одинакового размера. Установлено, что при найденном нами оптимальном соотношении ПАВ (70:30), наблюдается более высокая степень структурированности изучаемой эмульсии, выраженная в равномерном распределении частиц по всему объему, в меньшем размере частиц от 1 до 1,5 мкм, что свидетельствует о седиментационной и

агрегативной устойчивости эмульсии. Процесс коалесценции отсутствует. Это говорит о том, что данное соотношение является оптимальным и эмульсия будет обладать наилучшими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Можно сделать вывод, что полученная эмульсия при соотношении ПАВ 70:30 в условиях правильного хранения, исключающего потерю дисперсионной среды, не подвержена интенсивному механическому разрушению и удовлетворяет требованиям ГОСТ к устойчивости при транспортировке. Это еще раз доказывает высокую эффективность выбранного соотношения ПАВ (ОПХМ/ФГ), способного предотвратить флокуляцию в эмульсии, что влияет на степень устойчивости ее при хранении и транспортировке. Это подтверждается и значениями условной вязкости, однородности и устойчивости [7].

Изменение условной вязкости БЭ при концентрации 4 % смесевого ПАВ в зависимости от соотношения ОПХМ/ФГ показано на рис. 2. Установлено, что при соотношении 70:30 вязкость понижается, тем самым, согласно литературе, подтверждая наибольшую дисперсность БЭ. Из литературы известно, что вязкость БЭ зависит не только от типа битумного вяжущего и его температуры, но и от степени дисперсности битума в эмульсии. Это коррелирует с данными однородности исследуемых эмульсий, где наблюдаются минимальные значения однородности. Из рис. 3 видно, что минимальный процент однородности (0,11) получен при соотношении ПАВ 70:30.

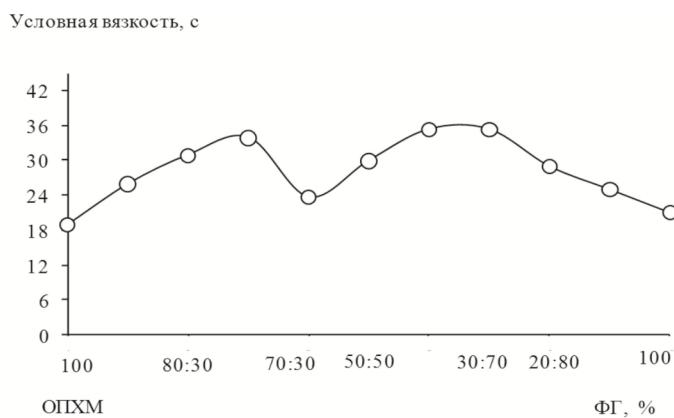


Рис. 2. Зависимость условной вязкости БЭ от соотношения эмульгаторов ОПХМ/ФГ

Изменение устойчивости эмульсий по истечении 7 и 30 суток представлено на рис. 3. Установлено, что через 7 суток устойчивость эмульсии изменяется по экстремальному характеру с минимумом 0,3 % ПАВ при соотношении 70:30. Изменение устойчивости после 30 суток имеет подобный характер, но по абсолютной величине равно 0,5 %. Таким образом, наиболее оптимальным соотношением ПАВ для получения эффективных БЭ является 70:30.

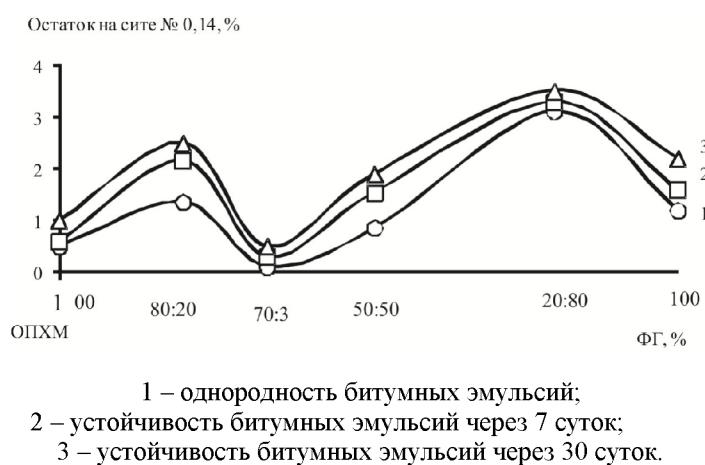


Рис. 3. Зависимость однородности и устойчивости битумных эмульсий от соотношения эмульгаторов ОПХМ и ФГ

Таким образом, наибольшее преимущество по условной вязкости, однородности и устойчивости имеет БЭ на смесевом эмульгаторе ОПХМ/ФГ (70:30) при концентрации 4 %. Установлено также, что разработанные эмульсии по своим основным свойствам являются более эффективными, чем битумные эмульсии на индивидуальных ОПХМ и ФГ. На разработанную БЭ получен патент «Битумная эмульсия и способ ее приготовления».

Создать БЭ с заданными свойствами и с высокими показателями, стала еще одной нашей задачей. Нами была проведена модификация оптимального состава эмульсии латексами.

В качестве полимерных модификаторов битумной эмульсии нами использовались стирол-бутадиеновый латекс СКС-65ГП (Ярославль), латексы Казанского завода синтетического каучука – ДВХБ-Ш, и ДВХБ-70, которые представляют собой коллоидную систему, стабилизированную ПАВ анионного типа [8].

Все три марки латексов по типу эмульгатора относятся к анионактивным. Так, в СКС-65ГП эмульгатором является некаль, а в ДВХБ – парафинат кальция. В первом и втором случаях оба эмульгатора относятся к калиевым мылам СЖК. Водородный показатель также близок и лежит в области 9–10,5 pH. Однако по массовой доле сухого вещества ДВХБ уступает СКС-65ГП почти вдвое, что может свидетельствовать о его меньшей эффективности.

Латекс вводится в водный раствор эмульгатора непосредственно перед смешением последнего с битумом в количестве 3, 5, 8, 10 % от массы эмульсии.

Определялись технологические и эксплуатационные показатели битум-полимерных эмульсий (БПЭ). Установлено, что условная вязкость последних с повышением в них концентрации латекса снижается во всех случаях особенно резко в области до 3 %-го содержания латекса в эмульсиях. Снижение объясняется меньшей условной вязкостью латексов как дисперсных систем. Абсолютные значения вязкости БПЭ при 10 % содержании латексов для БПЭ с СКС-65ГП составляет – 11 сек; с ДВХБ-70 – 9 сек и с ДВХБ-Ш – 8,5 сек.

Введение латексов до 5 %, не оказывает существенного влияния на однородность и устойчивость эмульсий. Это объясняется тем, что дисперсная фаза латекса распределяется в дисперсионной среде битумной эмульсии. Однако повышение содержания латексов в БЭ приводит к заметному ухудшению этих показателей во всех случаях.

Например, при увеличении содержания латексов в БЭ до 8 % наблюдается некоторое ухудшение устойчивости (в пределах нормы), а в дальнейшем при 10 % и резкое снижение этого показателя. Необходимо отметить, что из трех выбранных латексов наиболее устойчивой оказалась битум-полимерная эмульсия с латексом СКС-65ГП.

Следовательно, введение латексов в БЭ значительно увеличивает технологические показатели БПЭ, снижая при этом их условную вязкость. Показано, что введение латексов в эмульсию выше 5 % нецелесообразно, поскольку это не приводит к увеличению эффекта модификации, а лишь к его удорожанию.

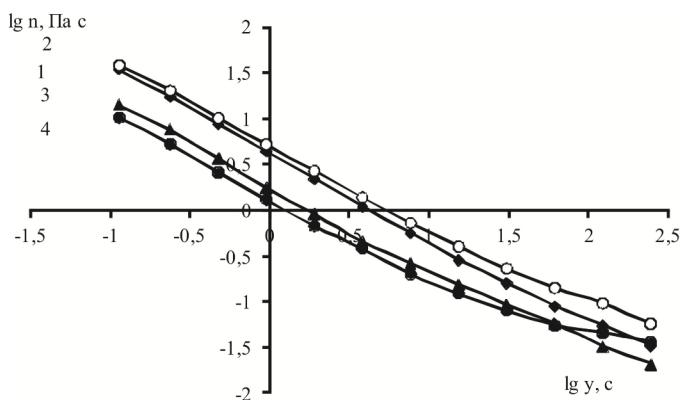
В таблице представлены сравнительные характеристики битумной и битум-полимерных эмульсий, модифицированных 5 % латексом.

Таблица
Основные свойства БЭ, модифицированных латексами

№ п/п	Состав	Условная вязкость при 20°C, с	Однородность на сите № 0,14, %	Устойчивость при хранении, %	
				7 суток	30 суток
1	БЭ 70/30	35	0,11	0,3	0,5
2	БЭ 70/30 СКС-65ГП – 5	14,6	0,22	0,6	1,0
3	БЭ 70/30 ДВХБ-70 – 5	14,2	0,20	0,7	1,1
4	БЭ 70/30 ДВХБ-Ш – 5	9,8	0,30	2,2	2,4
5	ГОСТ 52128-2003	10-15	0,50	0,6	1,0

Нами также, проведена оценка агрегативной и седиментационной устойчивости БЭ при содержании латекса от 1 до 5 %. Исследования показали, что существующая критическая скорость сдвига, при которой нелинейная зависимость вязкости переходит в

линейную, характеризует течение близкое к ньютоновскому с наименьшей вязкостью. Это характерно для эмульсий с содержанием латекса 3, 8, 10 %, не отвечающим оптимальному. Более вязкие тонкодисперсные эмульсии (с оптимальным содержанием латекса 5 %) динамически более устойчивы, о чем свидетельствует отсутствие области линейной вязкости (рис. 4).



1 – битумная эмульсия с 3 % СКС-65-ГП; 2 – битумная эмульсия с 5 % СКС-65-ГП;
3 – битумная эмульсия с 8 % СКС-65-ГП; 4 – битумная эмульсия с 10 % СКС-65-ГП.

Рис. 4. Зависимость вязкости битумно-латексных эмульсий от скорости сдвига
при температуре 25°C (по истечении 1 суток)

Показатели исследования динамической вязкости БЭ по истечении 30 суток с момента их изготовления показали, что при всех концентрациях латекса в БЭ увеличилась вязкость во всей изученной области скоростей сдвига в отличии с результатами, полученными через 1 сутки после приготовления эмульсий. В результате большей дисперсности, эмульсия с 5 % содержанием СКС-65-ГП имеет большее значение вязкости.

Также нами проведены сравнительные исследования динамической вязкости БЭ с латексами СКС-65-ГП, ДВХБ-70 и ДВХБ-Ш с оптимальной концентрацией 5 %. Результаты показали большую вязкость эмульсий с латексом СКС-65-ГП по сравнению с ДВХБ-70 и ДВХБ-Ш, что еще раз доказывает эффективность применения этого латекса.

Следует отметить, что проведенные исследования модифицированных эмульсий по реологии (1 и 30 суток после их приготовления) показали, что больший показатель вязкости также имеет эмульсия с 5 % содержанием СКС-65ГП, так как она более дисперсна, подтверждая результаты исследований условной вязкости, однородности и устойчивости.

В заключение можно сказать, что полученные БПЭ отвечают требованиям ГОСТ 52128-2003 «Эмульсии битумные дорожные», а разработанные на их основе рулонные материалы соответствуют ГОСТ 30547-97 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные». Полученные материалы по своим показателям превосходят аналогичные показатели свойств битумных эмульсий на известных эмульгаторах, а также отличаются не только технологической, но и высокой экономической и экологической эффективностью.

Список библиографических ссылок

1. Васильев А., Шамбар П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов «Опыт дорожников Франции». – М.: Трансдорнаука, 1999. – С. 80.
2. Дорожные эмульсии: энциклопедия в 3-х томах / Под. ред. И.Н. Петухова, Евразийская ассоциация дорожных эмульсий ЕARE. – Минск, 1998.
3. Попченко С.Н. Холодная асфальтовая гидроизоляция. – Л.: Стройиздат, 1977. – С. 208.
4. 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.

5. Нетфуллова Л.Ш., Макаров Д.Б., Мурафа А.В., Хозин В.Г. Битумные эмульсии на основе смеси анионактивных ПАВ кровельного и гидроизоляционного назначения // Строительные материалы, 2005, № 3. – С. 52-53.
6. Сибгатуллина Л.Ш., Мурафа А.В., Макаров Д.Б., Хозин В.Г. Новые анионактивные битумные эмульсии для дорожных, кровельных и гидроизоляционных покрытий // Строительные материалы, 2005, № 11. – С. 22-25.
7. Битумная эмульсия и способ ее приготовления: пат. 2258075, Рос. Федерации. № 2004106099/04; заявл. 01.03.04; опубл. 10.08.05. Бюл. № 22. – 7 с.
8. Чечик О.С. Перспективные направления развития рынка латексов // Строительные материалы, 1998, № 11. – С. 20.

Sibgatullina L.Sh. – candidate of technical sciences

E-mail: leiseb@mail.ru

Murafa A.V. – candidate of technical sciences, associate professor

Makarov D.B. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Bitumen-polymer anion active emulsion

Resume

In the article the results of research of the basic technological and operational characteristics of bitumen emulsions on the basis of mixes of surfactants from waste soap industry. Studied bitumen emulsion on a mixture of anion active surfactant, which is more dispersion, uniformity and stability than bitumen emulsion on individual surfactants. Modification of the developed bitumen emulsions latexes the optimal composition of bitumen-polymer emulsions, and also developed the technology of obtaining on their basis of rolled roofing and waterproofing materials. It is proved that the use of bitumen emulsions in the production of rolled roofing and waterproofing materials «cold» technology allows to obtain economic benefit. Technological, economic and ecological substantiation of efficiency of application of rolled roofing and waterproofing materials on the basis of bitumen, bitumen-latex emulsion allows to use them in the construction of new and repair of existing roofing.

Keywords: bitumen, waste, anion active surfactants, emulsions, latexes, modification, roll roofing and waterproofing materials.

Reference list

1. Vasilev A., Shambar P. Surface treatment with simultaneous distribution of documents the «Experience of road workers of France». – M.: Transdornayka, 1999. – P. 80.
2. Road emulsions: ENCYCLOPAEDIA in 3 volumes/ Edited by Petuchova I.N., Eurasian Association of road emulsions EARE. – Minsk, 1998. – P. 180.
3. Popchenko S.N. Cold asphalt waterproofing. – L.: Stroizdat, 1977. – P. 208.
4. Belevich V.B., Sidenko D.A. The device durable flat roof of bitumen-polymer roll materials in winter // Krovelnye i gidroizoliasionnie materialy, 2005, № 1. – P. 42-43.
5. Netfullova L. Sh., Makarov D.B., Murafa A.V., Kchozin V.G. Bitumen emulsion on the basis of a mixture of anion active surfactant roofing and waterproofing destination // Stroitelnye materialy, 2005, № 3. – P. 52-53.
6. Sibgatullina L.Sh., Murafa A.V., Makarov D.B., Kchozin V.G. New anion active bitumen emulsion for road, roofing and waterproofing coatings // Stroitelnye materialy, 2005, № 11. – P. 22-25.
7. Bitumen emulsion and the way of its preparation: the patent 2258075 Russian Federation. № 2004106099/04; It is declared 01.03.04; it is published 10.08.05. The bulletin № 22. – P. 7.
8. Chechik O.S. Perspective directions of development of the market of latexes // Stroitelnye materialy, 1998, № 1. – P. 20.