

УДК 665.77

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СОСТАВОВ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ВОДОРАСТВОРИМЫХ ЭМУЛЬГАТОРАХ**Родивилов С.М., Касымбеков А.Б., Томилов А.Г., Батырбаев А.Т.**

Институт проблем горения, Алматы, Казахстан

Аннотация

В работе приведены результаты исследований по разработке составов дорожных эмульсий и эмульсионно-минеральных смесей на различных эмульгаторах. Установлена зависимость свойств эмульсий от содержания эмульгатора. Показано, что применение адгезионной присадки позволяют регулировать скорость распада битумной эмульсии и сцепление битума к минеральному материалу. Разработаны составы эмульсионно-минеральных смесей, соответствующих стандартным требованиям на холодные смеси.

Ключевые слова: эмульсии, минералы, эмульгаторы, смеси, адгезия

Введение

Битумные эмульсии широко используются в развитых странах мира при строительстве и, в особенности, при проведении ремонтных работ дорожного полотна. Во Франции, например, более 30 % выпускаемых дорожных битумов эмульгируются. Использование битумных эмульсий позволяет повысить качество и снизить продолжительность и расходы при проведении дорожно-строительных работ.

В Республике Казахстан в настоящее время современные технологии устройства дорожного полотна с применением битумных и полимерно-битумных эмульсий не находят применения. Это обусловлено тем, что разработка составов битумных эмульсий и холодных эмульсионно-минеральных смесей требует обширных исследований в лабораторных и натурных условиях. Кроме того, в РК отсутствует производство собственных эмульгаторов и полимерных модификаторов, а импортируемые из РФ эмульгаторы зачастую не отвечают современным требованиям дорожного строительства. В этой связи исследования, направленные на разработку технологии получения дорожных эмульсий из битумов отечественного производства и холодных эмульсионно-минеральных смесей с использованием местного каменного материала являются актуальными.

Основная часть

Идея применения битумных эмульсий в дорожном строительстве состоит в том, что

они, оставаясь стабильными при перевозке, хранении и перекачивании, после соприкосновения с поверхностью каменных материалов, быстро распадаются на битум и воду. К наиболее важным преимуществам битумных эмульсий относятся их заметно меньшая по сравнению с вязкими и разжиженными битумами вязкость и более высокая адгезионная способность к поверхностям различной структуры и природы.

Основным компонентом, определяющим свойства эмульсионно-минеральных смесей, является битумная эмульсия. Важен не только состав эмульсии – содержание и свойства битума, эмульгатора, адгезионной добавки, не меньшее значение имеет способ получения битумной эмульсии, конкретный тип диспергирующего устройства, определяющего как общую дисперсность частиц, так и их распределение по размерам.

В наших экспериментах использовалась одна из наиболее совершенных в мире лабораторных коллоидных мельниц производства компании «ENH Engineering A/S» (Дания). Это компактная машина, которая используется во многих зарубежных фирмах для приготовления битумных эмульсий (рисунок 1). Процесс работы полностью автоматизирован.

При производстве эмульсий необходимое количество битума подается в коллоидную мельницу посредством битумного насоса, для достижения однородной температуры при нагреве осуществляется непрерывная циркуляция битума. При необходимости добавления разжижителя или других добавок, они могут быть введены в битум в буферной емкости. Битум обогревается посредством электронагревательных элементов. Производительность мельницы от 200 до 500 литров битумной эмульсии в час.



Рис. 1 – Общий вид коллоидной мельницы ENH

В качестве эмульгаторов для катионных эмульсий используют ПАВ типа аминов, диаминов, амидоаминов и четвертичных аммониевых солей. Все эти соединения состоят из длинной углеводородной цепи, которая заканчивается катионной группой. Углеводородная цепь эмульгатора ориентируется относительно поверхности битумной капли, в результате чего углеводородная цепь прочно связывается с битумом. В результате капли битума становятся электрически заряженными.

Отрицательно заряженные хлоридные ионы притягиваются к поверхности капель с положительными зарядами и ионами, образуя «двойной электрический слой» [1-3]. Выбор эмульгатора зависит от типа эмульсии (с быстрым, средним и медленным распадом). Количество эмульгатора определяется его эффективностью и условиями применения: типом и зернистостью минерального материала, типом битума, климатическими условиями.

В исследованиях в качестве эмульгаторов использовали Амдор-9 и Амдор-10, Амдор-ЭМ, Амдор-ЭМ-1 производства ООО

«Уралхимпласт-АМДОР» (РФ) и Redicote EM44 фирмы AkzoNobel (Швеция). При этом Амдор-9 и Амдор-10 являются маслорастворимыми, остальные – водорастворимыми эмульгаторами. Свойства полученных эмульсий на эмульгаторах Амдор-ЭМ и Redicote EM44 представлены в таблице 1.

Как видно из полученных данных, свойства эмульсий, используемых для подбора составов эмульсионно-минеральных смесей, существенно образом зависят от содержания эмульгатора.

Эмульсии на Амдор-ЭМ и Redicote EM 44 при содержании эмульгатора ниже 0,3 % не смешиваются с минеральными материалами порошкового состава, в силу этого не могут быть использованы для приготовления эмульсионно-минеральных смесей.

Помимо обеспечения эмульгируемости и повышенных адгезионных свойств вяжущих эмульгаторы обладают хорошей способностью восстановления коллоидной структуры составившегося в покрытии битума.

Таблица 1 – Влияние содержания эмульгаторов Амдор-ЭМ и Redicote EM44 на свойства битумных эмульсий

Наименование показателя	Амдор-ЭМ	Амдор-ЭМ	Амдор-ЭМ	Амдор-ЭМ	Амдор-ЭМ	Амдор-ЭМ	Redi-cote
Содержание эмульгатора, %	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3	0,15	0,15
рН водной фазы	2,0	2,0	2,1	2,9	2,8	3,0	3,1
Индекс распада, %	54	65	60	56	59	26	78
Содержание вяжущего с эмульгатором, % по массе	64	60	60,5	61,5	60,5	60	56
Условная вязкость при 20 °С, с	39	24	25	27	24	23	23
Устойчивость при перемешивании со смесями минеральных материалов пористого зернового состава	смешивается	смешивается	смешивается	смешивается	смешивается	не смешивается	не смешивается
Сцепление с минеральными материалами, балл, не менее	4	3	3	4	3	2	2
Остаток на сите № 014, % по массе	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,9	1,3

Физико-механические свойства остатка после испарения воды из эмульсии:

Глубина проникания иглы 0,1 мм при 25 °С	103	103	103	103	103	103	103
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	46	44	44	44	43	41	41

Последнее эффективно может быть использовано при ремонте и содержании старых автомобильных покрытий, битум в которых за годы эксплуатации значительно состарился вследствие сложных структурных и химических превращений под влиянием воздействий на материал различных факторов: кислорода и температуры воздуха, солнечной радиации, воды и т.п. [4, 5].

Эмульгаторы на основе аминов увеличивают адгезию битума к каменным материалам, т.е. по существу они являются адгезионными присадками.

Поэтому было изучено влияние содержания эмульгатора в битумной эмульсии на сцепление битума с каменным материалом.

Испытание эмульсионно-минеральной смеси на сцепление проводили на следующий день после приготовления смесей по ГОСТ 11508, для более точного количественного определения величины сцепления осуществляли

подсчет покрытых, непокрытых и покрытых на половину битумом щебенки, по этим данным рассчитывали величину сцепления в процентах.

Для опытов применяли мытый каменный материал. Результаты определения сцепления битума с каменным материалом представлены на рисунках 2 и 3.

На рисунке 4 представлен каменный материал после проведения испытания на сцепление (эмульгатор Redicote EM44 при концентрации эмульгатора 0,3 (а) и 0,5 % (б) соответственно).

Видно, что влияние эмульгатора на сцепление битума с каменным материалом по данным, представленных на фотографиях, представляется возможным оценить визуально.

Увеличение содержания эмульгаторов в битумной эмульсии приводит к росту сцепления битумной пленки с каменным материалом.

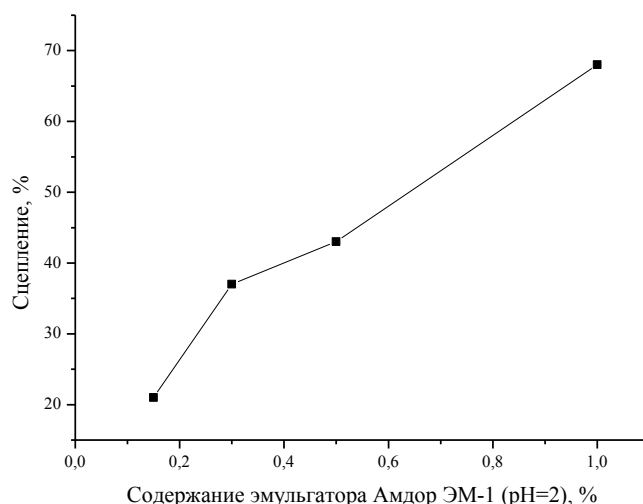


Рис. 2 – Зависимость сцепления битума от содержания эмульгатора Амдор ЭМ-1 (pH=2)

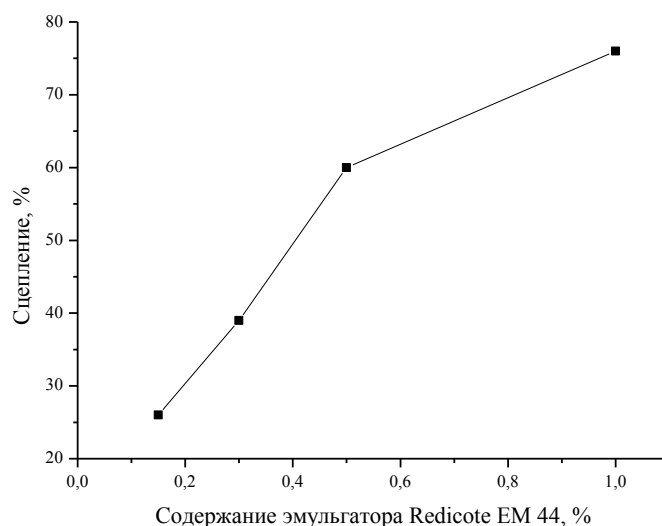


Рис. 3 – Зависимость сцепления битума от содержания эмульгатора Redicote EM 44 (pH=2) в эмульсии

У большинства заполнителей, используемых в дорожном строительстве, большая часть отрицательных зарядов находится на поверхности. Положительные заряды на каплях катионной эмульсии притягиваются к отрицательным зарядам на заполнителе, обеспечивая прочные химические связи и разрушение эмульсии. Разрушение катионной эмульсии на кислотном заполнителе приводит к усиленному поглощению органических катионов ($R-NH_3^+$) на поверхностях, обеспечивающих им олеофильные свойства. Кроме того, они оказывают водовытесняющее воздействие и обеспечивают в результате прочную адгезию осаж-

дённой битумной плёнки с поверхностью заполнителя. Следовательно, катионные эмульгаторы действуют как добавки, повышающие сцепление после разрушения эмульсии.

Однако с материалами кислой природы эмульгатора, присутствующего в эмульсии не всегда бывает достаточно для обеспечения требуемого сцепления. Повышать содержание эмульгатора можно лишь до определенного предела, т.к. это ведет к увеличению стабильности эмульсии и изменению ее класса. Признанным решением в этом случае является использование адгезионных модификаторов [4, 6-9].

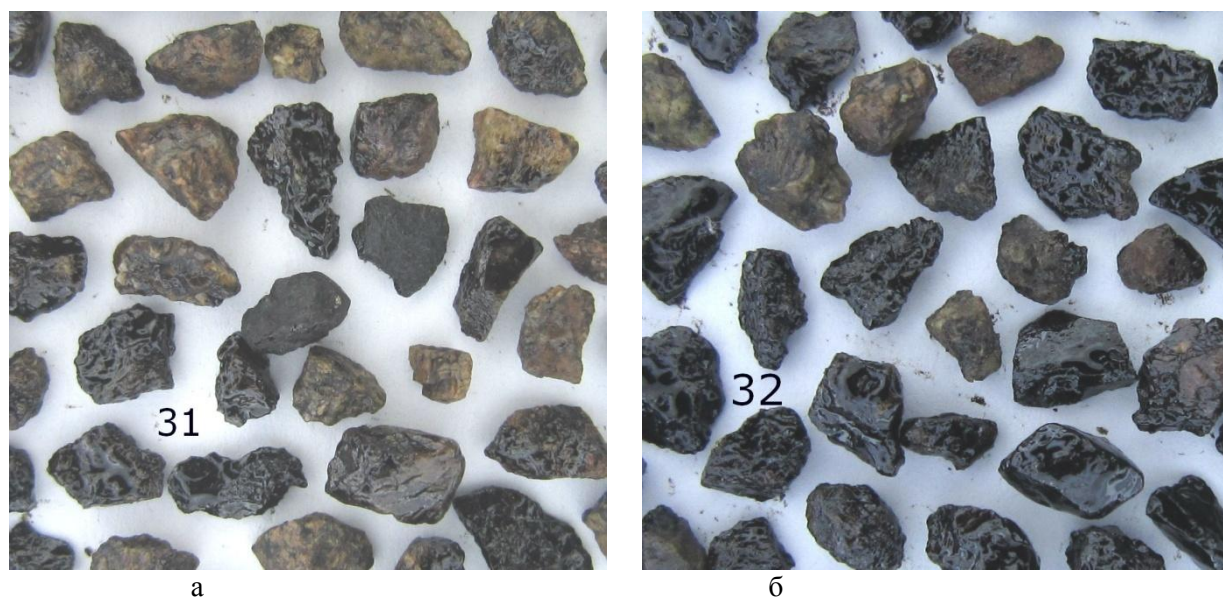


Рис. 4 – Вид щебенки после испытания на сцепление

В качестве модификатора применяли выпускаемую в промышленном масштабе адгезионную присадку Амдор-10, которая широко используется в практике дорожного строительства. Введение модификатора в смесь производили по методике, предусмотренной в СТБ 1509. Для этого навеску мытого щебня фракции 3-5 мм обрабатывали раствором адгезионной присадки в уайт-спирите с расчетом заданного содержания присадки по отношению к битуму. Смесь тщательно перемешивали и оставляли на воздухе до полного удаления растворителя, после этого 30 г обработанного щебня смешивали с 2,8 г 60 %-ной би-

тумной эмульсии. Результаты представлены на рисунке 5.

Как видно из представленных данных, адгезионная присадка аналогично эмульгатору увеличивает сцепление битума с каменным материалом. Ее использование при этом позволяет независимо регулировать скорость распада битумной эмульсии и сцепление битума, что имеет важное практическое значение. По полученным данным были выбраны оптимальные составы для приготовления ЭМС. В качестве каменного материала использовали щебень Алексеевского месторождения фракции 5-10 мм (таблица 2).

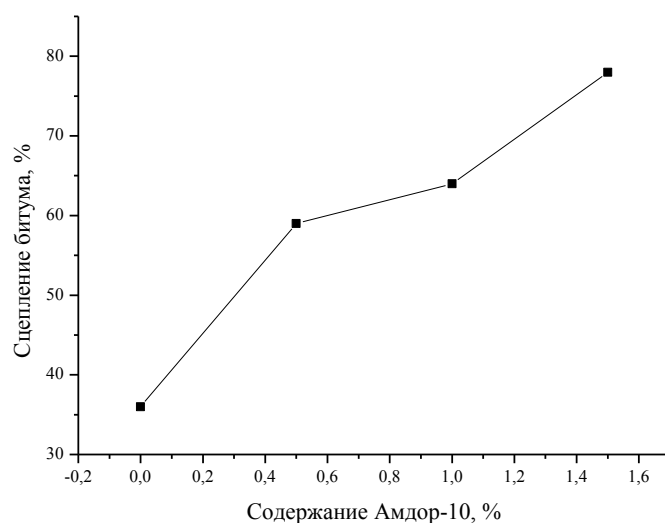


Рис. 5 – Зависимость сцепления битума с каменным материалом от содержания Амдор-10 (эмульгатор Амдор-ЭМ, pH=2)

Таблица 2 – Остаток на ситах при расसेве щебня фракции 5-10 мм

Состав смеси	Остаток на сите (полный остаток), % по массе, при диаметре отверстия контрольного сита, мм			
	3	5	7	10
Содержание фракции	1 (100)	12 (99)	68 (87)	19 (19)

Результаты испытаний физико-механических свойств образцов эмульсионно-минеральных смесей (ЭМС) по требованиям ТПК 306 на основе битумной эмульсии

(эмульгатор Амдор-ЭМ-1 - 0,5 %, адгезионный модификатор Амдор-10 – 0,5 %) при содержании битума БНД 60/90 5 % от минеральной части представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Свойства ЭМС из щебня фракции 5-10 мм по ТКП 306

Наименование показателя	Величина показателя для класса эмульсионно-минеральной смеси		фактически
	I	II	ЭМС
Предел прочности при сжатии при 20 °С, МПа, не менее	1,2	1,0	1,1
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении, не менее	0,6	0,5	0,5
Водонасыщение, % по объему, не более	10	12	12,1
Набухание, % по объему, не более	2,0	2,0	0,01

Приготовленная ЭМС соответствует требованиям к смесям на основе природного каменного материала. Несмотря на преимущества эмульсионно-минеральных смесей в ряде случаев встречаются значительные трудности, связанные с выполнением основного технологического требования - определённой скорости распада эмульсии в смеси, т.е. времени от момента приготовления до момента потери ею подвижности.

Распад эмульсии должен произойти в момент распределения смеси по поверхности покрытия. При быстром распаде смесь загустеет в машине и станет неудобноукладываемой, при медленном - возникает опасность расслоения смеси, стекание жидкой части, снижение темпов выполнения работ.

Скорость распада эмульсии в смеси зависит от целого ряда факторов: природы эмульгатора, температуры окружающего воздуха, влажности, минералогического и зернового состава эмульсионно - минеральной смеси и др.

Требуется особое умение для корректировки состава смеси, чтобы скорость распада эмульсии оставалась постоянной и была соизмерима со временем приготовления и распределения смеси специальной машиной [10].

Заключение

1 Установлена зависимость свойств эмульсий, использованных для подбора составов эмульсионно-минеральных смесей, от содержания эмульгатора. Эмульсии на Амдор-ЭМ и Redicote EM 44 при содержании эмульгатора ниже 0,3 % не смешиваются с минеральными материалами пористого состава, в силу этого они не могут быть использованы для приготовления эмульсионно-минеральных смесей.

2 Показано, что адгезионная присадка аналогично эмульгатору увеличивает сцепление битума с каменным материалом. Ее использование при этом позволяет независимо регулировать скорость распада битумной эмульсии и сцепление битума, что имеет важное практическое значение. По полученным данным были выбраны оптимальные составы для приготовления ЭМС.

3 Разработаны составы эмульсионно-минеральных смесей, соответствующих требованиям ТПК 306 на основе каменных материалов, битумной эмульсии (эмульгатор Амдор-ЭМ-1 - 0,5 %, адгезионный модификатор Амдор-10 – 0,5 %) при содержании битума БНД 60/90 5 % от минеральной части.

Литература

1 Дорожные эмульсии. Энциклопедия в 3-х томах / Под ред. И.Н. Петухова. -Минск: Евразийская Ассоциация дорожных эмульсий, 1999.

2 Золотарев В.А. Физико-химические основы и свойства битумных эмульсий // Автомобильные дороги. -2009. -№ 2. -С. 58-67.

3 Басова С.П., Леоненко В.В., Сафонов Г.А. Влияние азотистых соединений на реологические свойства нефтяных битумов // Нефтепереработка и нефтехимия. -2001. -№ 2. -С. 19-21.

4 Вавилов П.В., Кравченко С.Е., Радьков Н.В. Смеси эмульсионно-минеральные. Методы подбора состава и испытаний, технические требования и свойства (Обзорная информация). – Минск: БелдорНИИ, 2012. -50 с.

5 Ганиева Т.Ф., Кемалов А.Ф., Фахрутдинов Р.З. и др. Эмульгаторы битумных эмульсий, применяемых в дорожном строи-

тельстве // Нефтепереработка и нефтехимия. -2008. -№ 11. -С. 32-33.

6 Холль А. Битумные эмульсии для содержания и устройства дорожных покрытий. -Минск: Транспорт, 1993. -78 с.

7 Wegan V., Brule B. The structure of polymer modified and corresponding asphalt mixtures // J. Assoc. Asphalt Paving Tech. -1999. -V. 68. -P. 64-88.

8 Воскресенская Н.И., Славущий М.А. Опыт подбора составов катионактивных битумных эмульсий под заданные свойства // Дороги России XXI века. -2006. -№ 3. -С. 46-47.

9 Фахрутдинов З.С., Дияров И.Н., Шамгунов Р.Р. и др. Улучшение адгезионных свойств нефтяного битума при помощи присадок катионного типа // Нефтепереработка и нефтехимия. -2003. -№ 5. -С. 20-23.

10 Бусел А.В. Ремонт автомобильных дорог. –Минск: Арт-дизайн, 2004. -208 с.

FORMULATING PECULIARITIES OF COLD MIXES ON THE BASIS OF WATER SOLUBLE EMULSIFIERS

S.M. Rodivilov, A.B. Kasymbekov, A.G. Tomilov, A.T. Batyrbayev

Combustion Problems Institute, Almaty, Kazakhstan

Abstract

The paper presents the results of research on developing formulations of road emulsions and cold mix compositions with the use of different emulsifiers. The dependence of the emulsion properties on the content of the emulsifier has been found. It was shown that the use of adhesion additives makes possible to control the bitumen emulsion breaking and bitumen adhesion to rock materials. Compositions of cold mixes corresponding to the standard requirements have been worked out.

СУДА ЕРИТІН ЭМУЛЬГАТОРЛАРҒА ЭМУЛЬСИЯ-МИНЕРАЛДЫ ҚОСПАЛАРДЫҢ ӨНДЕУ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

Родивилов С.М., Касымбеков А.Б. Томилов А.Г., Батырбаев А.Т.

Жану проблемалары институты, Алматы, Қазақстан

Аннотация

Бұл жұмыста аштық эмульсиясының және эмульсионды-минерал қоспаның әр түрлі эмульгаторлардағы құрамын өндеудің зерттеу нәтижелері енгізілген. Эмульсия қасиетінің эмульгатордың құрамынан тәуелділігі құрылған. Суық қоспаның стандартына сәйкес эмульсионды-минералдық қоспаның құрамы өңделген.