



УДК 665.775.5

Д.Б. Макаров, А.В. Мурафа, Л.Ш. Сибгатуллина, В.Г. Хозин

## ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ АНИОНАКТИВНЫХ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Дорожное строительство является одной из самых востребованных отраслей народного хозяйства России. Ежегодно для строительства новых и ремонта существующих покрытий дорог потребляется огромный объем материалов, ведущее место среди которых занимают асфальтобетоны на битумных вяжущих. Классическая технология устройства покрытий из горячих асфальтобетонных смесей (АБС) энергоемка, экологически не безупречна. Применение битумных эмульсий (БЭ), в частности, анионактивных, является наиболее перспективным и развиваемым направлением, поскольку позволяет перейти от “горячих” технологий получения и укладки асфальтобетона к “холодной” поверхностной обработке покрытий дорог, продлить дорожно-строительный сезон, улучшить качество дорожных покрытий и, главное, их долговечность.

Нами проведена работа по оценке возможностей применения разработанных анионактивных битумных эмульсий для производства холодного асфальтобетона и модификации ими цементного бетона. С экономической точки зрения для получения БЭ в качестве анионактивных эмульгаторов целесообразно использовать побочные продукты и отходы химической промышленности, в частности, кубовые остатки дистилляции жирных кислот (полученные из растительных масел): отход переработки хлопкового масла (ОПХМ) и флотогудрон (ФГ).

На основе сравнительного анализа имеющихся технологий приготовления битумных эмульсий выявлено, что комбинированное эмульгирование является наиболее эффективным способом получения анионактивных эмульсий [1]. Это позволяет получить тонко дисперсные эмульсии даже на малоактивных битумах. Если при традиционном способе эмульгирования битумов применяются готовые мыла, то при комбинированном эмульгировании половина жирных кислот вводится в битум, а вторая половина подвергается омылению в водном растворе. А далее оба состава смешиваются в диспергаторе, где и осуществляется эмульгирование битума.

Нами были изучены наиболее важные эксплуатационно-технические свойства полученных битумных эмульсий. Сравнение свойств позволяет сделать вывод о том, что исследуемые эмульгаторы в области концентрации 2% одинаково эффективны для создания тонкодисперсных битумных эмульсий, при этом небольшое преимущество по однородности и устойчивости имеют эмульсии на ОПХМ. Установлено также, что данные эмульсии по своим основным свойствам и экономическим показателям являются более

эффективными, чем битумные эмульсии на анионактивном промышленном эмульгаторе - олеиновой кислоте и катионактивных эмульгаторах отечественного и зарубежного производств [2]. В результате исследований разработана новая анионактивная битумная эмульсия, которая в настоящее время запатентована [3].

С целью получения битум-полимерных композиций, выделенных из эмульсий, которые, как известно [4], обладают более высокими эксплуатационно-техническими показателями, чем немодифицированный битум, нами проведена модификация разработанных анионактивных БЭ латексами (СКС-65ГП, ДВХБ-70, ДВХБ-Ш). Сравнительный анализ свойств битумных и битум-полимерных эмульсий показал, что введение латексов не оказывает существенного влияния на однородность и устойчивость анионактивных эмульсий, однако при этом снижая условную вязкость и увеличивая адгезию битума к минеральной части. Это объясняется, очевидно, тем, что дисперсная фаза латекса распределяется в дисперсионной среде битумной эмульсии. Поскольку дисперсия латекса значительно выше, она не оказывает влияние на дисперсность битумной эмульсии, не изменяя указанных выше свойств.

На разработанных битумно-латексных эмульсиях с различным содержанием латекса в составе 2,5; 5; 7,5; 10 % нами были изготовлены асфальтобетонные смеси (АБС) для дорожных покрытий. На рис.1 представлено изменение прочности при сжатии асфальтобетона (АБ) из этих АБС при различных температурах (0°C; 20°C; 50°C) в зависимости от концентрации латекса. Из одинакового хода кривых 2,3,4 видно возрастание прочности АБ при повышении концентрации в нем латекса. При 20°C прочность возросла на 20% (кривая 2), в водонасыщенном состоянии при этой же температуре - на 30% (кривая 3), а при 50 °C - на 70% (кривая 4). Снижение прочности при 0°C, как известно, является положительным эксплуатационным показателем АБ. Установлено также возрастание коэффициента водостойкости АБ от 0,85 до 0,93 с повышением содержания латекса в смеси. Введение латекса в битумную эмульсию приводит также к повышению адгезионной прочности битумного вяжущего к минеральной части АБС с 4 баллов до 5, что, вероятно, является одной из причин повышения прочностных показателей асфальтобетона. При пониженной температуре (0°C) введение 10% латекса снижает прочность асфальтобетона на 30% (кривая 1), что связано с повышением его деформативности при нулевой температуре.

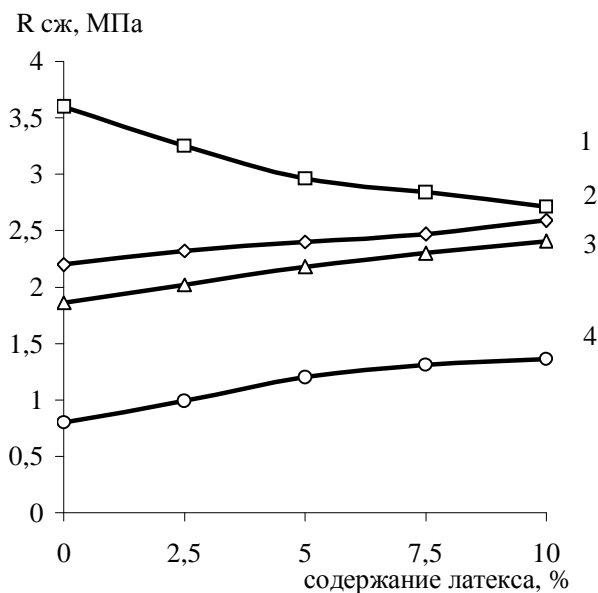


Рис.1. Зависимость прочности при сжатии асфальтобетонных образцов от концентрации латекса:  
 Кривая 1 – прочность на сжатие при 0 °С;  
 Кривая 2 – прочность на сжатие при 20 °С;  
 Кривая 3 – прочность на сжатие при 20 °С в водонасыщенном состоянии;  
 Кривая 4 – прочность на сжатие при 50 °С

На рис.2 показаны зависимости прочности при сжатии асфальтобетонных образцов от температуры (от 0°С до 50°С) на “чисто” битумной (кривая 1) и битум-полимерной (с 5% латекса) эмульсиях (кривая 2).

Как видно, при 0°С прочность асфальтобетона на битум-полимерном вяжущем несколько ниже, чем на битумном. Однако с повышением температуры интенсивность снижения прочности на битумном вяжущем гораздо выше, что свидетельствует о большей температурной чувствительности битум-полимерного вяжущего.

Таким образом, разработанные АБС на битумно-латексных эмульсиях отвечают требованиям ГОСТ 9128-97 не только для холодного АБ, но и для горячего, в то время, как асфальто-бетонная смесь на немодифицированной битумной эмульсии отвечает требованиям только для холодного АБ [5]. Повышение физико-механических показателей объясняется тем, что введение латекса в БЭ создает битум-полимерную композицию, обладающую большей теплостойкостью, морозостойкостью и эластичностью, а также повышающую адгезионную прочность к минеральной части АБС.

Интересным и перспективным направлением дорожного строительства является битуминирование цементных дорожных бетонов. При введении небольших количеств битумных эмульсий в цементный бетон получается материал, обладающий основными свойствами цементного бетона и одновременно свойствами асфальтового бетона, так как в цементных

системах преобладают жесткие кристаллизационные связи, образовавшиеся в результате гидратации цемента, а в асфальтовых - связи коагуляционного типа, обусловленные адгезионными свойствами битумов [6]. Поэтому можно предположить, что в цементном бетоне с добавкой битума будут те и другие связи, приводящие к повышению прочности и деформативности модифицированного цементного бетона.

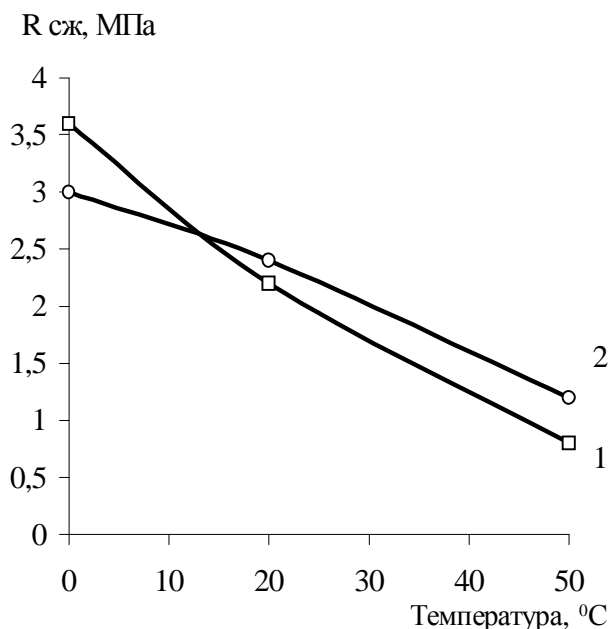


Рис.2. Зависимость прочности при сжатии асфальтобетонных образцов от температуры:  
 Кривая 1 – прочность на сжатие асфальтобетона;  
 Кривая 2 – прочность на сжатие асфальтобетона, модифицированного 5 % латекса

Нами осуществлена модификация бетонов путем введения в бетонную смесь небольших доз битумных эмульсий (от 0,5 до 8 % БЭ от массы цемента). Оптимальные составы и показатели основных свойств мелкозернистого цементного бетона, модифицированного содержанием битумных эмульсий, представлены в таблице.

Как видно из таблицы, существенный эффект модификации проявляется в снижении водотвердого отношения (с 0,535 до 0,495), водопоглощения (с 7,6 до 4,2%), что приводит к повышению морозостойкости цементного бетона и, следовательно, его долговечности. Это можно объяснить активным влиянием битумной эмульсии на границе цемента и заполнителя. Зависимость прочности при сжатии мелкозернистого цементного бетона от концентрации битумной эмульсии прослеживалась по истечении 7 и 28 суток в условиях нормального твердения. Наблюдается более существенный набор прочности у цементного бетона, модифицированного 0,5 % БЭ (с 14 до 25,8 МПа), в то время, как у немодифицированного бетона с 17,3 до 21,2 МПа. Это может быть объяснено следующим образом: бетон, модифицированный битумной эмульсией, имеет тенденцию к более быстрому набору прочности во времени вследствие накопления



Составы и основные свойства мелкозернистого цементного бетона, модифицированного БЭ

Показатели	Оптимальные составы		
	Мелкозернистый бетон	Мелкозернистый бетон с 0,5 % БЭ от массы цемента	Мелкозернистый бетон с 8 % БЭ от массы цемента
1. Водотвердое отношение В/Т	0,535	0,53	0,495
2. Прочность при сжатии, МПа			
- в возрасте 7 сут.	17,3	14,0	12,0
- в возрасте 28 сут.	21,2	25,8	19,5
3. Водопоглощение, %			
- в возрасте 7 сут.	4,0	3,5	2,8
- в возрасте 28 сут.	7,6	6,5	4,2
4. Истираемость, г/см	0,51	0,47	0,35
5. Растяжение при раскалывании, кг/см	16,8	18,0	17,0
6. Усадка, %			
- в возрасте 14 сут.	3,4	2,5	2,2
- в возрасте 28 сут.	4,1	3,6	3,0
- после ТВО	11,5	10,0	6,0

клинкерного фонда, снижения В/Т. При увеличении возраста бетона прочность при сжатии модифицированного бетона будет возрастать по отношению к немодифицированному.

Нами также изучено влияние концентрации битумной эмульсии на истираемость и прочность бетона на растяжение, что представляет большой интерес для дорожного строительства. С увеличением содержания битумной эмульсии в бетоне показатель истираемости существенно сократился (с 0,51 г/см немодифицированного цементного бетона до 0,35 г/см бетона с 8% эмульсии), при этом эффект модификации составляет более 30%. При содержании в бетоне битумной эмульсии 0,5% прочность на растяжение при раскалывании модифицированного бетона возросла и составила 18,0 кг/см, в то время, как у немодифицированного бетона это значение ниже и равно 16,8 кг/см. Дальнейшее увеличение концентрации битумной эмульсии в бетоне приводит к незначительному снижению прочности, однако не достигает своего первоначального уровня даже при 8%-ной концентрации БЭ.

Одним из основных показателей дорожного бетона является усадка, происходящая в уже затвердевшем материале, она может привести к возникновению трещин в бетоне, что ухудшает качество и долговечность дорожного полотна. Показано, что введение в бетон битумной эмульсии приводит к снижению усадки независимо от времени набора прочности в естественных условиях (14 и 28 суток на 55% и 37%, соответственно), а также в условиях ТВО ( $T=80^{\circ}\text{C}$  в течение 14 часов на 90%).

Таким образом, битуминирование цементных бетонов, осуществляемое путем введения в бетонную смесь различных концентраций анионоактивных битумных эмульсий, повышает как технологические свойства бетонной смеси, так и эксплуатационные свойства отвердевшего бетона.

В целом, результаты проведенных исследований показывают высокую эффективность и целесообразность применения разработанных битумных эмульсий в качестве вяжущего для холодного асфальтобетона и модификации ими цементных бетонов, что приводит к повышению качества и долговечности дорожных покрытий.

#### Литература

1. Кучма М.И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве. - М: Транспорт, 1980. - 188с.
2. Дорожные эмульсии: энциклопедия в 3-х томах / Под.ред. И.Н. Петухова, Евразийская ассоциация дорожных эмульсий ЕАРЕ. - Минск, 1998.
3. Битумная эмульсия: Патент на изобретение №2185878, 27 июля 2002 года / Патентообладатели: Хозин В.Г., Макаров Д.Б. // Изобретения: Бюллетень, №21, 2002. - С. 277-281.
4. Макаров Д.Б., Мурафа А.В., Рахматуллина А.П., Хозин В.Г. Новые анионоактивные битумные эмульсии и их модификация синтетическим латексом / Материалы юбилейной науч.-метод. конференции "III Кирпичниковские чтения", 25-28 марта 2003 года, г. Казань / Казан. гос. технологич. ун-т. - Казань, 2003. - С. 356-357.
5. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия: Принят Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 10 декабря 1997 г. Дата введения с 1991.01.01. - М., 2000. - 15с.
6. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. - М.: Технопроект, 1998. - 768 с.