

Наука, 1971. – 231 с.

5. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. – М.: Стройиздат, 1974. – 316 с.

6. Писаренко Г.С., Лебедев А.А. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии. – К.: Наукова думка, 1976. – 415 с.

7. Гришин В.А., Бугаев В.Т. Упругопластические контактные задачи. – Одесса, 1996. – 91с.

8. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. – М.: Стройиздат, 1982. – 447 с.

Получено 13.04.2001

УДК 625.858

В.К.ЖДАНЮК, д-р техн. наук, В.П.ШЕВЧЕНКО, Ю.А.МАСЮК

Харьковский государственный автомобильно-дорожный технический университет

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СМАЧИВАНИЕ ИХ ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКИМИ БИТУМАМИ

Приведены результаты исследования влияния природы минеральных материалов на краевые углы смачивания их поверхности жидкими нефтяными битумами различного состава. Установлено влияние добавок катионного поверхностно-активного вещества и полимера на характеристики смачивания битумов.

Влияние механических нагрузок и климатических факторов на асфальтобетон в покрытии автомобильных дорог прежде всего проявляется на уровне вяжущего материала и на границе раздела битум – минеральный материал. В присутствии воды происходит отслаивание битумной пленки от поверхности минерального материала, при этом отслаивание битума является не единственной причиной разрушения асфальтобетонного покрытия. Агрессивное влияние воды становится особенно опасным, когда сопровождается интенсивной кинетикой процесса отслаивания. Идеальные условия обеспечения прочного сцепления битума с минеральной поверхностью на практике реализуются редко. Прочность сцепления битумных пленок с поверхностью минерального материала зависит от многих факторов и от метода ее оценки.

Учитывая неоднозначность точек зрения [1], что условием прочного сцепления является хорошее смачивание жидкостью твердой поверхности, отметим, что с позиции поверхностных явлений согласно [2] именно прочное сцепление определяет хорошее смачивание. Однако последнего недостаточно для обеспечения прочного сцепления. Так, маловязкие битумы по сравнению с вязкими лучше смачивают большинство минеральных материалов, но асфальтобетоны на их основе характеризуются меньшими значениями коэффициента длительной водоустойчивости. Сам эффект смачивания служит признаком про-

явления сил притяжения между молекулами смачивающей жидкости и твердого тела. Эти силы относятся к фундаментальным термодинамическим свойствам двух материалов. Учитывая, что поверхностные силы минеральной подложки оказывают влияние на значения краевых углов смачивания (θ), являющихся одной из важнейших характеристик смачивания, измерение углов смачивания в какой-то мере позволяет получить представление о свойствах твердой поверхности. При такой постановке проблемы измеряемые значения θ можно использовать в качестве критерия активности твердых подложек различной природы по отношению к молекулам смачивающей жидкости. По-видимому, более "активной" поверхностью твердого тела по отношению к данной жидкости следует считать ту, на границе с которой смачивающая жидкость образует меньший краевой угол смачивания.

Учитывая изложенное выше, а также применение в дорожном строительстве (для приготовления асфальтобетонных и битумоминеральных смесей) различных по природе минеральных материалов, необходимо исследовать влияние происхождения минеральных материалов на особенности смачивания их поверхности не только битумом, но и водой, которая в силу специфических условий работы дорожного покрытия в большинстве случаев является важным фактором, определяющим его долговечность.

Выполненные нами эксперименты показали (табл.1), что формирование водой постоянных значений краевых углов смачивания на поверхности всех исследованных минеральных материалов происходит во времени и составляет 10-15 минут. Это явление получило название кинетического гистерезиса смачивания. Объясняется оно присутствием на поверхности реальных твердых тел различных преград (неровностей поверхности, пор, микротрещин и др.), которые обуславливают трение по периметру капли в процессе смачивания. Приведенные в табл.1 данные свидетельствуют, что происхождение минеральных подложек влияет на величину краевых углов смачивания водой их поверхности. Так, вода на поверхности подложек из кислых осадочных горных пород (песчаники) формирует наименьшие углы смачивания по сравнению с другими исследуемыми подложками. В то же время установившиеся углы смачивания водой для песчаников, представленных образцами различных месторождений, находятся в пределах от 8° до 11° , что приблизительно в 2-3 раза меньше углов смачивания водой поверхности других минеральных материалов. Углы смачивания поверхности известняков разных месторождений также отличаются. Для известняков, представленных пробами из

двух различных месторождений, разница между минимальными и максимальными значениями углов смачивания достигает 8° при погрешности метода измерения $\pm 2^{\circ}$. Углы смачивания водой поверхности гранитов соизмеримы и находятся в пределах 27-29 градусов. Из всех исследованных минеральных подложек максимальным значением угла смачивания характеризуется базальт.

Таблица 1 – Значение углов смачивания поверхности минеральных материалов водой

Название минеральной подложки	Продолжительность контакта воды с подложкой, мин				
	1	4	7	10	15
Известняк-1	42	38	32	28	26
Известняк-2	52	43	38	36	34
Гранит-1	47	39	36	28	27
Гранит-2	44	37	34	30	29
Базальт	48	46	43	40	37
Железистый кварцит	47	39	34	26	24
Песчаник-1	22	13	9	8	8
Песчаник-2	28	23	17	12	11
Песчаник-3	28	21	16	12	11
Песчаник-4	37	33	25	11	9

Примечание: Индексы подложек соответствуют различным месторождениям.

В технологических условиях смачиванию битумами подвергаются каменные материалы различной дисперсности и минерального состава при температурах, обеспечивающих хорошее “растекание” битумов. Нами выполнены исследования краевых углов смачивания жидким битумом марки СГ 70/130 поверхности минеральных подложек различной природы, а также влияния добавок катионного ПАВ УДОМ-1 по ТУ У В.7.03450778.176-98 ДП и дивинилстирольного термоэластопласта марки ДСТ-30 Р на поверхностные свойства и смачивающую способность жидкого битума. Физико-механические свойства принятых для исследования жидких битумов разного состава подробно изучались ранее [3].

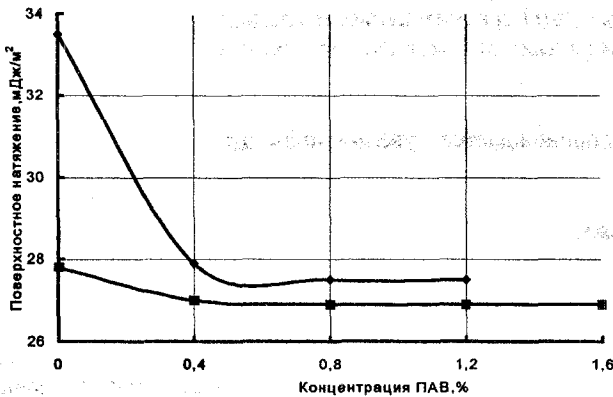
Жидкие битумы и битумополимерные вяжущие марки СГ 70/130 при достаточно близких значениях поверхностного натяжения имеют практически одинаковую температурную чувствительность этого показателя. В большей мере они отличаются способностью смачивать поверхность минеральной подложки (табл.2). Приведенные в табл.2 данные свидетельствуют, что жидкие битумополимерные вяжущие медленнее растекаются по поверхности стекла и имеют меньшую температурную чувствительность. Так, при возрастании температуры на 40°C диаметр капли жидких битумов БЖ1 и БЖ2 увеличивается на 1,3-1,4 мм в сравнении с жидкими битумополимерными вяжущими

БЖ3 и БЖ4, для которых свойственно возрастание этого показателя на 0,9 мм. Результаты сравнительных исследований когезионной прочности вязких и жидких битумов [3] согласуются с данными относительно меньшей температурной чувствительности битумов, модифицированных полимером. Для всех рассматриваемых битумов повышение температуры сопровождается увеличением диаметра растекающейся по поверхности стекла капли. Увеличение площади поверхности, смоченной жидкими битумами, с повышением температуры связано с уменьшением межмолекулярного взаимодействия в битуме, что хорошо подтверждают данные температурной зависимости поверхностного натяжения. Наибольшую площадь смоченной поверхности стекла, наблюдаемую для жидкого битума с индексом БЖ2, обеспечивает присутствие в его составе 0,8% ПАВ. При этом эффективность ПАВ УДОМ-1 в составе жидкого битума значительно ниже в сравнении с вязким, судя по концентрационной зависимости поверхностного натяжения (рисунок). Поскольку в процессе структурообразования жидкий битум приобретает свойства вязкого, содержание ПАВ в его составе нужно брать аналогичным вязкому.

Таблица 2 – Поверхностные свойства жидких битумов

Показатели свойств	Индекс битума			
	БЖ1	БЖ2	БЖ3	БЖ4
Поверхностное натяжение (мДж/м ²) при температуре, °С:				
80	30,8	31,0	31,1	31,2
100	29,0	28,9	28,8	28,4
120	26,7	26,9	26,9	27,0
Диаметр капли (мм) битума после растекания в течение 40 мин по поверхности стекла при температуре, °С:				
20	3,5	3,8	3,0	3,1
40	4,2	4,6	3,5	3,6
60	4,7	5,1	3,9	4,0

Результаты исследования смачивания жидкими битумами поверхности минеральных подложек (табл.3) подтверждают известное положение о снижении θ при повышении температуры. При этом значения θ , оцененные после растекания битума по поверхности подложки в течение 5 минут, у жидкого битума с ПАВ (БЖ2) несколько меньше, чем у битума без добавки (БЖ1). Характерно, что с повышением температуры влияние ПАВ на значения θ нивелируется. Аналогичные зависимости наблюдаются и для жидких битумополимерных вязущих (табл.4).



Зависимость поверхностного натяжения от концентрации катионного ПАВ в вязком (1) и жидком (2) битумах при температуре 100 °С

Таблица 3 – Значения углов смачивания поверхности минеральных подложек жидкими битумами

Минеральная подложка	Индекс битума			
	БЖ1		БЖ2	
	80 °С	100 °С	80 °С	100 °С
Известняк - 1	39	18	22	18
Известняк - 2	30	22	23	20
Гранит - 1	28	18	21	17
Гранит - 2	28	16	19	15
Базальт	27	21	20	19
Железистый кварцит	25	17	20	17
Песчаник - 1	24	19	19	16
Песчаник - 2	27	20	21	18
Песчаник - 3	35	16	18	16
Песчаник - 4	28	18	19	17

Таблица 4 – Значения углов смачивания подложек жидкими битумополимерными вяжущими

Минеральная подложка	Индекс битума			
	БЖ3		БЖ4	
	80 °С	100 °С	80 °С	100 °С
Известняк - 1	31	19	21	17
Известняк - 2	28	23	22	18
Гранит - 1	24	21	21	14
Гранит - 2	23	19	19	13
Базальт	22	19	18	12
Железистый кварцит	22	19	20	14
Песчаник - 1	25	18	21	14
Песчаник - 2	21	20	19	13
Песчаник - 3	23	17	18	14
Песчаник - 4	22	20	19	15

Исследования показывают, что введение в состав жидкого нефтяного битума добавок дивинилстирольного термоэластопласта и катионного поверхностно-активного вещества снижает его температурную чувствительность и обеспечивает большую смачивающую способность по сравнению с жидким битумом без добавок. Эти преимущества жидких битумополимерных вяжущих повышают качество холодных асфальтобетонных и битумоминеральных смесей, в частности, коррозионную стойкость покрытий на их основе.

1. Битумные материалы. Асфальты, смолы, пеки / Под ред. Хойберга Дж. – М.: Химия, 1974. – 247 с.

2. Липатов Ю.С. Коллоидная химия полимеров. – К.: Наукова думка, 1984. – 344 с.

3. Жданюк В.К., Ребенок О.Е., Шевченко В.П. Сравнительные исследования когезионной прочности вязких и жидких нефтяных битумов // Вестник ХГАДТУ. Вып.12. Харьков: ХГАДТУ, 2000. – С. 148-150.

Получено 13.04.2001

УДК 666.96

С.В.ШАПОВАЛ, Н.П.БУРАК, кандидаты техн. наук, В.С.ДЕРКАЧ

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ СОЕДИНЕНИЙ РЗЭ НА СВОЙСТВА БАРИЙСОДЕРЖАЩИХ ЦЕМЕНТОВ

Приведены результаты исследований цементов специального назначения. Проанализировано влияние оксида бария и его соединений на свойства барийсодержащих цементов.

Известными являются высокоогнеупорные цементы на основе алюминатов и цирконатов кальция, стронция и бария [1]. Среди щелочноземельных металлов для разработки электропроводного вяжущего наиболее целесообразно применение BaO , так как сопротивление и энергия проводимости MO (где $M - Mg, Ca, Sr, Ba$) убывают от BeO к BaO от 10^{13} до $5 \cdot 10^{-1}$ Ом·м и от 8 до 5 эВ. Оксид бария (BaO) – полупроводник с электронной проводимостью, имеющий коэффициент электросопротивления $1 \cdot 10^4$ Ом·м при 573 К. Температура плавления – 2190 К [2]. Кроме того, BaO эффективно снижает уровень γ -излучения. Тройная система $BaO - Al_2O_3 - ZrO_2$ и входящие в нее бинарные системы изучены достаточно полно. Алюмоцирконобариевый цемент является быстротвердеющим, быстротвердеющим и высокопрочным вяжущим материалом.

Нами изучалось влияние оксида бария и его соединений на свойства высокоогнеупорных цементов. Взаимодействие в системах оксид