

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН НА БИТУМАХ, АКТИВИРОВАННЫХ СВЧ-ПОЛЕМ

**Ядыкина В. В., д-р техн. наук, профессор,
Акимов А. Е.**

*Белгородский государственный технологический университет
им В. Г. Шухова
(г. Белгород, Россия)*

Развитие автомобильных дорог невозможно без высококачественных дорожно-строительных материалов. На сегодняшний день в отрасли существует проблема применения органических вяжущих. Низкое качество дорожных битумов по ГОСТ 22245-90 – неудовлетворительная, недостаточная для условий России трещиностойкость, эластичность, адгезия – является одной из главных причин преждевременного разрушения дорожных, мостовых и аэродромных асфальтобетонных покрытий. Анализ показал, что главной причиной появления на дорогах выбоин является именно недостаточная адгезия битумов к каменным материалам.

В связи с этим необходимо предложить варианты решения этой проблемы. Одно из самых распространённых решений – применение в битумах поверхностно-активных добавок, улучшающих сцепление с каменным материалом. Однако, активно разрабатываются и другие способы повышения адгезионной способности битумов, например, применение различных способов физической активации: воздействие ультразвука, ультрафиолетового света, СВЧ энергии, магнитного поля [1–3].

В данной работе исследуется возможность применения токов сверхвысокой частоты для улучшения качества дорожных битумов.

Битум подвергался воздействию СВЧ-поля, после чего определялись его физико-механические характеристики. Результаты приведены в таблице.

Произошедшие в составе битума изменения должны повлиять на процессы структурообразования при контакте с минеральными материалами.

Таблица 1

Физико-механические характеристики битумов после их активации в СВЧ-поле

Марка битума	Время обработки, мин.					
	0	0,5	1	2	3	4
БНД 40/60						
пенетрация	60	50	45	39	38	39
температура размягчения	50,1	50,8	51,4	51,7	51,9	51,8
температура хрупкости	-15	-15	-15	-15	-14	-13
индекс пенетрации	-	-1,00	-	-	-	-
	0,74		1,09	1,32	1,33	1,30
БНД 60/90						
пенетрация	72	61	55	47	47	46
температура размягчения	48,4	49,4	48,9	49,3	49,8	49,9
температура хрупкости	-17	-17	-18	-19	-17	-16
индекс пенетрации	-	-0,88	-	-	-	-
	0,73		1,26	1,51	1,38	1,41
БНД 90/130						
пенетрация	110	92	74	65	60	54
температура размягчения	44,7	44,8	45,1	45,6	45,7	46,3
температура хрупкости	-19	-19	-18	-18	-17	-17
индекс пенетрации	-	-1,10	-	-	-	-
	0,59		1,16	1,77	1,93	2,00

Установлено, что СВЧ-активация вызывает значительный рост вязкости битума, для битумов марок БНД 40/60. 60/90 и 90/130 увеличение вязкости составило 35, 36 и 51 % соответственно;. При этом температура размягчения и хрупкости изменяются незначительно: для битума марки БНД 40/60 изменения составили 4 % и 15 %; для БНД 60/90 – 3 % и 11 % и для БНД 90/130 3 % и 12 % соответственно, что свидетельствует о том что СВЧ-активация не вызывает необратимых изменений в составе и структуре органических вяжущих, характерных для старения.

Адгезия битума к минеральным материалам оценивалась методом адсорбции красителя метиленового голубого. График изменения адгезии битума представлен на рис. 1.

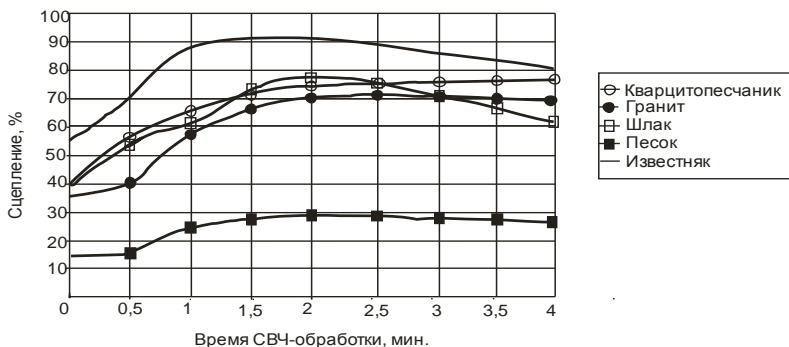


Рис. 1. Изменение адгезии битума к каменному материалу после СВЧ-активации

Приведённые результаты показывают, что значительно возрастает сцепление активированного СВЧ-полем битума с поверхностью известняка (на 61 %), гранита (на 105 %), кварцитопесчаника (на 88 %), шлака (на 95 %).

Проследить взаимодействие активированного и неактивированного битума с минеральными порошками различной природы позволил метод конической пластометрии. Обработанный СВЧ-энергией при оптимальном времени битум смешивался с минеральным порошком, затем определялось предельное напряжение сдвига, возникающее при погружении тарированного конуса в смесь вяжущего и минерального порошка. Результаты представлены на рис. 2.

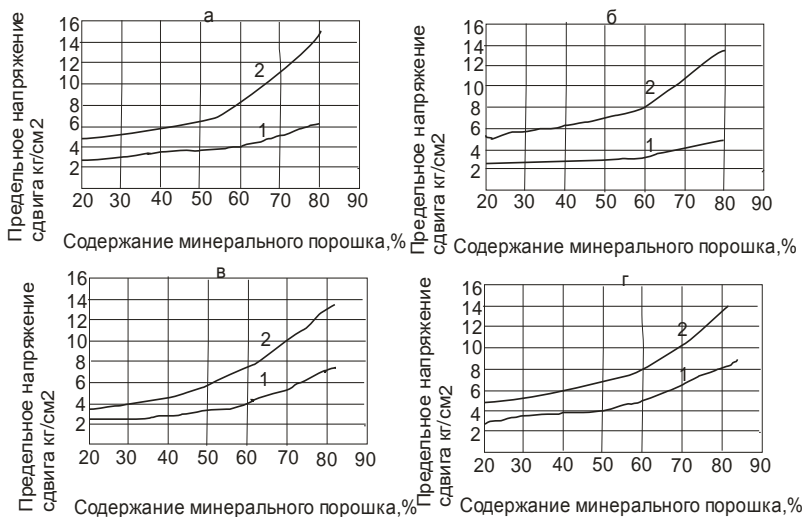


Рис. 2. – Влияние СВЧ обработки на струкутuroобразование
а.- кварцитопесчаник, б.- гранит, в.- шлак, г.- известняк.
1.– битум до обработки, 2.- битум после обработки

Из графиков видно, что применение СВЧ-обработки битума значительно улучшает его взаимодействие с минеральными порошками. Происходит рост предельного напряжения сдвига (до 70 % на кварцитопесчанике, до 40 % на граните и известняке, более чем в 2 раза на шлаке). Результаты свидетельствуют о том, что битум, активированный СВЧ-энергией, значительно эффективнее переводится в плёночное состояние.

Приведённые выше результаты свидетельствуют о значительном улучшении адгезионной и структuroобразующей способности битума после его активации в поле сверхвысокой частоты. Эти изменения должны положительно повлиять на физико-механические и эксплуатационные характеристики асфальтобетонов, что отражено в таблице 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики асфальтобетона
на СВЧ-активированных битумах

наименование показателя	Требования по ГОСТ	тип Г		тип Б	
		контроль	СВЧ-активация	контроль	СВЧ-активация
Водонасыщенность, %	1,5 – 4,0	3,66	2,51	2,81	2,35
Набухание, %	Не нормир.	1,65	1,52	1,24	1,21
Предел прочности при сжатии, МПа: -при 20 °С -при 50 °С -при 0 °С -в водонасыщенном состоянии при 20 °С	2,20 1,20 не более 12 не нормир.	5,41 2,80 9,80 4,76	6,85 4,95 9,17 6,57	6,13 2,61 11,32 5,45	6,95 4,21 10,16 6,74
Коэффициент водостойкости	Не менее 0,85	0,88	0,96	0,89	0,97
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении	Не менее 0,75	0,77	0,85	0,76	0,88

Как видно из приведенных данных, асфальтобетон на модифицированных битумах обладает большей прочностью при 20 и 50 °С, а также повышенной водостойкостью. Прочность образцов асфальтобетона типа Г при 20 °С увеличилась на 27 %, при 50 °С – на 76 %. Прочность асфальтобетона типа Б возросла на 14 % и 61 % соответственно. Повышение прочности объясняется несколькими причинами: во-первых, это увеличение адгезии битума к поверхности каменного материала, что снижает риск разрушения по границе контакта «вяжущее – поверхность материала». Во-вторых, это улучшение структурирования модифицированного битума минеральным порошком, что было показано в проведенных ранее исследованиях, следовательно, вяжущее эффективнее переводится из объёмного в плёночное состояние. Особенно наглядно это видно по

росту прочности асфальтобетона при 50 °С и снижению прочности при 0 °С. В асфальтобетоне уменьшается количество объёмного битума, который при повышении температуры переходит в текучее состояние, из-за чего асфальтобетон теряет прочность при высоких температурах. При низких температурах объёмный битум переходит в хрупкое состояние, что вызывает увеличение жёсткости и прочности асфальтобетона, из-за чего возрастает риск образования трещин и разрушения асфальтобетона. Структурированный битум имеет гораздо меньшую температуру перехода в хрупкое состояние. Следовательно, применение битума, обработанного в СВЧ-поле, позволит повысить такие важные эксплуатационные характеристики, как теплостойкость, трещиностойкость и морозостойкость.

Важным параметром, характеризующим работу асфальтобетонного покрытия в условиях интенсивного увлажнения, является длительная водостойкость.

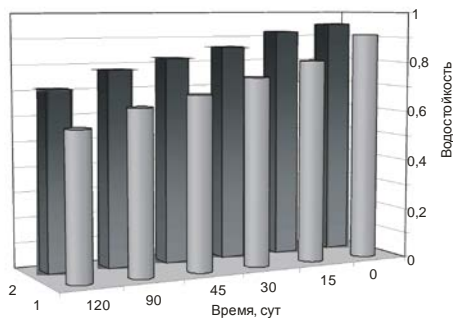


Рис. 3. Длительная водостойкость асфальтобетона:

1 – контрольные образцы, 2 – на битуме, активированном в СВЧ-поле

При применении вяжущего, обработанного СВЧ-полем, этот параметр существенно увеличивается (рис. 3), так как растёт адгезия активированного битума к каменному материалу, а значит, требуется больше энергии, чтобы отделить плёнку вяжущего от его поверхности.

Из рисунка видно, что с течением времени водостойкость образцов на необработанном битуме снижается гораздо быстрее, чем водостойкость на СВЧ-активированном битуме. На 120 сутки коэффициент водостойкости на асфальтобетоне с активированным битумом выше на 18 %, чем на исходном.

Таким образом, применение битума, активированного СВЧ-энергией, позволяет улучшить взаимодействие вяжущего с минеральным материалом, что значительно повышает физико-механические характеристики композита, его долговечность при работе в жёстких климатических условиях.

Литература

1. Генцлер, И.В. Влияние ультразвука на органические вяжущие / И.В. Генцлер, А.С. Карапетян // Известия вузов. Строительство. – 2001. – № 1. – С. 36–39
2. Шадрин, Б.К. Омагничивание битумов /Б.К. Шадрин // Известия вузов. Строительство. – 2003. – №6. – С. 12–16.
3. Вендриховски, В.А. Влияние радиоволн на сцепление битума с каменными материалами/В.А. Вендриховски // Строительные материалы. – 1995. – №8. – С. 29–30.
4. Бурминский, Н.И. Перспективы использования СВЧ-технологии для приготовления дорожных битумов / Н.И. Бурминский, Е.М. Барачова // Изв. вузов. Строительство. – 1999. – №2–3. – С. 114–115.

УДК 625.855

МЕХАНИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ

**Ядыкина В.В., д-р техн. наук, профессор,
Траутвайн А.И.**

*Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова
(г. Белгород, Россия)*

В настоящее время важнейшей задачей является использование местных минеральных материалов в качестве заполнителей и наполнителей для производства цемента- и асфальтобетона. Однако имеющееся сырье зачастую не отвечает нормативным требованиям, что вынуждает использовать различные технологии его обработки, которые могли бы улучшить качество готовой продукции.