

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.

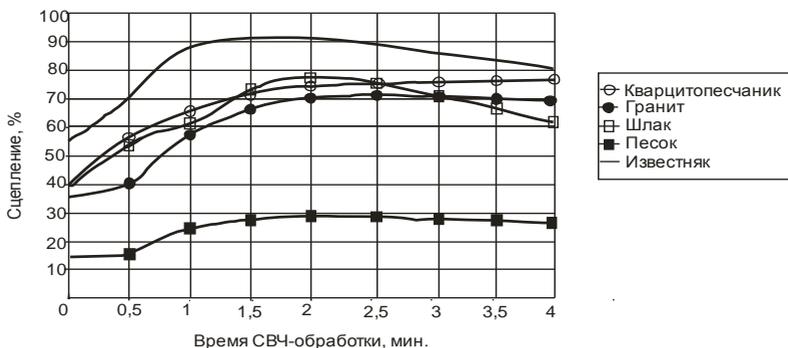


Рис. 1. Изменение адгезии битума к каменному материалу после СВЧ-активации

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.

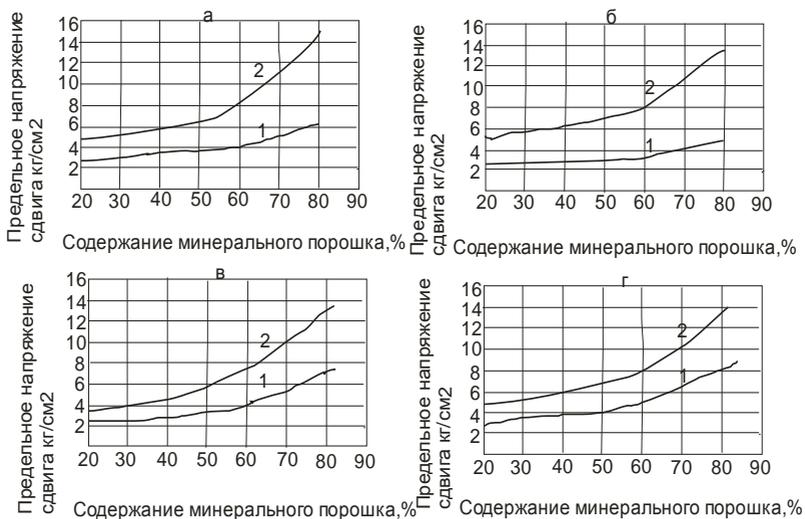


Рис. 2. – Влияние СВЧ обработки на струкутuroобразование
а.- кварцитоесчаник, б.- гранит, в.- шлак, г.- известняк.
1.– битум до обработки, 2.- битум после обработки

Из графиков видно, что применение СВЧ-обработки битума значительно улучшает его взаимодействие с минеральными порошками. Происходит рост предельного напряжения сдвига (до 70 % на кварцитоесчанике, 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 струкутuroобразующей способности битума после его активации в поле сверхвысокой частоты. Эти изменения должны положительно повлиять на физико-механические и эксплуатационные характеристики асфальтобетонa, 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.

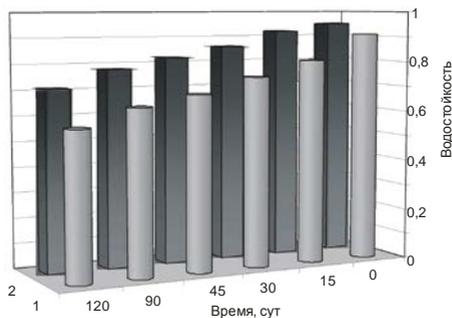


Рис. 3. Длительная водостойкость асфальтобетона:

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.