

Т. А. Чистова, ст. науч. сотрудник РУП «БелдорНИИ»;
О. И. Старостина, канд. хим. наук, РУП «БелдорНИИ»

ПОВЫШЕНИЕ АДГЕЗИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ К МИНЕРАЛЬНЫМ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Application of the activated mineral materials in asphalt mixes improves physicomechanical properties asphalt. Offered chemical activation allows to increase service life asphalt coverings.

В решении проблемы повышения качества органоминеральных смесей и получении высокопрочных и долговечных асфальтобетонов доминирующим фактором является взаимодействие (сцепление) битума с поверхностью минеральных материалов. Особенно актуальны эти проблемы и для нашей республики, где знакопеременные температуры и избыточное увлажнение активно разрушают дорожные покрытия.

При выборе минеральных материалов и обосновании возможности их использования в качестве компонентов асфальтобетонных смесей учитывается обычно соответствие требованиям ГОСТ по гранулометрическому составу, прочности, истираемости и принадлежности к материалам с кислотными или основными свойствами исходя из химического состава. При этом не принимается во внимание природа и состояние его поверхности [1].

Между тем поверхность измельченных материалов отличается от их внутреннего объема повышенным энергетическим потенциалом, многие физико-химические процессы протекают именно на ее активных центрах, которые обуславливают реакционную способность и участвуют во взаимодействии с вяжущим веществом.

Основными минеральными компонентами для производства дорожно-строительных композитов на органическом вяжущем являются горные породы карьера Микашевичи, обладающие преимущественно кислотными свойствами и поэтому, как принято считать исходя из количества диоксида кремния в их составе, не обеспечивающие надлежащего сцепления с битумом, а следовательно, прочности и долговечности органоминеральных материалов [2].

Нами был изучен эффект химической активации кислых минеральных материалов. При этом выдвинута гипотеза, что изменение отрицательного электрокинетического потенциала поверхности таких материалов возможно путем обработки ее солями поливалентных металлов, что приведет к соответствующей ее перезарядке [3].

Были исследованы физико-механические свойства асфальтобетона с применением активированного минерального материала (отсева дробления). Изучение влияния активации выполнялось при условии оптимизации состава асфальтобетона. Для этого нами были применены методы математического планирования

эксперимента [4] с использованием программного комплекса «Statgrafics Plus 5 Windows».

Учитывались следующие факторы эксперимента:

- содержание отсева дробления;
- количество битума;
- количество активатора от массы минерального материала.

Зависимости коэффициента длительной водостойкости асфальтобетона $K_{в14}$ в растворах противогололедных материалов (5%-ный водный раствор хлорида натрия) от содержания активированного отсева дробления и расхода активатора (при фиксированном водонасыщении асфальтобетона 4–5%) представлена на рис. 1. Из приведенных данных следует, что при количестве отсева дробления более 30%, т. е. при полной замене природного песка в асфальтобетоне на неактивированный отсев (что часто наблюдается на практике), коэффициент длительной водостойкости $K_{в14}$ уменьшается ниже 0,9. Таким образом через 14 сут теряется более 10% прочности асфальтобетона, что недопустимо в условиях его эксплуатации под интенсивной транспортной нагрузкой.

Введение активатора в количестве 0,02% от массы отсева позволяет увеличить коэффициент водостойкости до 0,94. В этом случае падение прочности составляет 4–5%, т. е. оно замедляется в 1,8–2,0 раза.

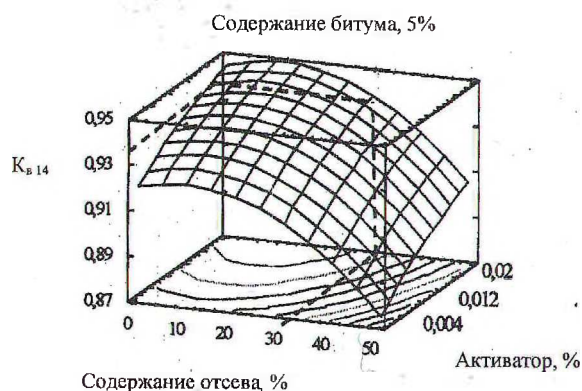


Рис. 1. Зависимость $K_{в14}$ от состава асфальтобетона

Данные выводы подтверждаются результатами определения коэффициента длительной водостойкости после выдерживания образцов в растворе противогололедных материалов в те-

чение 28 сут (K_{28}). В этом случае при содержании неактивированного отсева 30% наблюдается падение коэффициента водостойкости ниже 0,77, т. е. теряется более 23% прочности (рис. 2). Введение активатора в количестве 0,02% приводит к увеличению коэффициента водостойкости до 0,82–0,83, т. е. прочность уменьшается на 18–17%. Замедление процесса деструкции составляет 25–35%.

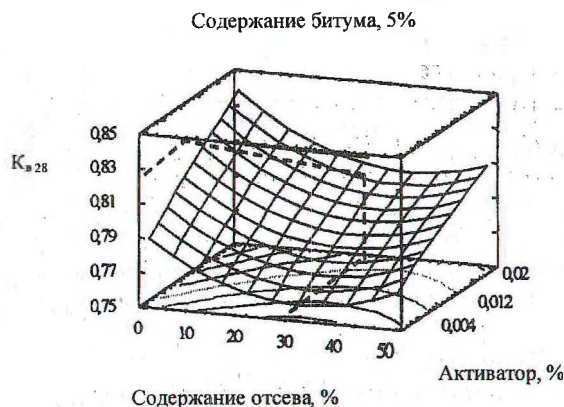


Рис. 2. Зависимость K_{28} от состава асфальтобетона

Нами изучено влияние активирующих добавок на такие показатели асфальтобетона, как сдвигоустойчивость, трещиностойкость и морозостойкость, поскольку их ухудшение может свести на нет положительный эффект повышения коррозионной устойчивости. Для оценки сдвигоустойчивости, трещиностойкости и морозостойкости использовался такой же план эксперимента, как и для исследования водостойкости.

Анализ модели предела прочности в процессе сдвига при температуре 50°C асфальтобетона с активированным минеральным материалом (рис. 3) показывает, что хорошей сдвигоустойчивостью ($R_{сдв}$ более 2,7 МПа) обладает асфальтобетон с содержанием отсева более 20%. Содержание активатора не оказывает существенного влияния на показатель сдвигоустойчивости.

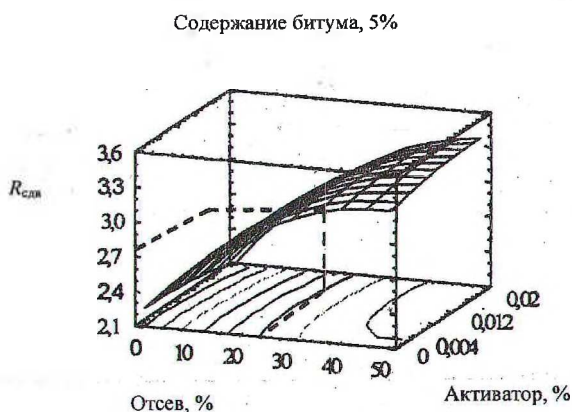


Рис. 3. Зависимость $R_{сдв}$ при 50°C от состава асфальтобетона при содержании битума 5%

Анализ модели индекса трещиностойкости (рис. 4) показывает, что наиболее значимыми факторами являются содержание отсева и битума в смеси. Содержание активатора не оказывает существенного влияния на трещиностойкость асфальтобетона, т. е. хрупкость асфальтобетона практически не изменяется.

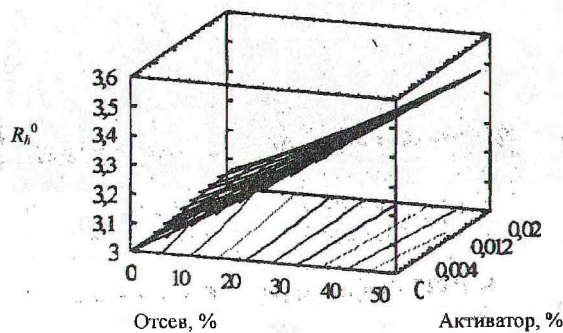


Рис. 4. Зависимость R_h^0 при 0°C от состава асфальтобетона при содержании битума 5%

Результаты испытаний асфальтобетонов на активированном и неактивированном отсеве показали, что коэффициент морозостойкости асфальтобетона на неактивированном отсеве после 50 циклов замораживания-оттаивания ниже на 10%, чем у асфальтобетона на активированном отсеве (рис. 5).

С целью практической апробации полученных результатов лабораторных исследований была проведена химическая обработка минеральных материалов в производственных условиях.

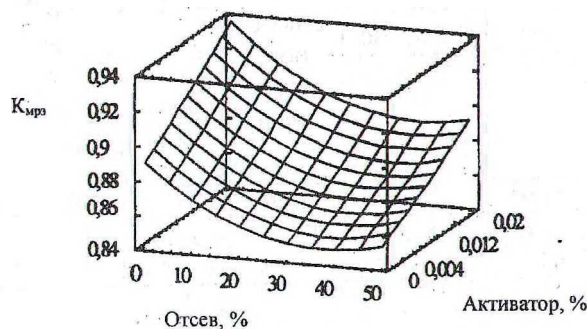


Рис. 5. Зависимость $K_{мрз}$ при 0°C от состава асфальтобетона при содержании битума 5%

Активация измельченных минеральных материалов производилась на дробильно-сортировочном комплексе «Паркер» в РУП «Белавтострада». С использованием этих материалов была приготовлена партия асфальтобетонной смеси в производственных условиях ДСУ-25, и 17.10.2003 построено асфальтобетонное покрытие на автомобильной дороге М1/Е30 (км 441+180 м–441+450 м).

Через год было проведено визуальное обследование этого участка покрытия, которое показало

ло (рис. 6), что на поверхности асфальтобетонного покрытия отсутствуют трещины и шелушение.

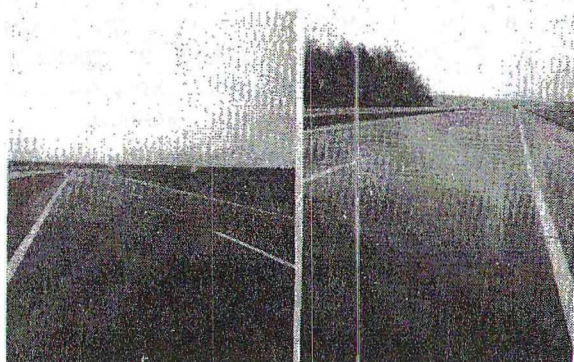


Рис. 6. Участок, устроенный 15.10.2003 км 441+180–441+450 (Московское направление)

В РУП «БелдорНИИ» были проведены лабораторные испытания физико-механических свойств кернов, отобранных из опытного покрытия (таблица). Исследования асфальтобетона проводились в соответствии СТБ 1033. Из приведенных данных следует, что характеристики асфальтобетона сохраняются без изменений в период эксплуатации под тяжелой транспортной нагрузкой (более 15 тыс. автомобилей в сутки).

Таблица

Результаты испытаний физико-механических свойств асфальтобетона

Наименование показателей	Требования к ЦМСа по СТБ 1033	Значение показателей		
		ЦМС на активированном материале	Керны, отобранные с опытного участка	Перфорированная смесь
g_{cp} , г/см ³	2,50	2,50		2,50
W , % по объему	0,5–3,0	1,25	2,48	1,28

Окончание таблицы

Наименование показателей	Требования к ЦМСа по СТБ 1033	Значение показателей		
		ЦМС на активированном материале	Керны, отобранные с опытного участка	Перфорированная смесь
R_{50} , МПа не более	0,9	1,60	1,31	1,73
$K_{в14}$, не менее	0,76	0,86	–	0,82

Примечание. g_{cp} – средняя плотность асфальтобетона; W – водонасыщение по объему; R_{50} – предел прочности при сжатии; $K_{в14}$ – коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении после 14 сут.

Выводы:

– поставленная задача повышения прочности степени сцепления битума кислотными минеральными материалами имеет практическую реализацию;

– применение активированных минеральных материалов улучшает эксплуатационные свойства асфальтобетона.

Литература

1. Танабе К. Твердые кислоты и основания. – М.: Мир, 1973. – 183 с.
2. Гезенцев Л. Б. Асфальтовый бетон из активированных минеральных материалов. – М.: Стройиздат, 1971. – 255 с.
3. О. И. Старостина, Т. А. Чистова, Е. А. Степанова, И. Ф. Федоров. Активация поверхности гранитного минерального материала // Сборник научных трудов «БелдорНИИ». – 2002. – С. 78.
4. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.