

Кузнецов Д. А., канд. техн. наук, доц.,
Агамян Б. С., аспирант,
Баранов Т. Р., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

УСТОЙЧИВОСТЬ К ОБРАЗОВАНИЮ ТРЕЩИН ПРИ СТАРЕНИИ АСФАЛЬТОБЕТОНА С ПОРИСТЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ПОРОШКАМИ*

xidox@yandex.ru

В статье, рассмотрен один из способов снижения трещиностойкости асфальтобетона в покрытии автомобильных дорог заключающийся в использовании пористого минерального порошка. Проведен анализ интенсивности процессов старения битума в асфальтобетоне как при приготовлении смеси, так и в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: битум, асфальтобетон, керамзит, цеолит, трещиностойкость.

Современные реалии предъявляют все более высокие требования к качественным показателям покрытий дорог, что естественным образом влечет за собой необходимость в использовании прогрессивных технологий и материалов. При этом одними из приоритетных остаются задачи ресурсосбережения и снижения энергоемкости приготовления дорожно-строительных композитов с сохранением их высокого качества.

Повреждения дорожных покрытий в процессе эксплуатации значительно уменьшают их срок службы. Так, вместо заложенных 15–20 лет очень часто асфальтобетонные покрытия выходят из строя через 6–8 лет.

Одним из наиболее характерных видов разрушений являются трещины. Основные причины их образования – воздействие погодноклиматических факторов, транспортных нагрузок, изменение свойств материалов со временем. Кроме того, при несвоевременном ремонте трещины очень быстро разрастаются в обширные разрушения.

Дорожные одежды, в силу специфики состава материалов и условий работы, не могут быть абсолютно трещиностойкими. Однако применение эффективных методов борьбы с трещинообразованием позволило бы увеличить сроки службы покрытий, снизить затраты на их содержание и ремонт за счет повышения устойчивости слоев к появляющимся трещинам.

Одной из причин разрушения асфальтобетонных покрытий является старение битума, входящего в состав композита. В процессе старения изменяется групповой состав битума, что сопровождается уменьшением масляной и увеличением смолисто-асфальтеновой составляющих. Что, в свою очередь, вызывает изменения структуры и свойств битума и асфальтобетона – повышается вязкость, жесткость и упругость, понижается пластичность. Это способствует хрупким разрушениям асфальтобетона при низких зимних температурах.

Кроме того, известно, что интенсивность описанных выше процессов зависит от того, в каком состоянии находится битум – в объеме или в пленке, покрывающей минеральные частицы. Часто, пленочный битум в асфальтобетоне стареет, при прочих равных условиях, интенсивнее. Однако, как показали исследования [1-3], при образовании химических связей между компонентами битума и активными центрами адсорбции минеральной подложки свободные радикалы вяжущего могут частично блокироваться, и такой битум стареет менее интенсивно. Это требует изучения и разделения процессов старения, протекающих на технологической стадии и аналогичных процессов в период эксплуатации.

Исследование стабильности свойств асфальтобетонов во времени, связанных со старением битума, необходимо еще и потому, что, зачастую, с целью снижения стоимости асфальтобетона, дорожно-строительные организации используют при его производстве техногенные отходы промышленности, не всегда одинаково влияющие на характеристики конечного продукта.

В настоящее время, одним из перспективных направлений в решении задачи получения качественного асфальтобетона является применение пористых минеральных порошков, в том числе из отходов промышленности. Использование таких наполнителей в ряде случаев может способствовать повышению тепло-, трещиностойкости и сдвигоустойчивости дорожного композита, а также снижению стоимости приготовления асфальтобетонной смеси и уменьшению антропогенного прессинга на окружающую среду [1-6].

Поэтому, целью настоящих исследований была оценка влияния пористых дисперсных наполнителей для дорожного асфальтобетона на трещиностойкость и интенсивность процессов старения битума в разрезе моделирования технологических и эксплуатационных факторов.

В исследованиях использовались следующие материалы: битум нефтяной дорожный БНД 60/90, гранитные щебень и песок, мине-

ральные порошки из известняка, керамзитовой пыли и цеолита, свойства которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики минеральных порошков

Показатели	Минеральный порошок				
	МП-1		МП-2		
	Требования ГОСТ	Известняк	Требования ГОСТ	Керамзит	Цеолит
Зерновой состав, % по массе:					
мельче 1,25 мм	не менее 100	100	не менее 95	100	100
мельче 0,315 мм	не менее 90	96	от 80 до 95	98	98
мельче 0,071 мм	от 70 до 80	85	не менее 60	84	80
Пористость, %	35, не боле	28	40, не боле	39	45
Водостойкость асфальто вяжущего, %	не норм.	0,91	0,7	0,3	0,92
Показатель битумоемкости, г	не норм.	68	80	94	78
Влажность, % по массе	1,0, не более	0,4	2,5, не более	2,56	6,15

Исследуемые наполнители обладают характерным общим признаком – высокой пористостью. Известно, что плотные и пористые порошки по-разному ведут себя в отношении органических адсорбатов. При использовании образцов плотного строения битум не проникает в тело материала, поэтому такие порошки сорбируют битум без заметного изменения его свойств. В тонкопористых материалах наблюдается избирательная диффузия компонентов битума, вследствие этого тонкопористые минеральные порошки существенно изменяют свойства битумных слоёв. При применении пористых минеральных материалов адсорбционные слои битума на поверхности минеральных частиц несколько обедняются смолами и маслами. За счет увеличения концентрации асфальтенов вязкость поверхностных слоев битума возрастает. Существует предположение, что обозначенные процессы, приводящие к обеднению вяжущего легкими фракциями способствуют ускорению процессов старения.

Однако, пористые порошки оказывают более сильное структурирующее действие. Кроме того, битум может модифицироваться за счет обнажения наиболее активных его компонентов – асфальтенов и стабильных радикалов, которые взаимодействуют с минеральным материалом с образованием химической связи. Такой вид взаимодействий приводит к упрочнению контактов на границе раздела и увеличению долговечности покрытия.

В работе был установлен характер влияния пористых минеральных порошков на интенсивность необратимых изменений вяжущего, происходящих при старении, который устанавливался по изменению характеристик трещиностойкости в процессе приготовления смесей, и после прогрева образцов. Трещиностойкость

асфальтобетона оценивалась по пределу прочности на растяжение при расколе.

На рис. 1 представлен график изменения предела прочности при расколе образцов асфальтобетона, выполненных из смеси после прогрева при температуре приготовления в течение одного и двух часов.

Такой режим позволяет косвенно охарактеризовать интенсивность изменений свойств асфальтобетона, связанных со старением вяжущего, в процессе приготовления на АБЗ, хранением в бункере накопителе и последующей транспортировкой к месту укладки. То есть на том этапе, когда битум находится в пленочном состоянии при повышенных температурах и имеется свободный доступ кислорода.

Видно, что трещиностойкость образцов асфальтобетона прогретых в течение длительного времени отличается от значений для образцов заформованных сразу после перемешивания.

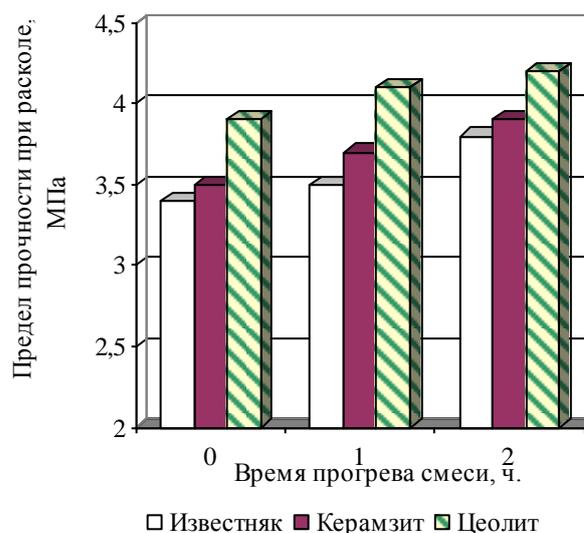


Рис. 1. Трещиностойкость асфальтобетона с пористыми минеральными порошками после старения в процессе приготовления

Образцы с высокопористыми минеральными порошками отличаются повышенной трещиностойкостью, особенно это характерно для асфальтобетона с тонкомолотым цеолитом.

Тенденция изменения прочности общая для всех исследуемых минеральных порошков, причем прочность повышается в течение всего времени прогрева. Однако если проанализировать динамику изменения прочностных показателей, то у асфальтобетона с минеральным порошком из цеолита прочность повышается менее интенсивно, что может свидетельствовать о замедленном процессе старения по сравнению с известняком и керамзитом. Как известно, [7] адсорбированные слои по сравнению со свободным битумом имеют одно важное преимущество: молекулы битума в адсорбированных слоях имеют гораздо меньшую подвижность, чем в свободном битуме, что снижает их реакционную способность. Это проявляется в том, что в смеси битума с минеральным наполнителем, при активном взаимодействии их поверхностей, не наблюдается значительного окисления вяжущего, что обусловлено адсорбированным состоянием битума на поверхности минерального порошка.

При проведении исследований трещиностойкости асфальтобетона после прогрева в термошкафу, при температуры 160 °С, которые имитируют работу асфальтобетона в покрытии в течение длительного времени, тенденция набора прочности при расколе для образцов с различными пористыми минеральными порошками повторилась. Результаты представлены на рис. 2.

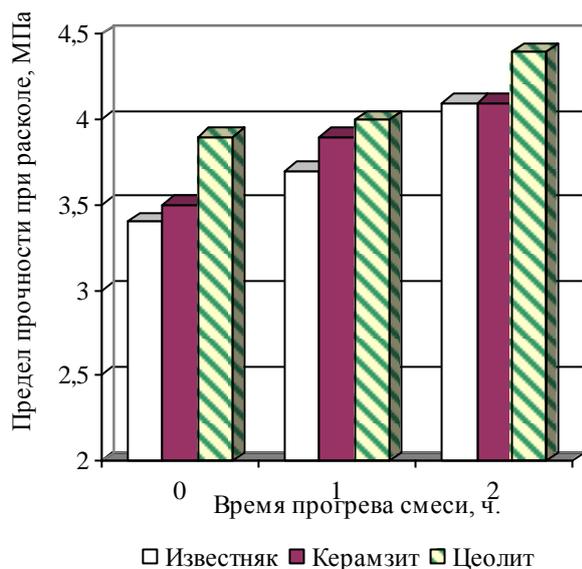


Рис. 2. Трещиностойкость асфальтобетона с пористыми минеральными порошками после прогрева образцов

Как видно, полученные результаты подтверждают полученные ранее данные [8] о том, что пористые минеральные порошки могут являться эффективным сырьем для производства асфальтобетонных смесей, и, в ряде случаев, позволяют добиться повышенной трещиностойкости покрытия. Также стоит отметить, что на процессы старения битума при объединении с пористым минеральным порошком большее влияние оказывает, очевидно, химический состав наполнителя и его способность вступать в реакцию с компонентами битума, чем пористость сырья.

*Статья подготовлена в рамках программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гридчин А.М., Ядыкина В.В., Высоцкая М.А., Кортаев А.П. Асфальтовяжущее на основе пористого минерального порошка // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов сборник докладов (XIX научные чтения). 2010. С. 82-86.
2. Котлярский Э.В., Воейко О.А. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации – М., 2007г.
3. Peterson J.C., Ensley E.K., Barbour F.A. Molecular interaction of asphalt in the asphalt – aggregate interface region // Transp. Res. Rec. – 1974. - №515. – P. 67-68.
4. Pilat J. Mieszanki mineralno-asfaltowe z dodatkiem mialu gumowego i wapna hydratyzowanego / J. Pilat, M. Kalabinska, P. Radziszewski // Materiały Budowlane. 2000. Nr 11. – S. 60-62.
5. Reyes C.A.R., Williams C.D., Alarcon O.M.C. Synthesis of zeolite LTA from thermally treated kaolinite / Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia №.53, Junio, 2010. – pp. 30–41.
6. Баженов, Ю.М. Нанотехнология и наномодифицирование в строительном материаловедении. Зарубежный и отечественный опыт [Текст] / Ю.М. Баженов, Е.В. Королев // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2007. – № 2. – С. 16 – 19.
7. Печеный Б.Г. Долговечность битумных и битумо-минеральных покрытий / Б.Г. Печеный. – М.: Стройиздат, 1981. – С. 158-168.
8. Высоцкая М.А., Кузнецов Д.А., Фёдоров М.Ю. Оценка качества битумо-минеральных композитов с применением пористых наполнителей // Дороги и мосты. 2012. Т. 27. С. 240-252.

