

Композитный материал для устройства покрытий автомобильных дорог

Турцевич А.А., магистрант БНТУ

(Научный руководитель – Куприянчик А.А., канд. техн. наук,
доцент)

Белорусский национальный технический университет, Минск

В ходе испытаний изучено влияние стабилизирующей добавки микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) на сдвигоустойчивость и водостойкость щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). Введение добавки повышает коэффициент внутреннего трения минеральной составляющей асфальтобетона. Добавка МКЦ имеет устойчивые связи, обусловленные хемосорбционными взаимодействиями на границе раздела фаз «битум - поверхность волокна», что увеличивает водостойкость ЩМА. Установлено, что введение добавки МКЦ существенно улучшает свойства асфальтобетона в сравнении с импортной добавкой TOPCEL, а также с традиционным асфальтобетоном типа А.

Введение

Сдвигоустойчивость асфальтобетонных покрытий определяется пределом прочности на сдвиг верхнего слоя, степенью его сцепления с нижним слоем и общей прочностью на сдвиг перекрываемых слоев покрытия [1]. При возникновении касательных усилий от колес автомобильного транспорта на поверхности покрытия, напряжение возникает прежде всего в верхнем слое, затем при высоком граничном сцеплении эти напряжения передаются на нижний слой.

Практика эксплуатации грузонапряженных автомобильных дорог показала, что наиболее перспективно использовать ЩМА поверх цементобетонного покрытия. При этом нижний слой обладает более высокой прочностью при сдвиге, чем укладываемый новый слой, который защищает цементобетон от коррозии. Поэтому для обеспечения сдвигоустойчивости всей конструкции должно быть уделено внимание прежде всего сдвигоустойчивости верхнего слоя

асфальтобетонного покрытия и прочности его сцепления с нижним слоем.

В последнее время для верхних слоев дорожных покрытий используют ЩМА, который имеет в своем составе волокнистую добавку. Нами предлагается в качестве добавки использовать микрокристаллическую целлюлозу. Микрокристаллическая целлюлоза представляет собой низкомолекулярный тип целлюлозы [2]. Основной МКЦ является хлопковая целлюлоза, получаемая из низкосортного тонковолокнистого и средневолокнистого хлопкового сырья. Характеристики МКЦ: средний размеров кристаллов целлюлозы 80-100 мкм; зольность – 0,08-0,1 %; насыпной вес – 1,495-1,515 г/см³.

Важнейшим свойством ЩМА, предопределяющим долговечность этого материала, является устойчивость его структуры в условиях изменяющегося влажностного и температурного режимов [3]. В наших предыдущих исследованиях [4] получены предварительные положительные результаты по применению добавки микрокристаллической целлюлозы в составе ЩМА с целью увеличения прочности асфальтобетона. Установлено, что введение в состав асфальтобетонной смеси незначительного количества МКЦ (0,25-0,35 мас.%) существенно повышает прочностные характеристики ЩМА в сравнение с традиционными добавками TOPCEL, VIATOR. В настоящей работе приводятся данные по результатам исследования сдвигоустойчивости и водостойкости ЩМА.

Определение сдвигоустойчивости

Для испытания асфальтобетона на сдвигоустойчивость были изготовлены образцы из ЩМА с добавкой МКЦ. Полученные результаты сравнивались с показателями образцов асфальтобетона, содержащих добавку TOPCEL, а также асфальтобетона типа А.

Для оценки сдвигоустойчивости ЩМА были определены максимальные нагрузки и соответствующие предельные деформации стандартных образцов при двух деформированных состояниях: при одноосном сжатии и при сжатии по схеме Маршала.

Результаты исследования ЩМА с добавками и асфальтобетона типа А приведены в таблице 1.

Коэффициент внутреннего трения щебеночно-мастичного асфальтобетона с добавкой МКЦ на 14,5% выше, чем у асфальтобетонной смеси типа А и на одном уровне со ЩМА с добавкой TOPCEL. Асфальтобетон с максимальным показателем внутрен-

него трения обладает повышенной прочностью на сдвиг при высоких летних температурах, а также большой теплостойкостью.

Таблица 1. Сдвиговые характеристики ЩМА

Свойства	ЩМА с добавками		асфальтобетон
	МКЦ	ТОРСЕЛ	тип А
Коэффициент внутреннего трения	0,93	0,92	0,76
Сцепление при сдвиге, МПа	0,47	0,45	0,35

Известно, что на сдвигоустойчивость асфальтобетона влияет сцепление, обуславливаемое степенью взаимодействия минеральных материалов с битумом. Сцепление при сдвиге при температуре 50 °С у образцов ЩМА с добавкой МКЦ на 23,4% выше, чем у асфальтобетона типа А и несколько выше, чем при добавке ТОРСЕЛ.

Как было указано выше, сдвигоустойчивость покрытия из ЩМА зависит от сцепления с нижним слоем. Оценку сдвигоустойчивости щебеночно-мастичного покрытия и его сцепление в зоне контакта с нижележащими слоями в лабораторных условиях проводили на модернизированном стандартном сдвиговом приборе. Испытывались образцы из ЩМА цилиндрической формы диаметром 7,0 см и высотой 3,0 см, уложенные на цементобетон такого же диаметра. Способ изготовления образцов имитировал технологию строительства покрытий с укладкой ЩМА на затвердевший цементобетон.

Для изучения кинетики изменения адгезионной прочности производили формовку ЩМА на цементобетонное основание. Нанесение слоя покрытия на затвердевший цементобетон проводили в следующей технологической последовательности. Образец цементобетона укладывали в металлическую форму, засыпали сверху смесью ЩМА и формовали на гидравлическом прессе под нагрузкой 40 МПа. Температура ЩМА составляла 160°С.

Испытание на сдвиг составленных образцов (ЩМА + цементобетон) производили при температурах 0, +20, +50 и +75°С (см. рис. 1).

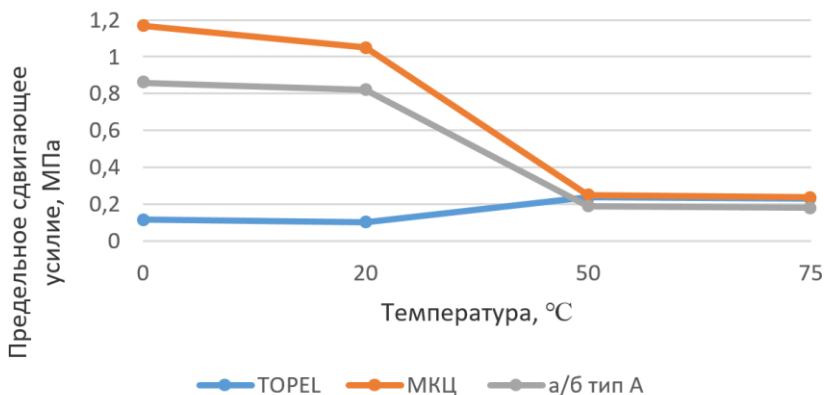


Рис. 1. График зависимости предельного сдвигающего усилия от температуры

Из графика видно, что ЩМА с добавкой МКЦ имеет преимущества по сдвигоустойчивости. Однако при нагреве покрытия выше 50 °С эти преимущества утрачиваются. Поэтому при высоких летних температурах сдвигоустойчивость будет обусловлена только свойствами самого ЩМА.

Определение водостойкости

Влияние МКЦ на водостойкость ЩМА определяли по стандартной методике. Для сравнения в составе ЩМА использовали добавку ТОРСЕЛ, а также подвергли испытаниям асфальтобетон типа А.

Набухание и водонасыщение ЩМА со стабилизирующей добавкой МКЦ находится на одном уровне с добавкой ТОРСЕЛ и меньше по сравнению с асфальтобетоном типа А. Так, после 90 суток водонасыщения набухание образцов ЩМА с добавкой МКЦ увеличилось на 54,2%, с добавкой ТОРСЕЛ- на 56,6% соответственно, а асфальтобетона типа А - на 69,2 %. У образцов ЩМА с добавкой МКЦ показатель водонасыщения после 90 суток испытания увеличился на 24,7%, с добавкой ТОРСЕЛ - на 25,5%, а образцов асфальтобетона типа А - на 48,6%. Результаты представлены на рисунках 2 и 3.

Меньшие показатели набухания и водонасыщения образцов ЩМА, в состав которых входит стабилизирующая добавка МКЦ, свидетельствует о том, что плёнки битума на поверхности исследу-

емого волокна отличаются высокой устойчивостью к отслаиванию при воздействии агрессивной среды.

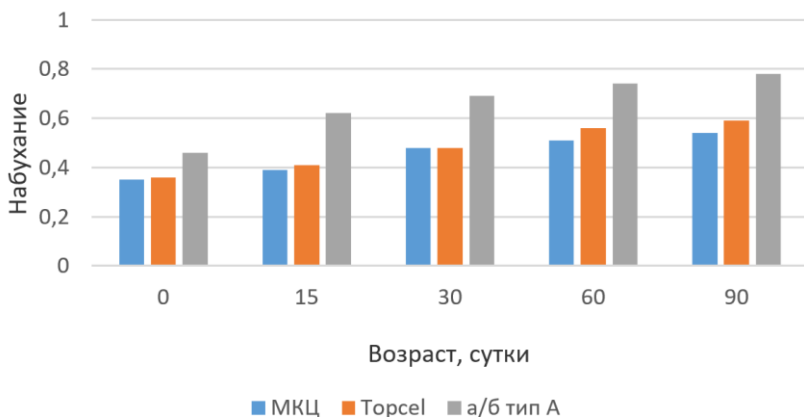


Рис. 2. Изменение набухания в зависимости от возраста

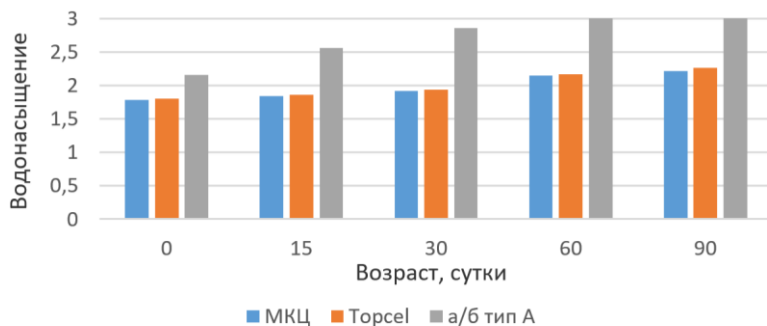


Рис. 3. Изменение водонасыщения в зависимости от возраста

Это препятствует глубокому проникновению воды в поры и капилляры материала, а также диффузии воды под битумную пленку. Такая диффузия опасна тем, что молекулы воды могут легко мигрировать по поверхностям, вновь образуясь в деформированном материале, что приводит к его разрушению. Полученные результаты объясняются наличием прочных адгезионных связей, обусловленных хемосорбционным взаимодействием на границе раздела фаз "битум - поверхность волокна", которые обеспечивают высокую

водоустойчивость ЩМА с использованием волокнистой стабилизирующей добавки МКЦ.

Эти результаты были подтверждены стандартными исследованиями коэффициента водостойкости через 15, 30, 60 и 90 суток водонасыщения (см. табл. 2).

Таблица 2. Сравнение показателей водостойкости ЩМА с добавками

Образцы	Коэффициент водостойкости при длительности водонасыщения, сутки				
	0	15	30	60	90
ЩМА с МКЦ	0,95	0,91	0,89	0,85	0,79
ЩМА с TOPCEL	0,95	0,92	0,88	8,84	0,78
А/б типа А	0,88	0,86	0,81	0,76	0,66

Из таблицы 2 видно, что коэффициент водостойкости ЩМА с добавкой МКЦ вплоть до возраста 90 суток остается более высоким по сравнению с другими материалами. Коэффициент водостойкости через 90 суток водонасыщения у образцов с исследуемой добавкой МКЦ снижается на 21,6%, у образцов с добавкой TOPCEL – на 22,1%, а у асфальтобетона типа А на 33 %.

Выводы

1. ЩМА с применением МКЦ показывает лучшие результаты при определении коэффициента внутреннего трения и сцепления при сдвиге, что должно повысить сдвигоустойчивость покрытия при высоких летних температурах. Улучшение сдвигоустойчивости ЩМА позволяет предполагать более длительные сроки службы таких асфальтобетонов в покрытиях, уложенных на цементобетонный слой;

2. Роль ЩМА как защитного слоя на цементобетонном покрытии требует его повышенной водостойкости. Исследования показали, что коэффициент длительной водостойкости ЩМА с добавкой МКЦ более высокий в сравнении с другими составами;

3. Применение волокнистой добавки расширяет возможности улучшения качества дорог и снижения стоимости их строительства.

Литература

1. Крохин Г.Н. Сдвигоустойчивость асфальтобетона в покрытиях дорог / Г.Н. Крохин // Вопросы проектирования и строительства автомобильных дорог. – М., Тр. Союздорнии. – С. 79–91.
2. Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. – 65 с.
3. Бусел А.В., Чистова Т.А., Наумовец А.Н. Асфальтовяжущее на упрочняющих волокнистых компонентах // Вестник Брестского государственного технического университета. – Строительство и архитектура. – 2014. – № 1 (85). – С. 106 – 109.
4. Оев А.М., Оев С.А. Микрористаллическая стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальта // Наука и техника дорожной отрасли. – М., 2007. – №4 – С. 22 – 23.