

ВЛИЯНИЕ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СДВИГОУСТОЙЧИВОСТЬ И ВОДОСТОЙКОСТЬ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

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 размер 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 сравнении 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 асфальтобе-

тонной смеси типа А и на одном уровне со ЩМА с добавкой TOPCEL. Асфальтобетон с максимальным показателем внутреннего трения обладает повышенной прочностью на сдвиг при высоких летних температурах, а также большой теплостойкостью.

Таблица 1 – Сдвиговые характеристики ЩМА

Свойства	ЩМА с добавками		Асфальтобетон тип А
	МКЦ	TOPCEL	
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 TOPCEL.

Как было указано выше, сдвигоустойчивость покрытия из ЩМА зависит от сцепления с нижним слоем. Оценка 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).

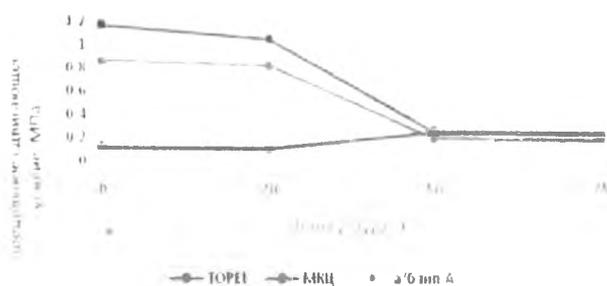


Рисунок 1 – График зависимости предельного сдвигающего усилия от температуры

Из графика видно, что ЩМА с добавкой МКЦ имеет преимущества по сдвигоустойчивости. Однако при нагреве покрытия выше 50°C 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 TOPCEL, а также подвергли испытаниям асфальтобетон типа А.

Набухание и водонасыщение ЩМА со стабилизирующей добавкой МКЦ находится на одном уровне с добавкой TOPCEL 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 TOPCEL – 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 TOPCEL – на 25,5%, а образцов асфальтобетона типа А – на 48,6%. Результаты представлены на рисунке 2.

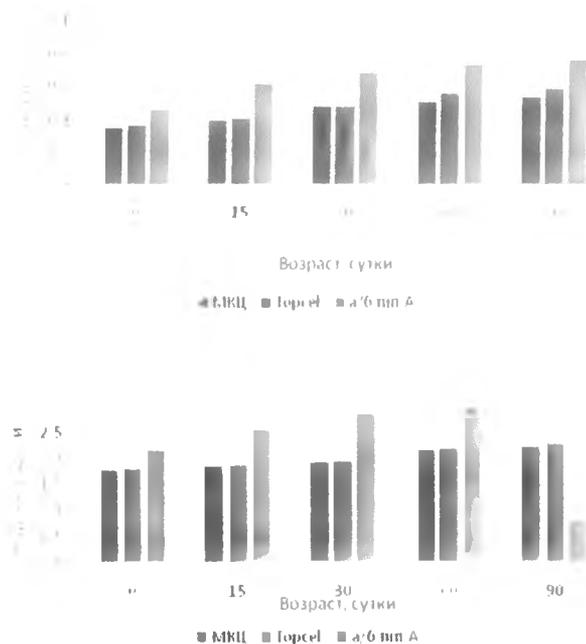


Рисунок 2 – Изменение набухания и водонасыщения в зависимости от возраста

Меньшие показатели набухания и водонасыщения образцов ЩМА, в состав которых входит стабилизирующая добавка МКЦ, свидетельствует о том, что плёнки битума на поверхности исследуемого волокна отличаются высокой устойчивостью к отслаиванию при воздействии агрессивной среды. 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 образующимся

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 водостойкость ЩМА с использованием волокнистой стабилизирующей добавки МКЦ.

Эти результаты были подтверждены стандартными исследованиями коэффициента водостойкости через 15, 30, 60 и 90 суток водонасыщения (см. таблицу 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	0,84	0,78
А/Б типа А	0,88	0,86	0,81	0,76	0,66

Из таблицы 3 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%.

Заключение

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, характерных для Республики Таджикистан. 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 из местного сырья Республики Таджикистан расширяет возможности улучшения качества дорог и снижения стоимости их строительства.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

Материал поступил в редакцию 29.03.2017

OYEV S.A., KUPRIYANCHIK A.A. Influence of microcrystalline cellulose on the sdivigoustoychivost and water resistance of stone mastic asphalt

During tests influence of the stabilizing additive of microcrystalline cellulose (MKTs) on a sdivigoustoychivost and water resistance of the stone mastic asphalt (SMA) is studied. Maintaining additive increases coefficient of internal friction of a mineral component of asphalt concrete. MKTs additive has the stable relations caused by hemosorbtsionny interaction on limit of the section of the phases "bitumen-the surface of fibre" that increases ShchMA water resistance. It is established that MKTs additive introduction significantly improves properties of asphalt concrete in comparison with import dobavkoypcel, and also with traditional asphalt concrete of type A.