

- блоксополимеры дивинила и стирола (термоэластопластичные полимеры);
- эластомеры (способность значительно удлиняться при растяжении и восстанавливаться при снятии нагрузки);
- термопласты (способность многократно размягчаться при нагревании и твердеть при охлаждении);
- реактопласты (позволяют создавать очень прочные, но недостаточно деформативные материалы, что ограничивает применение в конструкциях дорожных одежд).

Модификация свойств битума различными полимерами состоит в создании пространственной структурной сетки полимера в битуме. Результаты модификации зависят от совместимости полимера и битума, их количественного соотношения, температурных режимов приготовления.

Наряду с внедрением новых материалов и технологий при доведении транспортно-эксплуатационных показателей дорог следует уделять внимание назначению ремонтных мероприятий на основе результатов диагностики дорог, определению участков дорог первоочередного ремонта, разработке проектной документации, своевременному выполнению ремонтных мероприятий с использованием прогрессивных инновационных технологических решений, зарекомендовавших себя на территории страны; применять исправно-работающую технику и обученных в установленном порядке линейных руководителей и других инженерно-технических работников, машинистов и пр.; при составлении проектной документации разрабатывать решения для ликвидации несоответствий и доведения до требований действующих технических нормативно-правовых актов всех элементов автомобильной дороги, что позволит значительно улучшить условия движения и повысить уровень его безопасности.

Список литературы

1 Государственная программа «Дороги Беларуси» на 2021–2025 годы : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь 09.04.2021 № 212 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100212>. – Дата доступа : 06.09.2022.

2 Промышленность Республики Беларусь. Статистический буклет. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2016. – 248 с.

3 Промышленность Республики Беларусь. Статистический буклет. Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – 51 с.

УДК 625.7/.8:691.175.5/.8

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ ТЕРМОПЛАСТКОМПОЗИТА

Д. И. БОЧКАРЕВ, П. А. КАЦУБО, В. В. ПЕТРУСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время технологии строительных материалов активно развиваются с учетом использования полимеров в рецептурах асфальтобетонных, цементобетонных и других смесей, которые широко используются в транспортном строительстве. Это позволяет создавать дорожно-строительные материалы, имеющие более высокие, чем у традиционных, физико-механические свойства и эксплуатационные характеристики, что способствует внедрению новых технологических процессов строительства и ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [1].

Сочетание дисперсных наполнителей и вторичных полимеров является перспективным направлением, так как способствует получению новых материалов – термопласткомпозиатов, имеющих широкую область применения, а также позволяет решать экологические проблемы, связанные с утилизацией и вторичным использованием отходов производства и потребления. В процессе исследования термопласткомпозиата на основе вторичного полиэтилена (полипропилена) и минерального наполнителя (отработанной формовочной смеси литейных производств) определены его физико-механические свойства и дана оценка возможности дальнейшего применения в качестве дорожно-строительного материала [2].

Для материалов дорожных покрытий важное значение имеет величина коэффициента сцепления с колесами транспортных средств. Данный показатель для термопласткомпозиата исследовался в

лабораторных условиях с помощью установки ТММ-32А для определения коэффициента трения скольжения, кинематическая схема которой представлена на рисунке 1.

Последовательность выполняемых технологических операций и принцип работы установки описаны в [3]. На рисунке 2 показан момент проведения испытаний.

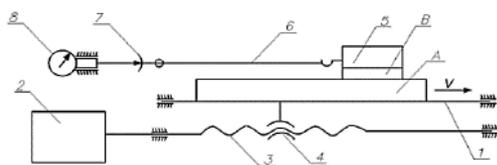


Рисунок 1 – Схема установки ТММ-32А:

A – пластина; *B* – образец испытуемого материала (термопласт-компози́та);
 1 – подвижные салазки; 2 – мотор-редуктор; 3, 4 – винтовые кинематические пары; 5 – груз; 6 – трос; 7 – балочка; 8 – индикатор часового типа



Рисунок 2 –Проведение испытания, общий вид установки ТММ-32А

При проведении испытаний использовались образцы термопласткомпози́та, состав которых включает, мас. %: песок – 52 (земля горелая формовочная завода «Центролит» (код отхода 3140101)), полиэтилен высокого давления (ПЭВД) – 47 (ТУ ВУ 490315959.013), углерод техниче-ский (УТ) – 1 (ГОСТ 7885).

Образцы 1 и 2 обрабатывались клеевым составом, который применяется для увеличения коэф-фициента сцепления колес автомобиля с покрытием автомобильной дороги во время проведения соревнований по дрег-рейсингу. Образцы 3 и 4 покрывались составом гидрофобным профилактиче-ским, содержащим, мас. %: связующее (отходы переработки нефтепродуктов) 65–75; минеральный наполнитель (отходов сахарного производства) 8–16; растворитель (керосин (ГОСТ 18499–73)) – остальное [5, 6]. Образцы 5 и 6 – термопласткомпо́зит, смоченный водой. Образцы 7 и 8 – не обра-ботанный термопласткомпо́зит. Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 1.

Анализ полученных результатов показывает, что у образцов, обработанных клеевым составом, бо-лее высокий коэффициент сцепления. Это может объясняться тем, что пленкообразующим веществом клеевого состава является полидиметилсилоксановый каучук [4], адгезионные свойства которого поз-воляют повысить коэффициент сцепления как к термопласткомпо́зиту, так и к резиновой шине автомо-биля. У образцов 3 и 4, обработанных составом гидрофобным профилактическим, значения коэффици-ента трения выше, чем у чистого термопласткомпо́зита, так как связующим являются отходы переработки нефтепродуктов, содержащие в своем составе также производные каучука [4].

Таблица 1 – Результаты измерений и вычислений коэффициента трения

Характеристика образцов	$m_{об}$, кг	G , Н	n , (средний по результа-там 5 испы-таний)	$F_{тр}$, Н	f (средний по результатам 5 испыта-ний)	Примечание	
Образцы из термопласт-компози́та	Образец 1	0,617	6,05	55	3,7	0,61	Обработаны клеевым составом
	Образец 2	0,625	6,13	55	3,7	0,60	
	Образец 3	0,644	6,31	53	3,65	0,58	Обработаны составом гидрофоб-ным профилактическим
	Образец 4	0,634	6,21	53	3,65	0,59	
	Образец 5	0,753	7,38	41	2,8	0,38	Смоченные водой
	Образец 6	0,757	7,42	41	2,8	0,38	
	Образец 7	0,743	7,28	46	3,3	0,45	Сухой термопласткомпо́зит
	Образец 8	0,746	7,31	46	3,3	0,45	
Асфальтобетон					0,5–0,7	Сухой асфальтобетон	
					0,35–0,45	Мокрый асфальтобетон	

Полученные результаты экспериментальных исследований, выполненные в лабораторных усло-виях, позволяют определить значение коэффициента сцепления термопласткомпо́зита и сравнить его с аналогичными показателями асфальтобетона. Исходя из полученных результатов, можно сде-лать вывод, что коэффициент сцепления сухого термопласткомпо́зита на 10 % ниже, чем у сухого асфальтобетона. Однако обработка термопласткомпо́зита клеевым составом или составом гидро-фобным профилактическим увеличивает значение коэффициента сцепления до величин, сравнимых с соответствующими значениями для сухого асфальтобетона, что позволяет применить его в каче-

стве материала дорожного покрытия. В то же время повышение коэффициента сцепления термопласткомпозиата без дополнительной обработки, является актуальным вопросом, решение которого возможно с помощью введения дополнительных компонентов в его рецептуру и представляет собой задачу для дальнейших исследований.

Список литературы

- 1 Состояние и перспективы развития технологий дорожно-строительных материалов на основе термопласткомпозиатов / Д. И. Бочкарев [и др.] // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т. 7. – С. 55–61.
- 2 Оценка физико-механических свойств термопласткомпозиатов для их применения в технологических процессах строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог / Д. И. Бочкарев [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2019. – № 2 (24). – С. 44–48.
- 3 Сенькова, Е. Л. Теория механизмов и машин : лабораторный практикум / Е. Л. Сенькова, В. Л. Моисеенко. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 62 с.
- 4 Методология оценки воспроизводимости коэффициента сцепления асфальтобетонного покрытия при его профилактической обработке в лабораторных и реальных условиях дорожных испытаний / Д. И. Бочкарев [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2019. – С. 25–30.
- 5 Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог : заявка Респ. Беларусь № а 20180114, МПК 7E01C14/24 / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич. Заявитель Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич. – № а 20180114 ; заявл. 23.03.2018.
- 6 ТУ ВУ 192670194.002–2019. Состав гидрофобный профилактический «ПРОТЕКТ-01» 03.12.2019–03.12.2024.

УДК 625.7/.8

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д. И. БОЧКАРЕВ, В. В. ПЕТРУСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Техническое состояние автомобильных дорог определяется инженерно-геологическими условиями, проектными решениями, природно-климатическими факторами, транспортными нагрузками, а также качеством производства работ и материалов дорожных одежд.

В настоящее время существуют технологии, позволяющие продлить срок службы асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги посредством защиты от комплексного воздействия погодноклиматических факторов и транспортных нагрузок в осенне-зимне-весенний период эксплуатации [1].

Одной из данных технологий, направленных на повышение стойкости асфальтобетонных покрытий к влиянию циклов замораживания-оттаивания, является обработка составом гидрофобным профилактическим «ПРОТЕКТ-01» (далее – СПП) [2, 3].

Определение прямой экономической эффективности от обработки асфальтобетонного покрытия СПП отражено в ряде работ [4, 5], которые учитывают следующие направления: затраты на строительство (реконструкцию) дорожного объекта; затраты, связанные с текущим содержанием и ремонтами покрытия в течение расчетного периода; косвенные эффекты, возникающие в ходе реализации профилактической обработки (рисунок 1).

Одновременно с этим представляют интерес определение и анализ косвенного экономического эффекта от обработки асфальтобетонного покрытия СПП, содержащего экономические и социальные элементы, который с учетом основных влияющих на него факторов можно рассчитать по следующей формуле [5–7]:

$$\Delta C_{СПП} = \Delta C_{тр} + \Delta C_{пас} + \Delta C_{ДТП1} + \Delta C_{ДТП2} + \Delta C_{пром} + \Delta C_{соц}, \quad (1)$$

где $\Delta C_{тр}$ – экономия транспортных затрат в t -м году; $\Delta C_{пас}$ – уменьшение потерь, связанных со временем пребывания в пути пассажиров, в t -м году; $\Delta C_{ДТП1}$ – уменьшение потерь от ДТП на i -м участке дорожного сооружения, связанных с тяжелыми и легкими ранениями, в t -м году; $\Delta C_{ДТП2}$ – уменьшение потерь от ДТП на i -м участке дорожного сооружения в t -м году, связанных с повреждением и транспортировкой транспортных средств, в t -м году; $\Delta C_{пром}$ – уменьшение потерь от развития отраслей материального производства в связи с неблагоприятными дорожными условиями в t -м году.