

смешивании, влияют на свойства материала. Основные эффекты использования резиновой крошки заключаются в увеличении вязкости и улучшении термической чувствительности. Это означает, что такие вяжущие менее хрупки при отрицательных температурах и менее подвержены деформациям при высоких температурах.

Таким образом, проанализирован опыт, приобретенный в процессе разработки практических и ресурсосберегающих решений [8] для различных регионов, который подтверждает, что применение современных материалов и методов позволяет успешно решать многие возникающие проблемы.

1. Билятынский А.А., Старовойда В.П. Проектирование, капитальный ремонт и реконструкция дорог. – К.: Вища шк., 2003. – 234 с.

2. Бусурин К.А., Тимофеев А.А. Современные конструкции дорожных одежд. – М.: Стройиздат, 1980. – 210 с.

3. Заворицкий В.И. Справочник по проектированию дорожных одежд. – К.: Будівельник, 1983. – 240 с.

4. Страментов А.Е. Современные городские дороги. – М.-Л., 1988. – 254 с.

5. Билятынский А.А. Проектирование автодорог с учётом экономии энергоресурсов. – К.: Будівельник, 1990. – 140 с.

6. Конструкции «Сларри Сил» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://tecompany.ru/about_slurry.html.

7. Смесь «Сларри» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://vptechnologiesllc.com/what_is_slurry_seal.html.

8. Технологии устройства современных дорожных покрытий [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://library.stroit.ru/articles/dorstroy/index.html>4. <http://www.tkastrey.ru>.

Получено 07.10.2009

УДК 625.765 : 625.878.06

П.Н.КОВАЛЬ, И.П.БАБЯК, кандидаты техн. наук,

Т.А.ТЕРЕЩЕНКО, канд. хим. наук

*Государственный дорожный научно-исследовательский институт им П.М.Шульгина,
г.Киев*

МАТЕРИАЛЫ ХОЛОДНОГО ХИМИЧЕСКОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

Приведены результаты разработки и исследования физико-механических свойств композиционных материалов холодного химического отверждения на основе полисульфида и битума для заполнения деформационных швов мостов на автомобильных дорогах общего назначения.

Наведено результати розробки і дослідження фізико-механічних властивостей композиційних матеріалів холодного хімічного тверднення на основі полісульфіду і бітуму для заповнення деформаційних швів мостів на автомобільних дорогах загального призначення.

In this work, the authors present the results obtained by the elaboration of composite materials based on polysulfide and bitumen which can serve as cold applied materials for filling the expansion joints of road bridges.

Ключевые слова: деформационный шов, заполненный деформационный шов, щебеночно-мастичный деформационный шов, вяжущее холодной заливки, физико-механические свойства.

Деформационные швы являются неотъемлемым элементом конструкции проезжей части автодорожных мостов. Одним из решений для мостов с малыми температурными перемещениями пролетных строений являются мастичные и щебеночно-мастичные деформационные швы (МДШ и ЩМДШ) [1, 2]. Важным элементом деформационных швов рассматриваемого типа является заполнитель – мастичный материал (МДШ) либо щебеночно-мастичная смесь (ЩМДШ). Для обеспечения высоких эксплуатационных характеристик деформационных швов используют резинобитумные или полимербитумные мастики. Особенностью существующих технологий горячей заливки деформационных швов указанными мастиками является чувствительность мастик к действию высоких температур в процессе их приготовления и заполнения шва. Как продолжительное действие высоких температур, так и однократный перегрев мастики могут привести к термохимической деструкции материала. Мастика приобретает хрупкость, ухудшается ее сцепление с основой, снижаются качество и долговечность герметизации деформационных швов. В связи с этим при заполнении деформационных швов целесообразно использовать совместимые с битумом мономеры, полимеризующиеся с образованием полимеров полиэфирного типа и позволяющие получать композиционные материалы холодного химического отверждения [3]. Известно, что тиокولات характеризуются термодинамической совместимостью с мальтеновой фракцией битумов и высокой совместимостью со всеми марками тяжелых и легких битумов. Наряду с этим полисульфиды – полимеры на основе тиоколов – выделяются высокой химической стойкостью, атмосферостойкостью, стойкостью к действию УФ-радиации и озона [4, 5].

Целью настоящих исследований являлась разработка и изучение физико-механических свойств композиционных материалов (КМ) холодного химического отверждения на основе полисульфидов и битума. Для испытаний были выбраны материалы, в которых данное соотношение составляет 10/1 (КМ-1), 3,3/1 (КМ-2) и 2/1 (КМ-3); их качественный состав приведен в табл.1.

Испытание образцов на гибкость осуществляли в климатической камере КРК 630.V (производство VEB Feutron Greiz, Германия) в со-

ответствии с методиками [6]. Физико-механические характеристики материалов и диаграммы растяжения были получены при испытаниях на разрывной машине “Nesket” при скорости движения захватов разрывной машины 100 мм/мин в соответствии с методиками [7]. Материалы в экспериментальном шве испытывали по методике [8] на разрывной машине Р-20 при скорости движения разрывных захватов ~100 мм/мин. Модельный шов шириной ~15мм формировали между заготовками цилиндрической формы из асфальтобетона. Как следует из анализа диаграмм растяжения образцов (рисунок), деформационные кривые всех образцов характеризуются линейной зависимостью относительного удлинения от нагрузки. Деформационные кривые образцов КМ-2 и КМ-3, в отличие от деформационной кривой образца КМ-1, характеризуются большими изменениями относительной деформации при возрастании нагрузки, следовательно, материалы КМ-2 и КМ-3 с повышенным содержанием битума более пластичны.

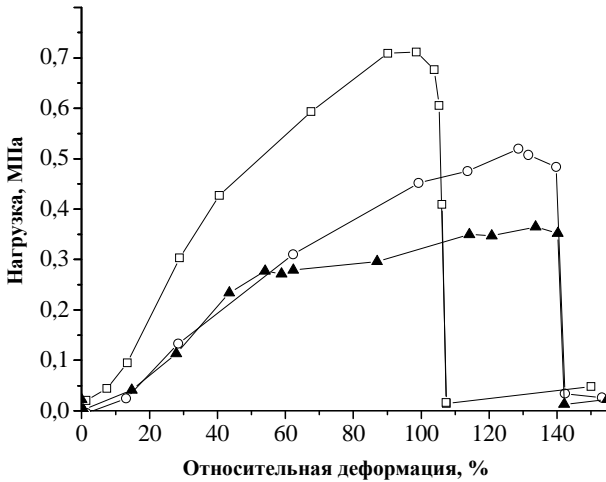
Таблица 1 – Качественный состав материалов холодного химического отверждения ¹

Компонент	Функциональное назначение
Тиокол	Производный полисульфид обеспечивает химическую стойкость и упругие свойства материала
Битум	Обеспечивает пластичность материала
Эпоксидно-диановая смола	Производный полимер обеспечивает адгезию материала к различным поверхностям
Заполнитель	Наполнитель полисульфидов, улучшающий физико-механические характеристики материала
Вулканизатор окислительного типа	Обеспечивает вулканизацию тиоколов и твердение материала
Ускоритель полимеризации	Обеспечивает полимеризацию эпоксидно-диановой смолы в присутствии других компонентов
Органический растворитель или смесь органических растворителей	Обеспечивает надлежащие технологические характеристики материала, а также совместимость полимерных компонентов

Увеличение содержания битума до ~20% (КМ-3) приводит к появлению участка пластических деформаций (явление текучести материала), когда относительная деформация нарастает при неизменной нагрузке. Таким образом, характер деформационных кривых свидетельствует об упругих свойствах композиционных материалов и о пластифицирующем действии битума. Увеличение содержания битума приводит к замедлению твердения материала. Образец КМ-1, нанесенный слоем 0,5 см на ровную металлическую поверхность, твердеет до потери липкости в течение 12 ч. Продолжительность твердения образ-

¹ Количественные данные находятся в стадии патентования.

цов КМ-2 и КМ-3 составляет ~24 ч и ~36 ч соответственно. Дальнейшее увеличение содержания битума приводит к увеличению продолжительности твердения материала (до 7 суток и более).



Диаграммы растяжения образцов композиционных материалов:
□ – КМ-1, ○ – КМ-2, ▲ – КМ-3.

Физико-механические характеристики материалов, испытанных в соответствии со стандартными методиками, приведены в табл.2.

При растяжении образцов материалов в экспериментальном шве разрушение (разрыв) образцов происходит в одной плоскости в месте соединения материала с асфальтобетоном. Среднее значение показателя адгезии материалов к асфальтобетону, вычисленное по результатам испытаний в экспериментальном шве, составляет 0,72 МПа (возраст образцов – 1 месяц). Разработанные материалы соответствуют нормативным требованиям к вяжущим для заполнения ЩМДШ. Материал КМ-3 отличается пониженными прочностными характеристиками и повышенной деформативностью и может быть рекомендован в качестве материала заполнения МДШ, где основной функцией заполнения является компенсация перемещений пролетных строений и герметизация шва. Характер разрушения экспериментального шва при растяжении, а также консистенция разработанных материалов предполагают возможность ремонта деформационных швов в местах нарушения соединения композиционного материала с асфальтобетоном без демонтажа шва.

Таблица 2 – Характеристики материалов холодного химического отверждения

Показатель, единица измерения	Значение показателя			Метод испытания
	КМ-1	КМ-2	КМ-3	
Внешний вид	Каучукоподобный материал черного цвета с однородной шероховатой поверхностью			
Условная прочность при растяжении, МПа	0,71	0,52	0,36	[7]
Полное относительное удлинение при максимальной нагрузке, %	106	125	140	[7]
Условное напряжение при 100 % удлинении, МПа	0,68	0,46	0,28	[7]
Остаточная деформация, %	0	0	2	[7]
Температура, характеризующая гибкость материала, °С	ниже минус 45	ниже минус 45	ниже минус 45	[6]
Качество сцепления материала с поверхностью щебня, баллы	5	5	5	[8]
Теплостойкость, °С	плюс 75	плюс 75	плюс 75	[9]
Водопоглощение, %	0,2	0,2	0,3	[9]
Плотность при 20 °С, г/см ³	1,5			[10]
Твердость по Шору, А	24	23	21	[11]

1.Ефанов А.В., Овчинников И.Г., Шестериков В.И., Макаров В.Н. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы. – Саратов: Саратов. ГТУ, 2005. – 174 с.

2.БН В.2.3-218-533:2007. Споруди транспорту. Шви деформаційні щебенево-мастикові для штучних споруд на автомобільних дорогах.

3.Frier R.A. Cold applied joint sealant. Pat. USA №4443578. Published 17.04.1984.

4.Аверко-Антонович Л.А., Кирпичников П.А., Смылова Р.А. Полисульфидные олигомеры и герметики на их основе. – Л.: Химия, 1983. – 128 с.

5.Khaksimullin Yu.M., Murafa A.V., Sungatova Z.O., Nagumanova E.I., Khozin V.G. Investigation of the Structure and Characteristics of Curing Bitumen-Thiokol Compositions // Mechanics of Composite Materials. – 2000. Vol. 36, №5. – P.423-428.

6.ДСТУ Б В.2.7-116-2002. Будівельні матеріали. Матеріали герметизуючі для швів аеродромних покриттів. Загальні технічні умови.

7.ГОСТ 270-75. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении.

8.ДСТУ Б В.2.7-89-99. Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи випробувань.

9.ДСТУ Б В.2.7-79-98. Мастики гідроізоляційні бутилкаучукові та бітумно-бутилкаучукові. Технічні умови.

10.ГОСТ 267-73. Резина. Метод определения плотности.

11.ГОСТ 263-75. Резина. Метод определения твердости по Шору А.

Получено 26.10.2009