

УДК 667.637.222:625.75

Э. А. ТУР, В. В. ТРИЧИК

Беларусь, Брест, БрГТУ

ПРОТИВОСКОЛЬЗЯЩИЙ АКРИЛОВЫЙ МАТЕРИАЛ КАК ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В Республике Беларусь в настоящее время огромную роль приобретают современные технические средства организации дорожного движения, к которым относятся дорожные знаки, горизонтальная и вертикальная разметка, светофоры и направляющие устройства. Для горизонтальной дорожной разметки городских улиц применяют краски, термопластики, холодные пластики, полимерные ленты, а также световозвращатели, используемые для оптической ориентации водителя.

В крупных городах выбор материалов и технологий для устройства разметки должен осуществляться на основе тщательного анализа, проведения полного комплекса лабораторных испытаний и экспериментальных полевых работ. Только при таком подходе возможно эффективное использование горизонтальной дорожной разметки и повышение безопасности дорожного движения.

В последние годы появились инновационные разработки принципиально новых, перспективных, экологически полноценных акриловых материалов для горизонтальной разметки автомобильных дорог – холодных пластиков химического отверждения, которые являются альтернативой современным органорастворяемым краскам [1–3].

В отличие от красок, содержащих органические растворители, пластики отверждаются за счет протекания химической реакции инициированной радикальной полимеризации [4]. Холодные пластики изготавливают на основе реакционно-способных акриловых мономеров. Связующее представляет собой 20 %-й раствор сополимера бутилакрилата и метилметакрилата в смеси исходных мономеров с добавлением катализатора. В состав высоконаполненной полимерной композиции (компонент А) входят: минеральные наполнители, диоксид титана рутильной формы или другой минеральный пигмент в зависимости от требуемого цвета, а также комплекс функциональных добавок (диспергаторов, смачивателей, пластификаторов) [4; 5]. Компонент В представляет собой инициатор полимеризации, чаще всего перекись бензоила в виде 50 %-го порошка (для снижения пожаро- и взрывоопасности ее наносят заводским способом на инертную матрицу) или в виде 25 %-й пасты в двухатомных спиртах (пропиленгликоле, бутилгликоле и т. п.) [2].

Пластики после отверждения образуют толстослойное твердое непрозрачное лакокрасочное покрытие, иногда содержащее в составе до 25 % световозвращающих стеклошариков.

Новый экологичный материал химического отверждения, испытанный в лабораторных условиях, предназначен для создания цветных противоскользящих покрытий с повышенной шероховатостью (разметки больших площадей асфальтобетона, устройства покрытий специального назначения; разметки остановок общественного транспорта, велосипедных дорожек, периметров перекрестков, приближения к пешеходным переходам и аварийно опасным участкам, детских площадок, спортивных площадок, прогулочных дорожек рядом с медицинскими учреждениями, санаториями, детскими садами, школами). Комплексное композиционное покрытие состоит из трех слоев: нижний и верхний из пластика химического отверждения, промежуточный – из минерального наполнителя.

В качестве минерального наполнителя использовали бокситную крошку фракционного состава 5–20 мм. Отверждение производили перекисью бензоила в количестве 1,5–2,0 % от массы пластика. Рецептатура пластика приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептатура противоскользящего пластика

Наименование компонента	Содержание, масс. %
20 %-й раствор бутилметакрилового сополимера в смеси мономеров	40,0
Катализатор аминного типа (N, N-диметил-п-толуидин)	0,1
Стабилизатор неокрашивающий (2,4,6-три-трет-бутил-фенол)	0,5
Диспергатор (раствор высокомолекулярного блок-сополимера, содержащего аминные группы, в ксилоле)	0,5
Агент реологии (раствор модифицированного карбамида в N-метилпирролидоне)	0,9
Пигмент (красный свинцово-молибдатный крон – изоморфная смесь хромата, сульфата и молибдата свинца)	5,0
Микрораморный наполнитель (карбонат кальция) фракции $\text{ср} = 25 \text{ мкм}$	53,0

Жизнеспособность холодного акрилового пластика после соединения компонентов А и В, смешение которых производится непосредственно перед нанесением материала на дорожное покрытие, является важной технологической характеристикой. Она должна находиться в определенных пределах, а именно 20–30 мин. За этот период времени композиция должна быть тщательно перемешана с инициатором полимеризации и нанесена на дорожное полотно. Более длительное «время жизни» неприемлемо, так как при проведении разметочных работ в любое время года движение перекрывают на период времени не более 20–40 мин.

Вследствие протекания в системе каталитической реакции инициированной радикальной полимеризации (катализатор аминного типа – диметил-п-толуидин, инициатор – пероксид бензоила) стабильность пластика с инициатором полимеризации ограничена во времени. Жизнеспособность исследуемой сложной гетерогенной системы характеризуется временем до начала резкого нарастания вязкости материала (гелеобразования). Гелеобразование обусловлено протеканием реакции полимеризации и образованием в объеме системы пространственной сетки, приводящей к резкому снижению текучести материала. Образование геля характеризуется не моментом начала гелеобразования, а целым интервалом или областью. На первой стадии происходит возникновение микрогелей, частично сшитых частиц коллоидного размера. На второй стадии начинается формирование сетчатой структуры при объединении микрогелей в единую полимерную матрицу. Визуально гелеобразование пластика наблюдается на второй стадии процесса. Реальный образующийся полимер представляет собой ограниченные по размеру сетчатые агрегаты, звенья макромолекул которых пространственно связаны между собой химическими связями. Сами же агрегаты соединяются не только химическими, но и физическими (ван-дер-ваальсовыми или водородными) связями [6].

Пластик химического отверждения исследовали в лабораторных условиях на соответствие СТБ 1520 «Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог» [7] стандартными методами [8]. Все работы производили в вытяжном шкафу. Результаты лабораторных исследований холодного пластика приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты лабораторных испытаний пластика

Наименование показателя	Величина
Плотность, г/см ³	1,7
Стабильность при хранении, баллы	не менее 3
Время отверждения до степени 5 при температуре (20 ± 2) °С	не более 25 мин.
Массовая доля нелетучих веществ (с инициатором), %	98
Стойкость покрытия к статическому воздействию воды и 3 %-го водного раствора хлорида натрия при температуре (20 ± 2) °С, ч	более 100
Стойкость покрытия к статическому воздействию насыщенного водного раствора хлорида натрия при температуре (0 ± 2) °С, ч	более 100
Адгезия к асфальтобетону, МПа:	
– до замораживания – оттаивания	более 0,5
– после 10 циклов замораживания – оттаивания	более 0,4
Эластичность покрытия при изгибе, мм	16
Водонасыщение, % по объему	0,4

Комплексное акриловое противоскользящее покрытие сочетает в себе твердость, износостойкость, эластичность, морозостойкость, стойкость к воздействию воды и водного раствора хлорида натрия, устойчивость к воздействию переменных температур (многократный переход через 0 °С), высокую адгезию к асфальтобетонному дорожному полотну. Неотвержденный материал показал достаточную стабильность при хранении, позволяющую транспортировать его на длительные расстояния даже при высоких температурах (до +60 °С), т. е. использовать в южных регионах.

Вторым этапом разработки является проведение натуральных испытаний нового акрилового химически отверждаемого противоскользящего материала, а именно особенностей его нанесения, отверждения в различных условиях. В обязательном порядке определяли коэффициент сцепления при помощи прибора SRT, состоящего из качающегося маятника, снабженного каучуковым башмаком на свободном конце, и воспроизводящего поведение автомобиля (снабженного шинами с рифленным протектором) в момент, когда шины блокируются тормозом на скорости 50 км/ч на влажной дороге [3]. Согласно проведенным натурным испытаниям, величина коэффициента сцепления свежееуложенного противоскользящего пластика в среднем в 2 раза выше коэффициента сцепления асфальта. Известно, что повышение коэффициента сцепления в 3 раза приводит к сокращению тормозного пути в 2 раза на мокром покрытии [9]. Повышение коэффициента сцепления в 2 раза приведет к сокращению тормозного пути в 1,34 раза на мокром покрытии.

Применение экологичных акриловых противоскользящих холодных пластиков при устройстве горизонтальной дорожной разметки специального назначения позволяет увеличить срок службы разметочного покрытия, сэкономить материалы и энергоресурсы, повысить безопасность движения, улучшить экологическую обстановку при проведении разметочных работ за счет отсутствия в составе пластиков органических растворителей.

Для получения высококачественной, долговечной разметки необходимо соблюдение двух основных условий – использование высококачественных материалов и качественное выполнение работ по нанесению разметки на дорожное полотно, т. е. безусловное соблюдение технологии нанесения противоскользящего экологичного материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг ; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб. : Профессия, 2007. – 528 с.
2. Тур, Э. А. Исследование физико-механических свойств экологичного акрилового разметочного противоскользящего материала / Э. А. Тур // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2013. – № 2 : Водохоз. строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 109–111.

3. Тур, Э. А. Исследование эксплуатационных свойств экологичного разметочного противоскользящего акрилового материала / Э. А. Тур, Н. М. Голуб // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. – 2014. – № 2 : Водохоз. строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 123–125.

4. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке ; пер. с англ. под ред. Л. Н. Машляковского. – М. : Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.

5. Скороходова, О. Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О. Н. Скороходова, Е. Е. Казакова. – М. : Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.

6. Охрименко, И. С. Химия и технология пленкообразующих веществ / И. С. Охрименко, В. В. Верхованцев. – Л. : Химия, 1978. – 392 с.

7. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия : СТБ 1520-2008. – Введ. 01.01.2009. – Минск, 2008.

8. Карякина, М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М. И. Карякина. – М. : Химия, 1988. – 272 с.

9. Европейское руководство по качеству / под ред. У. Цоррля ; пер. с англ. под ред. проф. Л. Н. Машляковского. – М. : Пэйнт-Медиа, 2004. – 578 с.

УДК 667.637.222:625.75

Э. А. ТУР, А. В. ТУР

Беларусь, Брест, БрГТУ

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ СТЕКЛОШАРИКОВ

Применение горизонтальной разметки в настоящее время признано одной из эффективных и широко внедряемых в Республике Беларусь мер обеспечения безопасности дорожного движения низкой стоимости, позволяющих в результате относительно небольших капиталовложений способствовать повышению безопасности на дорогах. В определенной степени эффективность дорожной разметки можно оценивать по статистическим данным анализа причин дорожно-транспортных происшествий. Отсутствие или неудовлетворительное состояние разметки является прямой или косвенной причиной около 4–5 % дорожно-транспортных происшествий в Республике Беларусь.