

хлорида натрия, устойчивость к воздействию переменных температур (многократный переход через 0°C), высокую адгезию к асфальтобетонному дорожному полотну.

Таблица 3 – 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)°C	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 t = (20±2)°C, ч	более 100
Стойкость покрытия к статическому воздействию насыщенного водного раствора хлорида натрия при t = (0±2)°C, ч	более 100
Адгезия к асфальтобетону, МПа: - до замораживания-оттаивания - после 10 циклов замораживания-оттаивания	более 0,5 более 0,4
Эластичность покрытия при изгибе, мм	16
Водонасыщение, % по объёму	0,4

Использование холодных пластиков при устройстве горизонтальной дорожной разметки 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.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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. 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.
3. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. – М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.
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. Охрименко, И.С. Химия и технология плёнообразующих веществ / И.С. Охрименко, В.В. Верхоланцев. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.
6. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия: СТБ 1520-2009.
7. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

УДК 667.637.222:625.75

Станчук В.В., Чечун О.А.

Научный руководитель: доцент Тур Э.А.

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗМЕТОЧНОГО ПРОТИВОСКОЛЬЗЯЩЕГО МАТЕРИАЛА

Для нормального функционирования современного города необходима надежно функционирующая и постоянно развивающаяся транспортная система.

В этих условиях особую роль приобретают современные технические средства организации дорожного движения, к которым относятся дорожные знаки, горизонтальная и вертикальная разметка, светофоры и направляющие устройства.

Особая роль разметки дорог обусловлена следующими причинами:

- сложившейся архитектурно-планировочной схемой основных магистралей и улиц с очень ограниченными возможностями по ее изменению;

- значительно большим (нежели на загородных автомобильных дорогах) количеством транспортных пешеходных потоков, двигающихся по различным, часто пересекающимся направлениям;

- наличием рекламы, витрин и других объектов, параметры которых (яркость, освещенность, меняющаяся информация) резко снижают эффективность применения дорожных знаков, указателей, направляющих устройств.

Требуемая сохранность дорожной разметки по площади определяется периодом, в течение которого на любом контрольном участке протяженностью 50 м разрушение продольной разметки из красок не превышает 50%, а из долговечных материалов не превышает 25% по площади. Для горизонтальной дорожной разметки городских магистралей и улиц применяют краски, термопластики, холодные пластики, полимерные ленты, а также световозвращатели, используемые для оптической ориентации водителя, в сочетании с линиями горизонтальной разметки. Подготовка поверхности дорожного покрытия перед нанесением разметочного материала включает очистку покрытия с использованием специальной техники или вручную. При необходимости должны быть предусмотрены следующие виды работ: текущий ремонт покрытия, заливка трещин, ремонт люков колодцев подземных коммуникаций, находящихся в зоне разметки [1].

Еще одной серьезной проблемой горизонтальной дорожной разметки в городских условиях является ее скользкость, особенно на линиях, обозначающих пешеходные переходы, количество которых в крупных городах составляет десятки тысяч. Поэтому в настоящее время представляет интерес разработка, лабораторные и натурные испытания нового композиционного разметочного материала химического отверждения с эффектом противоскольжения.

Целью данной работы являлось проведение натурных испытаний, а именно – исследование коэффициента сцепления разработанного нового, экологичного (не содержащего органических растворителей) противоскользкого пластика химического отверждения в различных условиях, характеристика данного разметочного материала, исследование особенностей его нанесения.

Традиционно для нанесения на дорожное покрытие в качестве разметки в Беларуси, России, Украине, Казахстане, странах Западной Европы, США и Канаде используются краски на основе органических растворителей. Они достаточно дешевы и просты в производстве, однако обладают рядом существенных недостатков (низкая устойчивость к истиранию, наличие органических растворителей в составе композиции).

Выбросы растворителей в настоящее время (как в процессе производства красок, так и в процессе их высыхания на дорожном покрытии за счет испарения растворителей) представляют собой большую экологическую проблему. В течение последних лет предпринимались попытки применять менее вредные растворители для производства красок дорожной разметки. Но такие растворители очень дороги, и производство становится нерентабельным, так как возрастает себестоимость краски, а функциональная долговечность остается на прежнем уровне. Дальнейшим шагом в решении данной экологической проблемы явилась разработка водно-дисперсионных красок. Однако это производство является непростым с технологической точки зрения, нанесение на дорожное полотно требует изготовления разметочной техники (трубопроводов, различных деталей, вентиляторов, кранов и т.п.) из высококачественной нержавеющей стали. Это значительно увеличивает как расходы по производству технологического оборудования, так и себестоимость разметочных работ [2].

В последние годы появились инновационные разработки новых, перспективных, экологически полноценных акриловых материалов для горизонтальной разметки автомо-

бильных дорог – холодных пластиков химического отверждения, которые являются альтернативой современным органоразбавляемым краскам. После отверждения они образуют толстослойное твердое непрозрачное лакокрасочное покрытие, содержащее в составе до 25% световозвращающих стеклошариков. Преимущество пластиков перед красками состоит в том, что толщина наносимого слоя увеличивается в несколько раз, поэтому срок службы разметки продлевается до нескольких лет. Но технология нанесения и большой расход материала при толщине слоя 2,5-4 мм увеличивает стоимость разметочных работ в 3-4 раза. Таким образом, исходя из высокой функциональной долговечности и стоимости разметочных работ, пластики применяют для разметки автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения (выше 10000 автомобилей в сутки в крупных городах и на федеральных магистралях) [3].

Разметка пластиками имеет больший срок службы на асфальтобетонных покрытиях, адгезия с новым цементобетонным покрытием хуже, чем со старым. Разметка из пластиков может повреждаться при снегоочистительных работах из-за её толщины, поэтому применение пластика вместо обычной краски может быть экономически целесообразно только на дорогах с интенсивным движением транспортных средств. Эффективность работы разметки определяется её хорошей видимостью в любое время суток, в любую погоду, независимо от времени года, а также обеспечением необходимого сцепления с колесом автомобиля.

Авторами был разработан и испытан в натуральных условиях экологичный материал химического отверждения для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Он предназначен для создания цветных противоскользящих покрытий с повышенной шероховатостью (разметки больших площадей асфальтобетона, устройства покрытий специального назначения; разметки остановок общественного транспорта, велосипедных дорожек, периметров перекрёстков, 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 трёх слоёв:

- нижний – из пластика химического отверждения,
- промежуточный – из минерального наполнителя.

В качестве минерального наполнителя использовали бокситную крошку фракционного состава 5-20 мм. Исследовали также двухслойное комплексное покрытие: нижний слой из пластика, верхний – из окрашенной бокситной крошки. Отверждение производили перекисью бензоила в количестве 1,5-2,0% от массы пластика в зависимости от температуры окружающего воздуха и подложки.

Комплексное противоскользящее покрытие было нанесено ручным способом на несколько участков дорожного полотна для определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с материалом и с асфальтобетоном.

Разметку производили в сухую погоду по очищенному от пыли и грязи сухому дорожному покрытию при установившейся температуре воздуха и дорожного покрытия не ниже +5 и не выше +30С и относительной влажности воздуха не более 85%. Расход пластика составил 2,5-3,5 кг/м² для нижнего слоя, 1,5-2,5 кг/м² для верхнего слоя. Расход минерального наполнителя (бокситной крошки) при нанесении пластика составил 3,5-6 кг/м².

Через 6 месяцев были произведены замеры при помощи прибора SRT. Прибор состоит из качающегося маятника, снабженного каучуковым башмаком на свободном конце, и воспроизводит поведение автомобиля, снабженного шинами с рифленным протектором, в момент, когда шины блокируются тормозом на скорости 50 км/ч на влажной дороге. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Коэффициент сцепления экологичного противоскользящего материала с условным колесом рассчитывали по формуле (должен быть не менее 0,75 по нормам РБ):

$$K_c = K_{\text{разм.}} / K_{\text{асф.}}$$

Согласно проведенным натурным испытаниям, величина коэффициента сцепления свежеложенного 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 [1]. Расстояние от начала торможения до полной остановки автомобиля (X) складывается из времени реакции водителя (ВР) и тормозного пути (ТП).

По данным Белавтодора, ВР = 18 м; ТП = 55 м при движении со скоростью 90 км/ч по мокрому асфальту, а

$$X_1 = ВР + ТП = 18 + 55 = 73 \text{ м.}$$

На противоскользящем покрытии ТП = 30 м, следовательно,

$$X_2 = ВР + ТП = 18 + 30 = 48 \text{ м.}$$

Таблица 1 – Коэффициент сцепления через 6 месяцев эксплуатации

Участок замеров	Двухслойное покрытие (пластик-крошка)	Трёхслойное покрытие (пластик-крошка-пластик)
Прямолинейный участок трассы перед поворотом с торможением (далее – поворот на 90° с уклоном вниз), крошку укатывали ручным катком		
Контрольный участок	2,01	2,16
Изношенный участок	0,82	1,58
% износа через 6 месяцев	59,2	26,9
Участок трассы с уклоном вверх перед поворотом на 90°, крошку не укатывали		
Контрольный участок	1,52	2,34
Изношенный участок	1,26	1,82
% износа через 6 месяцев	17,12	22,22

Таким образом, повышение коэффициента сцепления в 2 раза приведёт к сокращению тормозного пути в 1,34 раза на мокром покрытии.

На сложных участках, таких как: повороты с радиусом менее 150 м, участки с уклонами, для обеспечения безопасности требуется более высокий показатель сопротивления скольжению. Это означает, что износ противоскользящего покрытия на таких участках будет выше, чем на иных участках, в том числе участках с уклоном вверх.

Экспериментальные данные подтверждают это утверждение. Так, на участке перед поворотом с уклоном вниз (прекрасный обзор, скорость транспортного средства, вероятно, высокая) износ 2-слойного противоскользящего материала составил 59,2%, 3-слойного – 26,85%, а на участке с уклоном вверх перед поворотом направо (справа лес, худший обзор, водитель заранее снижает скорость) износ 2-слойного материала составил 17,12%, 3-слойного – 22,22%. Таким образом, 2-слойный материал является менее износоустойчивым на более сложном участке дороги, его износ в 2,2 раза выше, чем 3-слойного материала. Очевидно, что для получения большего коэффициента сцепления следует использовать бокситную крошку более крупной фракции и провести дополнительные натурные испытания. Трёхслойный противоскользящий материал показал высокую износоустойчивость, достаточный коэффициент сцепления и хорошую видимость при различных погодных условиях.

Исследовали также, какое количество инициатора полимеризации необходимо добавлять в массу пластика непосредственно перед нанесением в зависимости от температуры окружающей среды. Оно составило от 1,0 до 2,0% на 100% массы пластика. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Кроме того, было определено нецелесообразным вводить избыточное количество инициатора полимеризации с целью уменьшить время отверждения материала при низких температурах. Увеличение количества инициатора сверх расчетного нарушает планируемый процесс полимеризации и повышает хрупкость материала, увеличивает водопоглощение, снижает не только адгезию к асфальтобетону, но и срок функциональной долговечности.

Таблица 2 – Зависимость количества инициатора полимеризации от температуры окружающей среды

Температура воздуха, °С	% инициатора (на 100% холодного пластика, по массе)
+ 5	2,0
+ 10	2,0
+ 15	1,5
+ 20	1,5
+ 25	1,5
+ 30	1,0

Для получения высококачественной, долговечной разметки необходимо соблюдение двух основных условий: использование высококачественных материалов и качественное выполнение работ по нанесению разметки на дорожное полотно.

Использование холодных пластиков при устройстве горизонтальной дорожной разметки 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.

В результате натурных испытаний доказано, что величина коэффициента сцепления свежеложенного противоскользящего пластика в среднем в 2 раза выше коэффициента сцепления асфальта. Таким образом, повышение коэффициента сцепления в 2 раза приведет к сокращению тормозного пути в 1,34 раза на мокром покрытии. Противоскользящий материал показал высокую износоустойчивость, достаточный коэффициент сцепления и хорошую видимость при различных погодных условиях.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Европейское руководство по качеству / Под ред. У. Цоррля; пер. с англ. под ред. проф. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэинт-Медиа, 2004. – 578 с.
2. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э.Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
3. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэинт-Медиа, 2004. – 548 с.

УДК 332.74

Хоронжевская А.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Яромич Н.Н.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ СРАВНИТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Основная идея работы: автоматизация сбора и обработки исходных данных для оценки объектов недвижимости сравнительным методом. Сравнительный метод оценки (метод сравнительного анализа продаж) представляет собой совокупность методов расчета стоимости объекта недвижимости, основанных на информации о рыночных