

процессе уплотнения ломаются, образуя «островки» лещадных зерен, что является причиной локального разрушения дорожного полотна. Во-вторых, прочность бетона при использовании кубовидного щебня возрастает на 5–10% при одновременном уменьшении расхода цемента на 7–12% и снижении на 3–5% водопотребности бетонной смеси [6].

Замена асфальтобетонной технологии возведения дорог цементобетонными уже является ресурсо-, энергосбережением, так как нет необходимости ежегодного «ямочного ремонта». Качественная укладка бетонных плит, гарантия долговечности, надежности, а самое главное снижение аварийной ситуации на дорогах нашей необъятной страны.

Список литературы

1. 10 проблем Казахстана. Режим доступа: Источник: <http://pooha.net/society/countries/307-kazakhstan-main-problems>
2. Ушаков В.В. Цементобетонные покрытия автомобильных дорог. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта РФ. – М., 2002. – С. 46.
3. Лазарев А. Бетонные страдания и защита от них // Автомобильные дороги. – 2009. – № 9. – С. 44-46.
4. СТ РК 1053-2011. Автомобильные дороги. Термины и определения. Комитет технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан. – Астана, 2011.
5. Шембаков В.А. Возможности использования российской технологии сборно-монолитного каркаса для строительства в России качественного доступного жилья и дорог // Строительные материалы. – 2017. – № 3. – С. 9–15.
6. Сыров Д.В., Маслов А.В. Кубовидный щебень: фантом или реальность // Автомобильные дороги. – 2009. – № 8. – С. 70–71.

УДК 667.637.222:625.75

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗМЕТОЧНОГО ПРОТИВОСКОЛЬЗЯЩЕГО МАТЕРИАЛА

Тур Э.А.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»; Республика Беларусь, г. Брест

Разработан и испытан в лабораторных условиях экологичный акриловый материал химического отверждения для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Материал предназначен для создания цветных противоскользящих покрытий с повышенной шероховатостью на аварийно-опасных участках дорог и площадок. Его применение 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 пластификаторов органических растворителей.

Ключевые слова: *горизонтальная разметка автомобильных дорог, противоскользящий материал, безопасность движения*

INVESTIGATION OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF MULTIPLE ANTI-SLIMMING MATERIAL

Tur E.A.

Educational establishment «Brest state technical University», the Republic of Belarus, Brest

Developed and tested in laboratory conditions eco-curing acrylic material for horizontal road marking. The material is designed for color-skid coatings with enhanced roughness on the accident-prone sections of roads and grounds. Its use will extend the life of marking coatings, save materials and energy, increase safety, improve the ecological environment during the marking of work due to the lack of plastics in the organic solvents.

Keywords: *horizontal marking of roads, anti-sliding material, safety of movement*

В настоящее время в Республике Беларусь особую 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 сочетании с линиями горизонтальной разметки.

В сложнейших условиях устройства и эксплуатации горизонтальной дорожной разметки 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 этом 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 органорастворимым краскам [1-5].

В отличие от красок, содержащих органические растворители, пластики отверждаются за счет протекания химической реакции инициированной радикальной полимеризации [6]. Холодные пластики изготавливают на основе реакционно-способных акриловых мономеров. Связующее представляет собой 20%-ный 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, 7]. Компонент В представляет собой инициатор полимеризации, чаще всего – перекись бензоила в виде 50%-го порошка (для снижения пожаро- и взрывоопасности её наносят на инертную матрицу) или в виде 25%-й пасты в двухатомных спиртах (пропиленгликоле, бутилгликоле и т.п.) [8].

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

Разработанный и испытанный в лабораторных условиях экологичный акриловый материал химического отверждения 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 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. Оптимизированная рецептура пластика приведена в таблице 1.

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 определённых 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» не технологично, так как при проведении разметочных работ в любое время года движение перекрывают на период времени не более 20-40 мин.

Таблица 1 – Оптимизированная рецептура противоскользящего пластика

| Наименование компонента | Содержание, масс. % |
|---|---------------------|
| 20%-й раствор бутилметакрилового сополимера в смеси мономеров | 40,0 |
| Катализатор аминного типа (N,N-диметил-n-толуидин) | 0,1 |
| Стабилизатор неокрашивающий (2,4,6-три-трет-бутилфенол) | 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 $\varnothing_{ср} = 25$ мкм | 53,0 |

Вследствие протекания в системе каталитической реакции иницированной радикальной полимеризации (катализатор – N,N-диметил-n-толуидин, инициатор – пероксид бензоила) стабильность пластика с инициатором полимеризации ограничена во времени. Жизнеспособность исследуемой сложной гетеро-

генной системы характеризуется временем до начала резкого нарастания вязкости материала (гелеобразования). Гелеобразование обусловлено протеканием реакции полимеризации и образованием в объеме системы пространственной сетки, приводящее к резкому снижению текучести материала. Образование геля характеризуется целым интервалом или областью гелеобразования. 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. [9].

Пластик химического отверждения исследовали в лабораторных условиях на соответствие СТБ 1520 «Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог» [10] стандартными методами [11]. Все работы производили в вытяжном шкафу.

Стабильность при хранении определяли ускоренным методом. Образец пластика без инициатора полимеризации помещали в металлическую тару объемом 0,5 л и плотно укупоривали. Степень заполнения тары составляла около 80% её объема. Затем образец ставили в термощкаф и выдерживали при температуре $(60\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 120 ч. Перед осмотром материал охлаждали до температуры $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 2-3 ч. Аккуратно открывали крышку, осторожно погружали шпатель в ёмкость с пластиком до дна, визуально оценивали наличие расслоения, образования осадка и/или других отклонений по сравнению с контрольным образцом, хранившимся при температуре $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 120 ч. Оценку производили в баллах. Пластик, получивший оценку ниже 3 баллов, считали не выдержавшим испытание.

Результаты испытаний 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 $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ | 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 $t = (20\pm 2)^\circ\text{C}$, ч | более 100 |
| Стойкость покрытия к статическому воздействию насыщенного водного раствора хлорида натрия при $t = (0\pm 2)^\circ\text{C}$, 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 |

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°C), высокую адгезию к асфальтобетонному дорожному полотну. Неотверждённый материал показал до-

статочную стабильность при хранении, позволяющую транспортировать его на длительные расстояния даже при высоких температурах (до +60°C), то есть 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. Планируется также определение коэффициента 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.

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.

Список 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. Пластики холодного нанесения для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э.А. Тур // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Международной научно-технической конференции. Минск, 16–18 ноября 2005 г. / БГТУ. – Минск, 2005. – С. 8-11.
3. Тур, Э.А. Новый экологически рациональный материал для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э.А. Тур, С.В. Басов // Вестник БрГТУ. – 2009. – № 2. Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 66-67.
4. Тур, Э.А. Экологически полноценный материал для горизонтальной разметки асфальтобетонных и бетонных автомобильных дорог / Э.А. Тур // Проблемы устойчивого развития регионов республики Беларусь и сопредельных стран: сборник научных статей Второй Международной научно-практической конференции, Могилёв, 27-29 марта 2012 г. / МГУ имени А.А. Кулешова. Могилёв: УО «МГУ имени А.А. Кулешова», 2012. – Ч. 2. – С. 161-165.
5. Тур, Э.А. Экологически полноценный акриловый материал для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э.А. Тур, Н.М. Голуб // Радиозкология. Новые технологии обеспечения экологической безопасности: сб. науч. тр. Международной науч.-техн. конф., Уфа, 20-30 марта 2012 г. / под общ. ред. Г.Г. Ягафарова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2012. – С. 166-172.
6. 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.
7. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. – М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.
8. 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.
9. Охрименко, И.С. Химия и технология плёнкообразующих веществ / И.С. Охрименко, В.В. Верхоланцев. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.

10. СТБ 1520-2009. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия.

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

УДК: 656.11 (075.8)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ И ИНФОРМАЦИОННЫМИ СРЕДСТВАМИ

Юшков В.С.¹, Овчинников И.Г.², Пугин К.Г.³

¹*Московский педагогический государственный университет – Анапский филиал,
Россия, г. Анапа*

²*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
Россия, г. Саратов,*

³*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Россия, г. Пермь*

В данной статье представлен один из способов снижения аварийности на автомобильных дорогах с устройством искусственной неровности в виде виброполосы при ее продольном расположении. Представлены полученные в результате теоретических и экспериментальных исследований рекомендации по применению геометрических параметров виброполосы. В настоящее время в России осуществляется процесс перехода от индустриального общества в информационное, поэтому для снижения аварийности на автомобильных дорогах помимо технических средств обеспечения безопасности дорожного движения требуется внедрение информационных технологий. С этой целью для визуализации движения различных типов транспортных средств с помощью языка программирования PascalABC.NET была написана программа наглядно демонстрирующая данный процесс.

Ключевые слова: *аварийность, автомобильная дорога, виброполоса, искусственная неровность, транспортное средство, информационные технологии*

SECURITY OF ROAD TRAFFIC SAFETY BY TECHNICAL AND INFORMATION FACILITIES

Yushkov V.S.¹, Ovchinnikov I.G.², Pugin K.G.³

¹*Moscow State Pedagogical University – Anapa branch, Russia, Anapa*

²*Saratov State Technical University named after Gagarin Y.A., Russia, Saratov*

³*Perm National Research Polytechnic University, Russia, Perm*

In this article, one of the ways to reduce accidents on highways with the device of artificial irregularities in the form of a vibration strip with its longitudinal arrangement is presented. The recommendations on the application of geometric parameters of the vibro band are obtained as a result of theoretical and experimental studies. At present, the process of transition from an industrial society to an information society is being implemented in Russia, therefore, in order to reduce accidents on motor roads, in addition to technical means for ensuring road safety, the introduction of information technologies is required. To this end, to