

Тур Э.А., Халецкий В.А.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Брестский государственный технический университет, кафедра инженерной экологии и химии, к.т.н., доцент, зав. кафедрой ИЭиХ, старший преподаватель кафедры ИЭиХ

В настоящее время из-за явного несоответствия сложившейся дорожно-транспортной инфраструктуры реальным потребностям граждан и государства в целом приходится констатировать неудовлетворительную ситуацию в области безопасности дорожного движения. Рост парка транспортных средств в последние годы значительно опережает темпы увеличения протяженности улично-дорожной сети. Это происходит, несмотря на большой объем нового строительства и реконструкции автомобильных дорог, магистралей и улиц населенных пунктов. В этих условиях значительно возрастает роль технических средств организации дорожного движения, к которым относятся дорожные знаки, разметка, светофоры и направляющие устройства. Разметка занимает особое место среди технических средств организации дорожного движения. Основным отличием от остальных технических средств является продолжительность ее нахождения в поле зрения водителей транспортных средств. Эта особенность разметки позволяет с высокой эффективностью применять не только для регулирования транспортных потоков, но и для организации движения пешеходов.

Применение разметки в настоящее время признано одной из эффективных, энергосберегающих и ресурсосберегающих мер обеспечения безопасности дорожного движения, позволяющим в результате относительно небольших капиталовложений способствовать повышению безопасности на дорогах.

Разметочные работы на автомобильных дорогах общего пользования, автотрассах и городских улицах производят в настоящее время различными материалами. Традиционно для производства горизонтальной разметки автомобильных дорог используют эмали на основе органических растворителей. Технология их производства и нанесения на дорожное покрытие достаточно проста. Эмали дешевы, однако обладают рядом существенных недостатков, таких как низкая экологичность (наличие органических растворителей в составе композиции) и недолговечность, обусловленная низкой износостойкостью.

В связи с повреждением озоновой оболочки нашей планеты выбросы растворителей (в процессе производства эмалей и в процессе их высыхания на дорожном покрытии за счет испарения растворителей) представляют собой большую экологическую проблему. В течение последних лет в различных странах предпринимались попытки применять менее вредные растворители для производства эмалей дорожной разметки. Но такие растворители очень дороги и производство эмалей становится нерентабельным, так как возрастает их себестоимость, а срок службы остается на прежнем уровне. Дальнейшим шагом в решении данной экологической проблемы явилась разработка водно-дисперсионных красок. Их существенные недостатки: производство является непростым с технологической точки зрения, нанесение на дорожное полотно требует изготовления трубопроводов, различных деталей, вентилях, кранов разметочной техники из высококачественной нержавеющей стали [1].

В странах Западной Европы и США наряду с эмалями и красками для горизонтальной разметки автомобильных дорог широкое распространение получили термопластичные материалы (далее – термопластики). Их основное преимущество состоит в том, что физико-механические свойства и технология нанесения позволяют увеличить толщину наносимого слоя термопластика до 2–6 мм. Следовательно, функциональная долговечность дорожной разметки (срок службы) увеличивается в 3–4 раза. Функциональная долговечность определяется периодом времени, в течение которого дорожная разметка отвечает существующим нормам и на любом контрольном участке протяженностью 50 м разрушение разметки не превышает 50 % её площади. При этом разрушение или износ дорожной разметки не должны влиять на восприятие водителем необходимой информации по организации дорожного движения (во избежание аварийных ситуаций) [2].

Термопластик — терморазмягчаемый лакокрасочный материал, который производят в виде сыпучей смеси компонентов, в состав которой: входят полимерное термопластичное связующее в виде таблеток или гранул, минеральные наполнители и пигменты, комплекс функциональных добавок (пластификаторы, стабилизаторы, адгезивы). Технология производства термопластиков является энергосберегающей, так как не требует высокотехнологичного оборудования и большого потребления электроэнергии. В качестве связующего в различных рецептурах чаще всего используют нефтеполимерные и алкидно-акриловые смолы и некоторые другие термопластичные сополимеры. Термопластики предназначены для горизонтальной разметки осевых, разделительных и краевых линий, пешеходных переходов, перекрестков, остановочных, поперечных, направляющих, радиальных и граничных линий, мест парковки, спуска или подъема на трассах и участках автомобильных дорог с высоким потоком транспортных средств.

В последние годы новым научным направлением является исследование возможности применения в рецептурах термопластиков различных сложных эфиров в качестве связующего. Авторами разработан и испытан в лабораторных и натуральных условиях термопластичный материал на основе пентаэритритового сложного эфира канифоли с температурой стеклования $53 \pm 1^\circ\text{C}$, температурой размягчения $100-106^\circ\text{C}$.

В качестве минеральных наполнителей применяли смесь кварцевых песков различного гранулометрического состава, карбонат кальция (молотый мрамор) со средним размером частиц 40 мкм, доломит со средним размером частиц 10 мкм. Пигментом служил диоксид титана рутильной формы с маслоёмкостью 13-18 г/100 г, произведенный хлоридным методом [3].

В качестве стабилизатора использовали сополимер этилена и винилацетата с температурой стеклования 84°C , в качестве пластификатора – сополимер изобутилена и α -бутена и масло минеральное – продукт переработки высококипящих нефтяных фракций (жидкая смесь парафиновых, нафтеновых, ароматических, нафтено-ароматических углеводородов). Для повышения адгезии к асфальтобетону в рецептуру ввели функциональную добавку - линейный блок-сополимер стирола и изопрена с содержанием стирола 15%. Для достижения эффекта световозвращения и дополнительного армирования толстослойного разметочного покрытия в рецептуру включили световозвращающие стеклошарики с адгезионной обработкой и гранулометрическим составом 125-600, 125-850, 100-400 или 425-850 мкм.

Оптимизированная рецептура термопластичного разметочного материала белого цвета приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимизированная рецептура термопластичного материала

№	Наименование компонента	Содержание компонента, масс. %
1	Пентаэритритовый сложный эфир канифоли	13,5
2	Смесь кварцевых песков	26,5
3	Кальция карбонат	8,3
4	Доломит	18,0
5	Диоксид титана	10,0
6	Сополимер этилена и винилацетата	1,0
7	Сополимер изобутилена и α -бутена	2,8
8	Масло минеральное	1,7
9	Блок-сополимер стирола и изопрена	2,0
10	Световозвращающие стеклошарики	16,2

Лабораторные испытания термопластичного материала проводили стандартными методами [4]. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Проведенные лабораторные исследования показывают, что толстослойное лакокрасочное покрытие, образованное застывшим термопластиком сочетает в себе твердость, износостойкость, эластичность, морозостойкость, стойкость к воздействию воды и водного раствора хлорида натрия, устойчивость к воздействию переменных температур, высокую адгезию к асфальтобетонному и цементобетонному дорожному полотну.

Термопластик рекомендуется комплектовать стеклошариками фракции от 400–800 мкм до 800–2000 мкм. Согласно проведенным исследованиям, рабочая температура расплава термопластика находится в пределах $(190-200)\pm 5^\circ\text{C}$, перегрев материала не допускается. В процессе работы с термопластиками необходимо особое внимание уделять разметочной технике, безупречной работе термометров, контролирующих температуру в котлах, чтобы не перегреть материал, а также культуре производства. Расход термопластиков рассчитывают согласно ГНПА Республики Беларусь в зависимости от толщины слоя (в $\text{г}/\text{м}^2$) и от ширины разметочной линии (в $\text{кг}/\text{км}$). Оптимальный расход термопластика зависит от состояния поверхности дорожного полотна, наличия поверхностной обработки и толщины наносимого слоя термопластика.

Таблица 2 – Результаты испытаний.

Наименование показателя	Величина показателя
1. Массовая доля нелетучих веществ, %	99
2. Температура размягчения по «КИШ», $^\circ\text{C}$	100
3. Время отверждения при $t^\circ (20\pm 2)^\circ\text{C}$ до степени 5, мин	12
4. Коэффициент диффузного отражения (коэффициент яркости, белизна) белого покрытия, %	85
5. Эластичность покрытия при изгибе, мм	16
6. Стойкость покрытия к статическому воздействию воды и 3%-ного водного раствора хлорида натрия, ч	Более 100
7. Условная светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения) при облучении 168 ч, %	1,8
8. Адгезия к асфальтобетону, МПа, не менее: - до замораживания - оттаивания - после 10 циклов замораживания - оттаивания	0,53 0,42
9. Адгезия к цементобетону, МПа	0,9
10. Водонасыщение, % по объему	0,31

Технология нанесения термопластиков очень экономична и удобна. Стоимость разметочных работ термопластиками в пересчете на общие затраты (с учетом долговечности материала) примерно на 20–25% ниже традиционных материалов. Прогнозируемая функциональная долговечность горизонтальной дорожной разметки, выполненной термопластиками, составляет не менее 3-х лет (для красок и эмалей этот показатель равен 6 месяцев).

Таким образом, термопластичные материалы в полной мере могут служить качественной экологически и экономически полноценной альтернативой эмалям и краскам, которые в настоящее время в основном применяются для горизонтальной разметки автомобильных дорог.

Список использованных источников:

1. 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.
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. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. - М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.
4. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. - 272 с.

Шведовский П.В., Дай Чжичэн, У Вэйдун, Чжао Сяохань, Козловский Д.С.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОМЕНДУЕМЫХ КОМПЛЕКСОВ РАБОТ ПО БЕЗОПАСНОМУ ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Брестский государственный технический университет, кафедра геотехники и транспортных коммуникаций

Образующиеся на автомобильных дорогах снежно-ледяные отложения приводят к снижению скорости движения автомобилей в 2-2,5 раза, производительности транспортных средств на 30-40% и увеличению себестоимости перевозок на 25-30%. Опасность движения при гололеде, по сравнению с сухим покрытием, увеличивается примерно в 10 раз, а при снежном накате — в 3-4 раза. Зимняя скользкость является причиной возникновения от 5 до 30% дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в зависимости от длительности зимнего периода и района их проложения [1, стр. 89].

Общепризнан эффективным профилактический способ обработки покрытия автомобильных дорог твердыми и, в большей степени, жидкими хлоридами с целью предотвращения зимней скользкости на проезжей части при расходе хлоридов 5-15 г/м². Однако этот способ эффективен только при наличии систем предупреждения о неблагоприятных погодных явлениях.

Для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах практически во всех странах применяют чистые хлориды в твердом или жидком виде, без добавления