

Тур Э.А., Басов С.В.

НОВЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ И ЭКОНОМИЧЕСКИ РАЦИОНАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Введение. Повышение безопасности движения на дорогах Республики Беларусь – одна из главных задач соответствующих дорожных служб. Это большая и многоплановая работа, включающая в себя новое дорожное строительство, ремонт и поддержание в технически исправном состоянии действующих автомагистралей.

Одним из важнейших направлений повышения безопасности дорожного движения является использование светоотражающей дорожной разметки. Этому участку дорожного строительства должно уделяться самое пристальное внимание, так как даже технически исправное дорожное покрытие в условиях плохой видимости, ночью или в непогоду, не обеспечивает безопасность движения в полном объеме и не предотвращает аварийные ситуации. Таким образом, дорожная разметка – завершающая стадия организации движения транспортных средств и пешеходов и обеспечения безопасности движения.

Традиционно для нанесения на дорожное покрытие в качестве разметки используются эмали на основе органических растворителей. Они достаточно дешевы и просты в производстве, однако обладают рядом существенных недостатков (недолговечность, недостаточная устойчивость к истиранию, наличие органических растворителей в составе композиции).

Серьезную экологическую проблему представляют собой выбросы различных органических растворителей в атмосферу, в том числе, в процессе производства эмалей и в процессе их высыхания на дорожном покрытии. В течение последних лет в Беларуси, России, странах западной Европы, США, Японии и других странах предпринимались попытки применять менее токсичные (менее опасные в экологическом отношении) растворители для производства эмалей дорожной разметки. Но в большинстве случаев предложенные растворители оказались экономически неконкурентоспособными вследствие их высокой цены и, соответственно, производства эмалей на их основе становится нерентабельным, так как возрастает их себестоимость, а функциональная долговечность остается на прежнем уровне.

Дальнейшим шагом в решении данной экологической проблемы явилась разработка водно-дисперсионных красок. Однако производство водно-дисперсионных красок дорожной разметки является весьма сложным с технологической точки зрения, а сам процесс нанесения таких красок на дорожное полотно требует изготовления новой разметочной техники (трубопроводов, различных деталей, вентилях, кранов и т.п.) из высококачественной нержавеющей стали. Это значительно увеличивает как расходы по производству или модернизации специальной техники для разметки автомобильных дорог, так и себестоимость разметочных работ в целом.

Альтернативой органорастворяемым эмалям являются разработанные и испытанные в лабораторных и натуральных условиях принципиально новые, перспективные, экологически и экономически рациональные, не имеющие на сегодняшний день аналогов в Республике Беларусь материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог – пластики холодного нанесения.

В отличие от эмалей, содержащих органические растворители, пластики холодного нанесения отверждаются за счет протекания химической реакции, инициированной радикальной полимеризацией.

Методика эксперимента. Пластики холодного нанесения изготавливали в одно- и двухкомпонентном варианте на основе реакционно-способных акриловых мономеров, минеральных наполнителей,

диоксида титана рутильной формы и комплекса функциональных добавок (диспергаторов, смачивателей, пластификаторов).

Жизнеспособность двухкомпонентного холодного пластика после соединения компонентов А и В, смешение которых производится непосредственно перед нанесением материала на дорожное покрытие, является важной технологической характеристикой. Вследствие протекания в системе каталитической реакции инициированной радикальной полимеризации (катализатор аминного типа – диметил р-толуидин, инициатор – пероксид бензоила) её стабильность ограничена во времени. Жизнеспособность данной системы характеризуется временем до начала резкого нарастания вязкости материала или временем гелеобразования. Гелеобразование – это переход жидких гомогенных и гетерогенных систем в состояние геля или студня. В данном случае оно обусловлено протеканием реакции полимеризации и образованием в объеме системы пространственной сетки, приводящее к резкому снижению текучести материала. Образование геля характеризуется, как известно, не точкой, моментом начала гелеобразования, а 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 [1].

Визуально гелеобразование холодного 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 [2].

Жизнеспособность зависит от температуры окружающей среды и количества инициатора полимеризации. При повышении температуры от +15°C до +25°C жизнеспособность снижается на несколько минут, а с увеличением количества инициатора время гелеобразования резко уменьшается.

Данная модель образования лакокрасочного покрытия предполагает существование в сшитой полимерной системе неоднородных областей, которые различаются плотностью сшивки (структурных дефектов).

Многокомпонентность холодных пластиков и формирование покрытий из них на сложных (с точки зрения структуры и физико-механических свойств) подложках, заметно влияющих на свойства отвержденных покрытий, делают прямые количественные методы оценки структуры новых материалов практически неприемлимыми.

Существует ряд косвенных методов оценки структуры сформированных покрытий.

На практике широкое распространение получило изучение физико-механических свойств лакокрасочных покрытий и пленок как косвенного метода, позволяющего судить об однородности сетчатой структуры гетерогенной полимерной системы.

Основные физико-механические показатели пластиков холодного нанесения приведены в таблице 1.

Заключение. Анализируя результаты испытаний следует отметить, что сформированные толстослойные покрытия сочетают в себе эластичность (δ 8–10 мм) и твердость (0,20–0,23 отн. ед.).

Тур Элина Аркадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Басов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица 1. Физико-механические показатели пластиков холодного нанесения

Наименование показателя	Величина показателя		
	Пластик распыляемый		Пластик специального назначения
	Компонент А	Компонент В	
1. Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246 (с соплом 4 мм) при температуре $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, с	100–120	120–140	–
2. Массовая доля нелетучих веществ, %	76–77	76–77	86–87
3. Время отверждения до степени 3 при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, мин	12–14		12–14
4. Внешний вид отвержденного покрытия	Белая однородная шероховатая поверхность без усадочных трещин, пузырей или отслоений		
5. Коэффициент диффузного отражения отвержденного покрытия (коэффициент яркости, белизна), %	84–85		77–78
6. Стойкость покрытия к статическому воздействию воды при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, ч	100		100
7. Стойкость покрытия к статическому воздействию 3%-ного водного раствора хлорида натрия при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, ч	100		100
8. Эластичность отвержденного покрытия при изгибе, мм	8–10		–
9. Адгезия, МПа: - к асфальтобетону - к цементобетону	0,23 0,95		0,29 0,92
10. Твердость отвержденного покрытия по маятниковому прибору ТМЛ (маятник А), отн. ед.	0,20–0,23		–
11. Морозостойкость покрытия, циклы	не менее 25		не менее 25

Они характеризуются морозостойкостью, достаточной для сохранения функциональной долговечности в течение двух лет, высокой стойкостью к воздействию воды и водного раствора хлорида натрия (не менее 100 ч). Адгезия к асфальтовому и к бетонному дорожному полотну составила 0,23 и 0,95 МПа соответственно для двухкомпонентного пластика и 0,29 и 0,92 МПа соответственно для однокомпонентного пластика. Данные показатели соответствуют существующим требованиям к разметочным материалам (не менее 0,2 МПа к асфальтобетону и не менее 0,9 МПа к цементобетону). Таким образом, пользуясь косвенным методом оценки структуры новых полимерных разметочных материалов, можно утверждать, что пластики холодного нанесения обладают однородной сетчатой структурой.

Функциональная долговечность разметки, выполненной пластиками, зависит от толщины слоя, рабочей нагрузки на дорожное покрытие и составляет не менее двух лет (для эмалей этот показатель равен 6–12 месяцев) [3, 4].

Оптимальный расход двухкомпонентных пластиков – 1,6–2,0 кг/м², однокомпонентных – 3,8–4,5 кг/м² при толщине сформированной разметки 1,0–1,3 мм и 2,0–2,4 мм соответственно [4, 5].

Технология нанесения холодных пластиков очень удобна, экономична. Стоимость разметочных работ пластиками в пересчете на общие затраты (с учетом долговечности материала) примерно на 20% ниже традиционных материалов.

Использование пластиков холодного нанесения при проведении дорожно-разметочных работ позволяет:

- увеличить срок службы (функциональную долговечность) дорожной разметки;
- сэкономить материалы, энергоресурсы (денежные средства);
- повысить безопасность движения, в первую очередь за счет высокого светоотражающего эффекта в условиях плохой видимости;
- улучшить экологическую обстановку при проведении разметочных работ за счет отсутствия в составе пластиков органических растворителей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Артеменко, А.И. Органическая химия. – М.: Высш. школа, 2002. – 430 с.
2. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. – М.: Химия, 1988. – 248 с.
3. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям; под ред. У. Цорллы; пер. с англ. / Под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2004. – 550 с.
4. Рекомендации по применению разметочных материалов для горизонтальной разметки автомобильных дорог общего пользования / Департамент «Белавтодор» Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. – Минск, 2002. – 15 с.
5. Краски, покрытия и растворители / Под ред. Д. Стойе и В. Фрейтага; пер. с англ. / Под ред. Э.Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.

Материал поступил в редакцию 13.05.09

TUR E.A., BASOV S.V. New Ecologically And Economically Optimized Material For The Road Horizontal Marking-out

The results shown are obtained from the investigations of new ecologically and economically optimized materials (cold coating plastics) for the road horizontal marking-out. The technology of cold plastic coating is shown to have a range of advantages as compared with traditionally used materials. The cost of plastic marking-out (taking into account the material durability) is about 20% less that of traditional usage.