УДК 625.7.032.32:625.746.533.8

# РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИЙ КОМПОЗИТНЫХ ДОРОЖНЫХ ТЕРМОПЛАСТИКОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ

**Возный С.И., Артеменко А.А., Евтеева С.М.**

*ООО «Научно-исследовательский центр технического регулирования», Соколовый, e-mail: soni.81@mail.ru*

Рассматриваются вопросы производства и применения долговечных разметочных материалов для дорожной разметки на полимерной основе. Сформулированы принципы составления рецептур долговечных разметочных материалов на полимерной основе. Недостатки удалось исключить путем введения в формулу связующего специальных добавок, в том числе и высокомолекулярных полимеров. Термопластики изготавливаются на основе импортных и отечественных смол и поставляются заказчику в виде сыпучей смеси белого цвета. Реализовано научное сопровождение разработки рецептур и выпуска материалов для дорожной разметки, получены практические результаты разработки технологии и производства полимерных разметочных материалов.

**Ключевые слова: пластические материалы, полимерная дорожная разметка, управление рецептурой, жизненный цикл рецептур**

# WORKING OUT OF COMPOUNDINGS AND TECHNOLOGIES OF COMPOSIT ROAD THERMOPLASTICS ON THE POLYMERIC BASIS

**Voznyj S.I., Artemenko A.A., Evteeva S.M.**

*Open Company «Research center of technical regulation», Sokolovyj, e-mail: soni.81@mail.ru*

Introduction. Questions manufacture and application durable materials for a road marking on a polymeric basis are considered. Purposes and problems. Principles drawing up compoundings durable materials on a polymeric basis are formulated. Methods. Lacks managed to be excluded by introduction in the formula binding special additives, including high-molecular polymers. Thermoplastics are made on the basis import and domestic pitches and delivered to the customer in the form a loose mix white color. Results, conclusion. as A result scientific support working out compoundings and release materials for a road marking is realized, practical results of working out of technology and manufacture polymeric materials are received.

**Keywords: plastic materials, a polymeric road marking, management of a compounding, life cycle compoundings**

В настоящее время разметку автомобильных дорог выполняют красками, холодными и горячими пластиками, полимерными лентами, штучными формами, используя традиционные и новые технологии. Исследования показывают, что эффективность устройства и эксплуатации горизонтальной дорожной разметки зависит от времени высыхания краски (термопласта) ее световозвращения, коэффициента сцепления и износоустойчивости. Для обеспечения безопасности дорожного движения горизонтальная дорожная разметка должна быть видна в любое время суток, а сами элементы разметки должны быть узнаваемыми для водителей автотранспортных средств [1, 2].

**Цель исследования:** совершенствование рецептур и технологий долговечных разметочных материалов на полимерной основе.

Сформулированы следующие принципы составления рецептур долговечных разметочных материалов на полимерной основе:

1. Функциональная устойчивость (долговечность, износоустойчивость и др.).
2. Обеспечение требуемых системных свойств (инновационность, плотность, прочность, адгезия, технологичность приготовления и нанесения, адаптивность к российским условиям).
3. Управление жизненным циклом рецептур.
4. Соответствие природно-климатическим условиям и времени устройства, перепадам зимних и летних температур, количеству циклов замерзания-оттаивания.
5. Соответствие состоянию и характеристикам дорожного покрытия (состоянию вяжущего, щебня, сроку эксплуатации).
6. Органичность компонентов.
7. Противодействие загрязняемости.
8. Последовательность этапов алгоритма проектирования.
9. Выбор оптимального грансостава минерального заполнителя.
10. Минимальный разброс характеристик исходных компонентов (минимум коэффициента вариации).
11. Патентозащищенность.
12. Оптимальное соотношение «цена-качество».

Термопластичность определяет свойство разметочных материалов размягчаться при повышении температуры. Летом, в жару и при интенсивном движении происходит размягчение пластика, налипает грязь, он размягчается и иногда дорожная разметка наматывается на колеса. Зимой происходит растрескивание и повышенная повреждаемость из-за температурной хруп-

кости. В перспективе должны быть созданы такие рецептуры разметочных материалов, чтобы разметку можно было наносить и при минусовых температурах [3].

Как показала практика использования полиэфирных пластиков, они менее требовательны к влажности дорожного покрытия, что имеет существенное значение при весенних и осенних разметочных работах.

## Материал и методы исследования

Разработано новое поколение термопластиков. Они имеют более высокую температуру размягчения. Недостатки удалось исключить путем введения в формулу связующего специальных добавок, в том числе и высокомолекулярных полимеров.

Проведенная модификация связующего позволила устранить хрупкость пластика при низких температурах и снизить чувствительность к влажности дорожного покрытия. Следует также отметить еще одно преимущество новых пластиков – это меньшая способность их к загрязнению, что объясняется гидрофобностью связующего и более высокой температурой размягчения новых термопластиков, по сравнению с таковыми на основе полиэфирных смол. Анализируя физико-механические характеристики новых термопластиков в широком интервале температур и сравнивая их с таковыми для лучших марок зарубежных материалов, можно констатировать их близкие значения, равно как и внешний вид испытуемых образцов. Об этом же свидетельствуют и поведение материалов при контрольно полевых испытаниях.

Решена задача по созданию эластичного состава спрей-пластика, не разрушающегося при отрицательных температурах с высокой температурой размягчения. В составе спрей-пластика применяется в качестве пленкообразующего алифатических углеводородных смол с канифольными смолами (пентаэритритовые и глицериновые эфиры канифоли) в массовом соотношении 50/50–100/0 в сочетании со специальными добавками (сополимеры стирола с непредельными алифатическими углеводородами), повышающими эластичность спрей-пластика при пониженных температурах, при использовании в качестве пластификаторов сложных эфиров ароматических кислот типа дибутилфталата, диоктилфталата и др. или парафиновых минеральных масел с $t_{всп}$ больше 210 °С.

Сочетание в составе спрей-пластика указанных компонентов в определенном соотношении позволяет значительно повысить его эластичность и, соответственно, его износостойкость. Существенно повышается температура размягчения материала.

При этом содержание входящих в состав спрей-пластика компонентов следующее, мас.%: пленкообразующее 15,0–25,0; пластификатор 2,5–4,5; блок-сополимер на основе стирола и изопрена 0,2–1,5; каолинит 0–4,0; двуокись титана 2,0–10,0; стеклянные микрошарики 0–30,0; стеариновая кислота 0,2–1,5; воск полиолефиновый 0,5–1,5; минеральный наполнитель (кварцевый песок, мел, микрокальцит и др.) остальное.

Также решается задача по созданию эластичного не разрушающегося при отрицательной температуре долговечного разметочного материала с высоким сроком функциональной долговечности (более 2 лет). Поставленная задача достигается путем использования в качестве пленкообразующего твердых углеводородных алифатических смол в сочетании с термоэластопластами, полученными блоксо-полимеризацией стирола и непредельных алифатических углеводородов [стирол – изопренстирольный блок-сополимер (SIS) и предельная версия стирол-этилен/бутиленстирольного блок-сополимера (SEBS)], а также сополимерами этилена и винилацетата, при использовании в качестве пластификаторов сложных эфиров ароматических и алифатических кислот или минеральных масел.

Указанная углеводородная смола в может быть частично или полностью заменена на пентаэритритовый или глицериновый эфиры канифоли без ущерба для качества. При этом содержание входящих в состав ДРП компонентов, мас.%: указанное пленкообразующее 10,0–20,0; указанный блок-сополимер стирола с непредельными алифатическими углеводородами 1,0–4,0; сополимер этилена и винилацетата 0,5–2,0; указанный пластификатор 2,0–5,0; двуокись титана 2,0–10,0; стеклянные микрошарики 0–30,0; воски (полиолефиновые, амидные и др.) 0,5–3,0; минеральный наполнитель (кварцевый песок, мраморный песок, микрокальцит и др.) остальное.

## Результаты исследования и их обсуждение

С учетом этого разработана технология производства и применения современных композитных разметочных материалов на полимерной основе [4, 5].

Разработаны термопластики разметочные марки «Новопласт» и «Кратер» (ТУ 2253-041-07509505-2006) – современные высококачественные материалы, которые являются аналогами импортных составов и превосходят по качеству отечественные материалы. Термопластики изготавливаются на основе импортных и отечественных смол и поставляются заказчику в виде сыпучей смеси белого цвета. Температура переработки материала 180–200 °С.

Термопластики «Новопласт», «Кратер» изготавливаются в двух вариантах: со стеклошариками для обеспечения световозвращающего эффекта в ночное время суток и без них, а также по требованию заказчика могут поставляться желтого и оранжевого цветов. Материалы совместимы со всеми современными термопластиками на основе нефтеполимерных (углеводородных) и канифольных смол. Технические характеристики материалов представлены в табл. 1.

**Таблица 1**

Основные характеристики разметочных материалов

| | |
|---|---|
| Скорость истечения состава, г/с, не менее | 4 |
| Время отверждения при 20 °С, не более | 7 мин |
| Температура размягчения, °С, не менее | 95 |
| Яркость, %, не менее | 75 |
| Температура покрытия, °С, не ниже | +10 |
| Расход (при толщине слоя 4 мм) | 8 кг на 1 м$^2$ |

Термопластики успешно применяются на дорогах всех категорий, различных климатических зон РФ и стран ближнего зарубежья.

Способы нанесения термопластиков для дорожной разметки марки «Новопласт» и «Кратер» представлены в табл. 2.

**Таблица 2**

Способы нанесения термопластиков для дорожной разметки

| | |
|---|---|
| Способ нанесения | Наносить разметочными машинами кареточного или экструдерного типа. Для обеспечения качества нанесения разметки следует дополнительно руководствоваться инструкцией по эксплуатации разметочной машины |
| Температура | 180–200 °С |
| Подготовка к нанесению | Термопластик загружать в маточный котел для плавления порциями. После расплавления требуемого количества материала и достижения им рабочих температур перемешивание продолжить не менее 40 минут. При длительной остановке работ снизить температуру материала до 140–150 °С, после чего допускается остановить перемешивание термопластика. Допускается повторный разогрев термопластика |
| Обеспечение видимости в тёмное время суток | Для обеспечения видимости дорожной разметки в тёмное время суток при свете фар, на термопластик одновременно с нанесением посыпать стеклошарики |
| Условия нанесения | Маркировочные работы проводить при температуре покрытия не ниже 10 °С. При более низкой температуре производить подогрев дорожного полотна.<br>Не рекомендуется наносить разметку при температуре полотна выше +60 °С из-за возможного увеличения времени формирования термопластика |
| Требования к дорожному полотну | Поверхность дорожного покрытия должна быть сухой и очищенной от грязи и пыли |
| Очистка бункера плавителя и продуктопроводов | В случае замены одной марки термопластика на другую, очистить бункер плавителя и продуктопроводы маркировочной машины от остатков предыдущего материала для исключения возможной несовместимости материалов. Для очистки в нагретый до 140–150 °С оставшийся в котле термопластик добавить индустриальное масло, перемешать, слить, скребками очистить оставшийся пластик |
| Не допускается | ● попадания влаге в плавильный котел;<br>● нанесение термопластика на влажное и неочищенное дорожное покрытие |
| Транспортирование | Термопластик допускается транспортировать всеми видами крытых транспортных средств |
| Условия хранения | хранить в закрытых, сухих, неотапливаемых помещениях, в неповрежденной упаковке. Допускается ярусная установка поддонов, но не более трех ярусов |
| Срок хранения | 5 лет при условии соблюдения правил |

Спрей-пластик «Роспласт-спрей» (ТУ 2253-035-07509505−2004) – материал, используемый для разметки автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием. Это термопластичный материал горячего метода нанесения. Рекомендуется как материал для обновления и ремонта старой разметки выполненной термопластиком, так и для нанесения новых линий. Наносится на дорожное полотно распылением при 200–210 °С и относительной влажности < 85 %. Технические характеристики представлены в табл. 3:

**Таблица 3**

Технические характеристики спрей-пластика

| | |
|---|---|
| Скорость истечения расплава при температуре (200–210)°°С, г/с не менее | 12 |
| Температура размягчения, °С, не менее | 90 |
| Время отверждения при 20 °С, мин, не более | 5 |
| Толщина слоя при ремонте разметки, выполненной термопластиком без демаркировки, мм | 0,6−1,2 |
| Коэффициент яркости, %, не менее | 75 |
| Плотность, г/см$^3$, не менее | 1,95 |
| Расход, кг/м$^2$ | 1,2−3 |

По своим эксплуатационным и технологическим характеристикам спрей-пластик «Роспласт-спрей» превосходит импортные аналоги. Материал совместим с современными термопластиками и спрей-пластиками на основе нефтеполимерных (углеводородных) и канифольных смол. Для обеспечения световозвращения дорожной разметки в темное время суток спрей-пластик рекомендуется посыпать микростеклошариками. Особенности применения спрей-пластика для дорожной разметки марки «Роспласт-спрей» со световозвращающими добавками представлены в табл. 4.

**Таблица 4**

Особенности применения спрей-пластика

| | |
|---|---|
| Способ нанесения | Наносить специальными разметочными машинами оборудованными спрей-головкой. При проведении работ по нанесению разметки руководствоваться инструкцией по эксплуатации разметочной машины |
| Температура переработки | 200-210 °С |
| Требования к дорожному полотну | Поверхность дорожного полотна должна быть сухой и очищенной от грязи и пыли |
| Подготовка к нанесению | Термопластик загружать в маточный котел для плавления порциями. После расплавления требуемого количества материала и достижения им рабочих температур перемешивание продолжить не менее 40 минут.<br>При длительной остановке работ снизить температуру материала до 140–150 °С, после чего допускается остановить перемешивание термопластика.<br>Допускается повторный разогрев термопластика |
| Условия нанесения | Маркировочные работы проводить при температуре покрытия не ниже 10 °С. При более низкой температуре производить подогрев дорожного полотна.<br>Не рекомендуется наносить разметку при температуре полотна выше +60 °С из-за возможного увеличения времени формирования термопластика.<br>Толщина нанесения новых линий спрей-пластика на дорожное полотно составляет не менее 1,2 мм. При проведении ремонта разметки, выполненной термопластиком без демаркировки, 0,6–1,2 мм |
| Обеспечение видимости в тёмное время суток | Для обеспечения видимости дорожной разметки в тёмное время суток при свете фар на термопластик необходимо одновременно с нанесением посыпать стеклошарики. Рекомендуется применять стеклошарики 100–600 мкм |
| Не допускается | Попадание влаги в плавильный котел;<br>нанесение термопластика на влажное и неочищенное дорожное покрытие |
| Очистка бункера плавителя и продуктопроводов | В случае замены одной марки спрей-пластика на другую очистить бункер плавителя и продуктопроводы маркировочной машины от остатков предыдущего материала для исключения возможной несовместимости материалов. Для очистки в нагретый до 140–150 °С оставшийся в котле спрей-пластик добавить индустриальное масло, перемешать, слить, скребками очистить оставшийся пластик. При необходимости операцию повторить |
| Транспортирование | Спрей-пластик допускается транспортировать всеми видами крытых транспортных средств |
| Условия хранения | Спрей-пластик хранить в закрытых, сухих, неотапливаемых помещениях, в неповрежденной упаковке.<br>Допускается ярусная установка поддонов с термопластиком, но не более трех ярусов |
| Срок хранения | 5 лет при условии соблюдения потребителем указанных правил |

## Выводы

1. Реализовано научное и инженерно-техническое сопровождение разработки рецептур и выпуска материалов для дорожной разметки, получены практические результаты разработки технологии и производства полимерных разметочных материалов.

## Список литературы

1. Возный С.И., Овсянников С.В., Аржанухина С.П. Материалы и технологии устройства цветных дорожных покрытий с шероховатой поверхностью // Строительные материалы. – 2008. – № 12. – С. 36–38.

2. Применение холодных пластиков для противоскользящих покрытий / С.И. Возный, В.К. Крылов, В.В. Рабенау, В.Н. Свежинский // Строительные материалы. – 2009. – № 2. – С. 53–55.

3. Возный С.И., Евтеева С.М. Физико-химическое взаимодействие термопластичных разметочных материалов с поверхностью асфальтобетонных дорожных покрытий. Строительные материалы. – 2010. – № 10. – С. 62–64.

4. Артеменко А.А., Евтеева С.М., Возный С.И. Физико-химические процессы смачивания при нанесении термопластичного разметочного материала на поверхность дорожного покрытия // Дороги и мосты. – 2011. – № 1 (25). – С. 240–249.

5. Особенности применения холодных пластиков при разметке дорог / В.К. Крылов [и др.] // Дорожная держава. Дайджест. Безопасные дороги. – 2009. – С. 58–59.

## References

1. Voznyj S.I, Ovsyannikov S.V., Arzhanuhina S.P. Materials and technologies of the device of color road coverings with a rough surface. Building materials. 2008. no. 12, pp. 36–38.

2. Application of cold plastics for анти sliding coverings S.I. Voznyj, V.K. Krylov, V.V. Rabenau, V.N. Svezhinsky / Building materials. 2009. no. 2, pp. 53–55.

3. Voznyj S.I, Evteeva S.M. Physical and chemical interaction of thermoplastic materials for a marking with a surface of asphalt road coverings. Building materials. 2010. no. 10, pp. 62–64.

4. Artemenko A.A., Evteeva S.M., Voznyj S.I. Physical and chemical wetting processes at drawing of a thermoplastic material of a marking on a surface of a road covering // Roads and bridges. 2011. № 1 (25). pp. 240–249.

5. Features of application of cold plastics at a marking of roads / V.K. Krylov [etc.] // Road power. The digest. Safe roads. 2009. pp. 58–59.

**Рецензенты:**

Кочетков А.В., д.т.н., руководитель Поволжского отделения Российской академии транспорта, профессор кафедры «Мосты и транспортные сооружения» Саратовского государственного технического университета, г. Саратов;

Кадыров Ж.Н., д.т.н., профессор Казахского автомобильно-дорожного института, г. Алматы.

Работа поступила в редакцию 29.01.2012.