

Возный Сергей Иванович

Vozni Sergei Ivanovich

аспирант

post-graduate student

Саратовский государственный технический университет

Saratov state technical university

E-mail: voznis@mail.ru;

Погуляйко Владимир Анатольевич

Pogulaiko Vladimir Ananolevich

кандидат технических наук, доцент

Cand.Tech.Sci., the senior lecturer

Самарский государственный технический университет

Samara state technical university

E-mail: pogulyaikova@gmail.com;

Евтеева Светлана Михайловна

кандидат технических наук, доцент

Cand.Tech.Sci., senior lecturer

Evteeva Svetlana Mihailovna

Саратовский государственный технический университет

Saratov state technical university

E-mail: evteevasm@yandex.ru;

Талалай Виктор Вячеславович

Talalai Viktor Viacheslavovich

аспирант

post-graduate student Saratov state technical university

Саратовский государственный технический университет

E-mail: talalay@bk.ru;

Кочетков Андрей Викторович

Kochetkov Andrei Viktorovich

доктор технических наук, профессор

Dr.Sci.Tech., professor

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Perm national research polytechnical university

E-mail: soni.81@mail.ru

05.17.07 Технология производства и переработки материалов и композитов

Физико-химические процессы, определяющие функциональную устойчивость дорожной разметки

Physical and chemical processes defining Functional stability a road marking

Аннотация: Рассматриваются вопросы производства и применения термопластичных разметочных материалов и холодных пластиков для дорожной разметки. Приведены сведения о результатах научного сопровождения производства материалов для дорожной разметке.

The Abstract: Questions of manufacture and application thermoplastic разметочных materials and cold plastics for a road marking are considered. Data on results of scientific support of materials for a road marking are resulted.

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

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

Термопластики в настоящее время широко используются для разметки автомобильных дорог. Они обеспечивают долговечность разметки не менее одного года даже на дорогах со сверхвысокой интенсивностью движения. К тому же в них отсутствуют растворители и легко летучие продукты, что сводит к минимуму экологическое воздействие их на природу и улучшает условия труда работающих.

До последнего времени практически все отечественные материалы уступали импортным по сроку службы. В последние годы ситуация на рынке сырья резко изменилась в лучшую сторону, что послужило толчком к развитию работ, направленных на улучшение качества выпускаемых материалов. Отличие нового поколения термопластиков заключается в переходе на новые виды связующего, позволивших резко улучшить качество материалов по износостойкости, что подтвердилось на контрольно-полевых испытаниях 2005-2006 г.г., проводимых ГУП «Доринвест». Основные отличия термопластиков на примере выпускаемых материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные отличия термопластиков

№ пп	Показатель	Технопласт	Новопласт
1	Тип смолы	Полиэфирная (полярная)	Углеводородная (не полярная)
2	Температура размягчения смолы, °С	75-85	95-105
3	Содержание смолы в термопластике, %	20-25	12-14
4	Наличие высокомолекулярных полимерных добавок	отсутствуют	имеются
5	Влагопоглощение, %	более 0,1	около 0,01
6	Температура размягчения термопластика, °С	85-88	95-115

Основное отличие нового поколения термопластиков является в изменении состава связующего. В термопластике «Технопласт» связующее состояло из твердой насыщенной полиэфирной смолы и пластификатора, являющегося насыщенным полиэфиром в кристаллическом виде и имеющим температуру плавления около 500°C.

Полиэфирные смолы производились по собственным рецептурам и технологиям. Основная смола получалась на основе фталевой и терефталевой кислот и этиленгликоля и имела линейную структуру.

Пластификатор синтезировали из этиленгликоля и адипиновой кислоты, но останавливали процесс поликонденсации на стадии получения кристаллического состояния, что в последующем облегчало ее переработку. Обе смолы отличаются высокой стабильностью к окислению при температурах переработки и допускают неоднократный разогрев материала при остановке работ. Материалы на основе полиэфирных смол обладают высокой адгезией к асфальтобетонному покрытию и прочностью.

Еще одним отличием пластиков на полиэфирных смолах является их высокое влагопоглощение. Они менее требовательны к влажности дорожного покрытия, что имеет существенное значение при весенних и осенних разметочных работах.

На основе малополярных углеводородных смол разработано новое поколение термопластиков. Они имеют более высокую температуру размягчения, что позволяет поднять такую и у термопластиков. Вязкость расплава данного вида смол ниже, чем у полиэфирных смол, что позволяет снизить в 1,5 раза их содержание в термопластике, что является благоприятным фактором в обеспечении износостойчивости материала. Низкое содержание полярных фрагментов в формуле смол примерно на порядок снижает способность к влагопоглощению, что, является положительным фактором, но одновременно снижает адгезию и делает пластик чувствительным к влажности дорожного покрытия.

Помимо этого при низких температурах термопластик на углеводородной смоле также становится хрупким, хотя и в меньшей степени, чем на основе полиэфирных смол. Указанные недостатки удалось исключить путем введения в формулу связующего специальных добавок, в том числе и высокомолекулярных полимеров. Низкая вязкость расплава углеводородных смол и их хорошая совместимость в широком интервале температур с различными классами химических продуктов позволили повысить качество термопластиков. Из-за снижения примерно в 1,5 раза общего содержания связующего и наличие высокоплавких добавок в составе пластика потребовалось увеличить время плавления и вымешивания материала в котле.

Финишное вымешивание материала после плавления и достижения рабочих температур для новых материалов, является очень существенным фактором дальнейшего поведения материала на дороге. В процессе его про-исходит полное распределение добавок, т.е. гомогенизация состава и сма-чивание всех наполнителей, что, в конечном счете, и обеспечивает качество нанесения разметки и срок ее службы. Проведенная модификация связующего позволила устранить хрупкость пластика при низких температурах и снизить чувствительность к влажности дорожного покрытия. Разработанные материалы не теряют своих свойств при длительном нагреве (до 10 час).

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 их физико-механические характеристики в широком интервале температур и сравнивая их с лучшими марками зарубежных материалов, можно констатиро-

вать их близкие значения и внешний вид испытуемых образцов. Об этом же свидетельствуют и поведение материалов при контрольно-полевых испытаниях.

Необходимо отметить, что в последнее время для разметки дорог все большее применение находят холодные пластики. Наиболее часто их используют в тех видах разметки, где материал подвергается высоким нагрузкам, например: стоп-линии, стрелки, цветные пешеходные переходы и противоскользящие покрытия на остановках общественного транспорта.

Перечисленные виды работ выполняются вручную по трафаретам или с помощью ручных кареток. В отличие от традиционных материалов термопластиков и красок, где формирование разметки происходит при охлаждении материала (для термопластиков) либо при испарении растворителей (для красок), в случае холодных пластиков формирование происходит за счет химической реакции, в течение которой связующее материала реагирует с отвердителем.

В роли связующего применяют чаще всего акриловые смолы, отверждаемые пероксидами, например, дибензоилпероксидом. Данная система позволяет работать в широком интервале температур и обеспечивать время отверждения, т. е. формирование разметки в пределах 20-40 минут. Помимо данного вида связующего в некоторых видах холодных пластиков используются эпоксидные смолы (например, эпоксипуретановые), отверждаемые аминами. Однако время отверждения их существенно больше, что ограничивает область применения этих пластиков.

Принципиальное отличие механизма формирования разметки холодными пластиками привносит и особенности работы с данными материалами. Здесь, прежде всего, следует учитывать более сильную зависимость скорости отверждения от температуры покрытия и влияние концентрации отвердителя на свойства отвержденного материала (разметки). Что касается влияния температуры на скорость отверждения, то можно руководствоваться простым химическим правилом, примерному удвоению скорости реакции при повышении температуры на 10°C.

Влияние концентрации отвердителя на прочность при сжатии отвержденного холодного пластика было изучено на примере выпускаемого нами акрилатного холодного пластика марки «ТЕХНОПЛАСТ ТХП». В качестве отвердителя использовался дибензоилпероксид (ДБП).

Был проверен весь интервал концентраций ДБП, рекомендуемый производителем смол. Приготовление пластика и отверждение проводилось при 20°C. Полученные образцы материала выдерживались при температурах +20°C, 0°C, -10°C и испытывались на разрывной машине.

График изменения прочности пластика в зависимости от количества ДБП в указанном интервале температур приведен на рис.1.

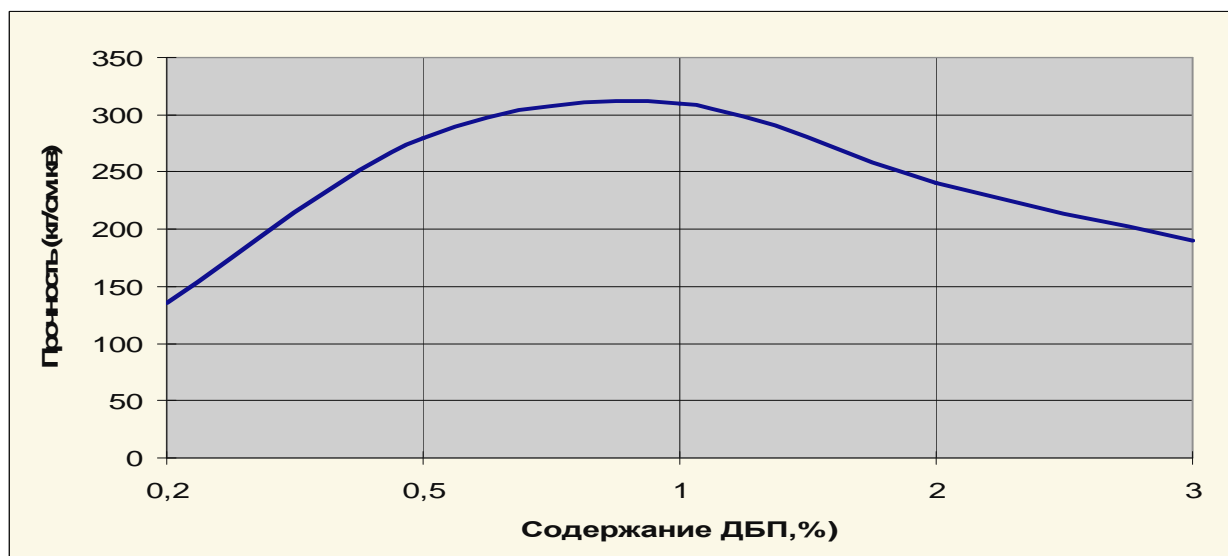


Рис. 1. Зависимость прочности холодного пластика от температуры при разном содержании ДБП (%)

С помощью программного комплекса EXCEL была рассчитаны параметры аппроксимации этого графика полиномом шестого порядка, представленного на рис. 2.

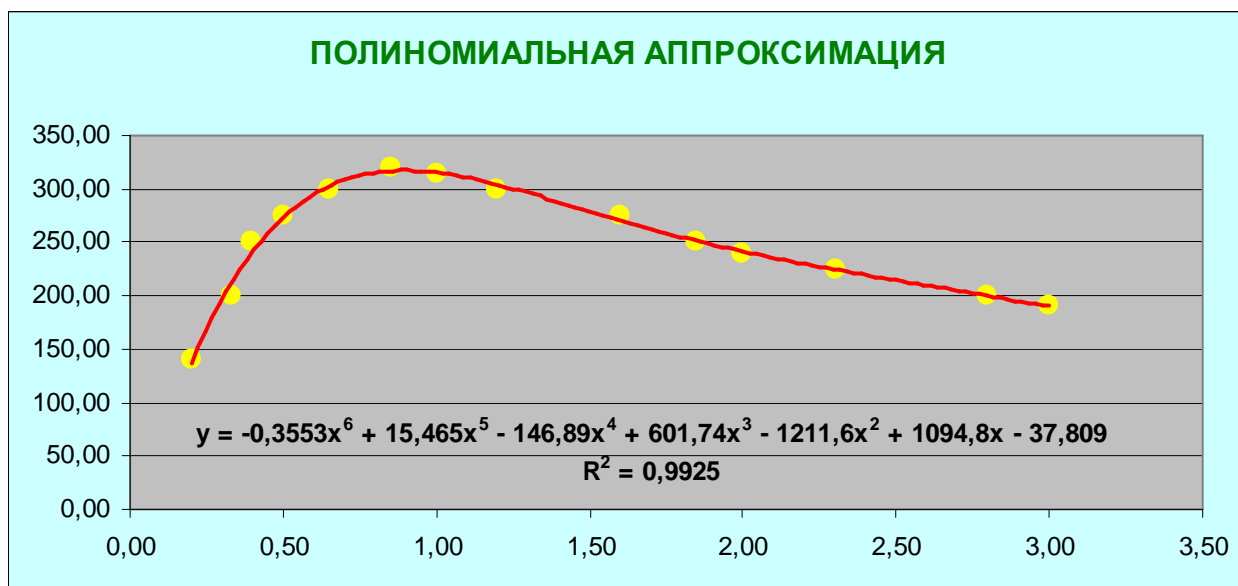


Рис. 2. Аппроксимация полиномом шестого порядка

Выводы по графику.

1. Прочность пластика имеет выраженный максимум при концентрации ДБП около 1,0 % и существенное снижение ее у верхней и нижней границ;
2. Указанная зависимость сохраняется при всех температурах испытаний;
3. Наиболее сильное изменение прочности пластика от количества ДБП наблюдается при 0°С.

Такая же картина наблюдается, если нанести на график значения прочности материала в рабочем интервале температур $+10$ - $+40^{\circ}\text{C}$ при рекомендуемых для них количествах ДБП (см. рис.3).

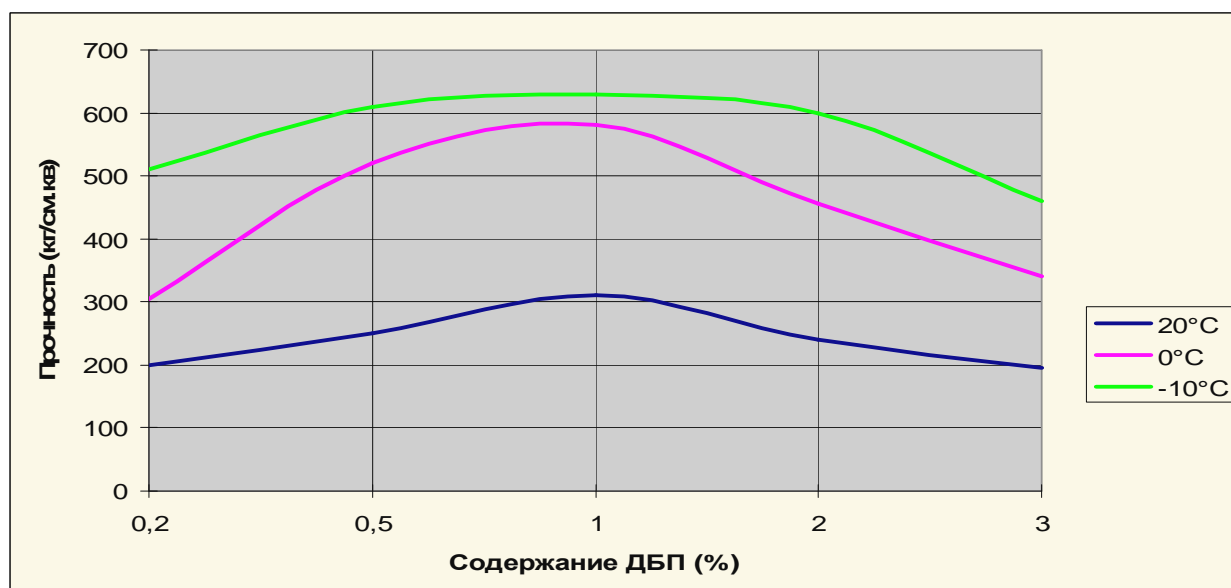


Рис. 3. Характер изменения прочности холодного пластика от количества ДБП

И на этом графике четко прослеживается наличие максимума прочности при введении 1,0 % ДБП и снижении прочности почти в 2 раза при использовании 0,2% ДБП, которое рекомендуется при температуре покрытия $+40^{\circ}\text{C}$. При данной температуре можно использовать ввод 0,5% ДБП, при котором снижение прочности незначительно, но при этом технологические свойства неотвержденного материала, и, в первую очередь, живучесть, ограничена временем в пределах 5 мин. Такая низкая живучесть позволяет готовить очень ограниченное количество материала для нанесения.

Следует отметить, что оптимальными условиями работы с акрилатными холодными пластиками являются: температура покрытия не выше 30°C , концентрация ДБП 1-2%. Кроме того, холодные пластики чувствительны к влажности покрытия. Несмотря на то, что все данные получены на примере пластика марки «ТЕХНОПЛАСТ ТХП», наблюдаемые закономерности будут справедливы и для других марок акрилатных пластиков при использовании перекисной системы отверждения.

Несколько замечаний по поводу цветных противоскользящих покрытий из холодных пластиков. Сегодня применяются две технологии их нанесения: одна предусматривает наличие в массе пластика крупного наполнителя, определяющего «нескользкость», в другом - производится посыпка поверх неотвержденного пластика цветного крупного наполнителя. Избыток последнего после отверждения убирается и поверх наносится слой лака, который готовится из акрилатной смолы и ДБП.

Первая технология применяется при нанесении цветных пешеходных переходов, вторая для разметки стоянок общественного транспорта.

Внешне второй способ разметки выглядит привлекательно в летний период, но осенью и зимой теряется и внешний вид и «нескользкость» (рис.4).



Сентябрь 2007 (а)

Январь 2008 (б)

Рис. 4. Внешний вид результатов технологии нанесения дорожной разметки

Это объясняется тем, что замерзшая вода с грязью, накопившейся между частицами крупного наполнителя, делает поверхность гладкой и скользкой, а цвет маскируется грязью.

С этих позиций, преимущество получает применение материалов с введенным в массу пластика крупным наполнителем. Трудозатраты при этом ниже и время до открытия движения на автомобильной дороге меньше, но в этом случае необходимо применение механизированного способа нанесения [5].

ЛИТЕРАТУРА

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. Возный С.И. Долговечные материалы для дорожной разметки. Химия и технология. Научное издание / А.А. Артеменко, С.И. Возный, С.М. Евтеева, А.В. Кочетков. - Саратов : Изд. «РАТА». 2011. 182 с.