

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

Управление жизненным циклом рецептур дорожных разметочных материалов на полимерной основе

Management of life cycle of compoundings of materials for a road marking on a polymeric basis

Аннотация: Рассматриваются вопросы управления жизненным циклом рецептур материалов для дорожной разметки на полимерной основе. Приведены сведения о результатах научного сопровождения производства материалов для дорожной разметки.

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

The Abstract: Questions of management by life cycle of compoundings of materials for a road marking on a polymeric basis are considered. Data on results of scientific support of materials for a road marking are resulted.

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

Введение.

Химический состав определяет технологию нанесения и долговечность разметки. Как правило, материал для дорожной разметки, например в виде сухой смеси) представляет собой сложную систему, содержащую от четырех до шести и более компонентов, в числе которых - пигмент, наполнители, полимеры, пластификаторы, специальные добавки, растворители. Каждый из компонентов играет свою важную роль, но самым главным из них, определяющим устойчивость, прочность структуры и, в конечном счете, долговечность разметки, является связующее на полимерной основе. Современные материалы являются высоконаполненными системами. По европейскому стандарту нормативом показателя «остаток сухого вещества» является величина не менее 75 % для красок и не менее 97 % для пластиков.

Постановка задачи.

Рецептура долговечного разметочного материала на полимерной основе, например, термопластика, может быть специально подобрана для разных климатических условий: более мягкий термопластик подходит для очень холодного климата; термопластик средней твердости подходит для умеренного климата; термопластик повышенной твердости подходит для жаркого климата.

В особых случаях (экстремальные температурные условия) требуется специальная рецептура материала. Чтобы обеспечить высокое качество продукции каждая изготовленная партия должна проходить испытания: определение температуры размягчения; измерение степени белизны (количество пигментов); определение прочности термопластика (пенетрация); определение объема связующего.

В процессах производства рецептура обрабатывается так же, как и спецификация изделия, включая калькуляцию стоимости и расчет времени производства.

Метод решения задачи.

С учетом результатов аналитического обзора материалов Интернета и технической литературы [1-3] разработаны этапы управления проектированием рецептуры долговечных разметочных материалов на полимерной основе:

1. Определение функционально-технических и экономических требований к разметочному материалу в зависимости от дорожно-климатических условий применения разметочных материалов (общие характеристики объекта).

2. Формирование базы данных о технических характеристиках ингредиентов и поста-вщиках. Анализ образцов ингредиентов (сырья и добавок - химический, фазово-минералогический, гранулометрический состав и др.), с целью определения пригодности. Получение физико-химических, минералогических и гранулометрических характеристик.

3. Технологические испытания сырья в модельных составах смесей. Разработка рецептур осуществляется по критерию получения смесей с требуемым уровнем технологических и строительно-технических свойств. Изготавливаются контрольные образцы по каждому виду разработанного состава сухой смеси, образцы испытываются в соответствии с принятыми методиками с целью определения уровня их технологических свойств характеристик.

4. Формирование базы данных о коэффициентах относительного влияния введения ингредиентов в состав разметочных материалов на изменение его свойств. Пробные малые замесы, исследовательские испытания. Получение базовых рецептур, основывающихся на типовых материалах, без учета специфики конкретного сырья.

5. Определение алгоритма формирования рецепта в соответствие с ранжированными приоритетами требований к разметочному материалу. Формирование рецептуры в единицах веса: выверка стандартного размера партии; выверка выхода продукта.

6. Формирование рецептуры в процентах от общего веса: пропорциональная корректировка рецептуры; корректировка по максимальной доле; ввод в единицах измерения компонента. Формирование сводной таблицы свойств разработанных рецепту. Составляется материальный баланс производства в суточном, месячном и годовом масштабе по каждому сырьевому компоненту и каждой добавке.

7. Основные функциональные возможности по работе с рецептурами: выход продукта, побочные продукты; плотность; рецептуры и спецификации продукта.

8. Управление рецептурами: версия рецептуры, исполнения, пересчет рецептуры. Статус рецептуры: предварительная, планируемая, рабочая, отмененная. Производство, испытания, практическое применение на автомобильных дорогах. Анализ результатов.

9. Уточнение, создание рецептуры модернизированного и нового продукта. Уточнение требований к ингредиентам и производителям.

В процессе разработки системы технологического контроля производства сухих смесей дорожных разметочных материалов заданной номенклатуры определяются основные параметры для контроля производства. Параметры предусматривают обязательный входной контроль качества исходного сырья (вяжущих веществ, заполнителей, наполнителей) и оперативный контроль материалов в ходе производства. Разрабатываются методики для входного кон-

троля сырья и оперативного контроля, карта технологического контроля. Составляется перечень лабораторного оборудования. Разработка системы показателей для контроля качества готовой продукции (нормируемых свойств) и методик для их оценки, в т. ч. методик для экспресс-анализов.

Составляется перечень показателей, характеризующих уровень качества смеси долговечного разметочного материала. Эти показатели должны характеризовать:

1. Свойства смеси для оценки ее технологичности, т. е. удобства ее использования (например, пластичность, живучесть, водоудерживающую способность и др.).

2. Свойства затвердевшей смеси, определяющие его технические характеристики и долговечность (например, прочность при сжатии, при изгибе, адгезию, пористость и др.). Составляется перечень методик для определения качества производимых смесей. Эти методики могут быть трех уровней: предусмотренные стандартами (ГОСТом); реализуемые в соответствии с действующими техническими условиями (ТУ); ненормированные лабораторные методики (экспрессные, качественные и т. п.).

Одна из основных проблем обеспечения качества - нестабильность технических характеристик поступающих компонентов, иногда даже в тех случаях, когда поставка того или иного компонента осуществляется одним и тем же поставщиком. Технолог должен принимать решение о возможности замены поставщиков сырья и добавок. Принятие того или иного решения технолог должен осуществлять на основе испытания сырья и добавок в лаборатории или передать образцы соответствующих материалов для испытания в независимый центр.

Технологические рекомендации.

Процесс разработки рецептуры можно разделить на четыре этапа:

1. Определение исходных компонентов материала (основа материала). Особенности минеральных компонентов, химических добавок закладывают основу физико-механических и реологических свойств смеси. От правильности выбора сырья и свойств взаимодействий в системе будет зависеть не только технические характеристики смеси, но и долговечность продукта.

2. Определение базовой рецептуры. На втором этапе работы закладываются основные параметры: это дозировки компонентов сырья и ситовой состав. Степень правильности их подбора влияет не только на стоимость, но и на качество конечного продукта. На втором этапе не ставится задача получения конечной рецептуры, которая будет отвечать не только физико-механическим свойствам и стоимостным ограничениям, но и гарантированной правильности подбора всех компонентов. Необходим третий этап.

3. Создание конечной рецептуры. Устарел подход, при котором правильный подбор компонентов осуществлялся поэтапным увеличением или уменьшением определенных составляющих в системе, меняющего те или иные свойства разрабатываемого продукта. Сложные смеси состоят более чем из 10 компонентов и подобрать точную дозировку, основываясь только лишь на интуиции, представляется маловероятным. Компонент в системе при повышении его концентрации может улучшать одни свойства, в ущерб другим. Составляющие системы работают по нелинейным зависимостям изменения свойств при изменении концентрации компонента.

При разработках такого класса применяются: различные добавки, например, загустители, замедлители, разжижители, правильность подбора которых заключается в учете не только

оптимальных физико-механических свойств, но и экономического аспекта. Современные методы разработки рецептуры разметочных дорожных материалов на полимерной основе с точным подбором компонентов предусматривают применение методик математического планирования эксперимента. Использование математического аппарата открывает возможности точного подбора компонентов рецептуры для достижения необходимых физико-механических свойств.

Заключительным этапом создания рецептуры является проведение уточняющих работ. По выявленным математическим расчетным значениям содержания проводятся серии уточняющих экспериментов.

4. Апробация полученной рецептуры в условиях производства. Разработанная рецептура, отвечающая требованиям технического задания, проходит апробацию на производственной линии. Выпускается опытная партия, которая проходит испытания в нескольких независимых лабораториях. По окончании всех испытаний и удовлетворительных данных, полученных во всех лабораториях, продукт запускается в серийное производство.

Данный системный подход зарекомендовал себя как эффективный и был применен при изготовлении ряда разметочных материалов, выпущенных за последние четыре года. На этапе функционального моделирования определяется более строгая зависимость функциональных свойств продукта от функциональных свойств рецептурных компонент. Функциональную направленность придают вводимые в рецептуры добавки. Создаются комбинированные продукты на основе сочетания. На этапе разработки и оптимизации рецептур было изучено влияние ингредиентов на функционально-технологические свойства смесей, а также изменение показателей готовых продуктов.

На основании технической информации, конструкции и времени определяются граничные (верхние) пределы изменения основных технологических параметров (плотности, ингибирующие свойства, реологические характеристики), которые обеспечивают функциональную устойчивость разметочного материала.

Термопластичные разметочные материалы относятся к материалам с длительным сроком функциональной долговечности. В соответствии с ГОСТ Р 51256 они должны обеспечивать функциональную долговечность разметки не менее одного года. Именно поэтому они используются для разметки дорог и улиц крупных городов с интенсивным движением. За последнее время качество термопластиков отечественных производителей практически сравнялось с лучшими образцами импортных материалов, и при этом выгодно отличается более низкой ценой. Следует сказать и о холодных пластиках химического отверждения, которые несколько превосходят термопластики по функциональной долговечности, однако, их высокая цена и отсутствие соответствующей техники для нанесения разметки сводят их применение, в основном, для узкого вида ручных разметочных работ.

Несмотря на широкое применение термопластиков для разметочных работ, загрязняемость их при высоких температурах воздуха вызывает постоянные нарекания со стороны заказчиков. Главной внешней причиной загрязняемости является то, что битумы, используемые для приготовления асфальтобетонов, имеют температуру размягчения около +50°C.

Такая температура дорожного покрытия достигается уже при температуре воздуха +30°C, т. е. температуре воздуха имеющей место в летний период в большинстве регионов России. Поскольку альтернативы применения битумам в асфальтах пока нет, а основным требованием к разметке является ее видимость участниками дорожного движения, решение во-

просов загрязняемости разметки переносится в рецептурную область, т. е. к разработчикам материалов.

Рассмотрены некоторые аспекты данной проблемы и пути ее решения. Исследования проводились на ненаполненных системах, где все эффекты более выражены, чем на полной рецептуре пластиков. В качестве основы связующих современных термопластиков используются синтетические смолы, получаемые полимеризацией непредельных С5-С9 углеводородов (так называемые углеводородные смолы), или эфиры канифоли.

Смолы обладают высокой температурой стеклования и в чистом виде не могут обеспечить морозостойкость термопластиков. Для этой цели смолы подвергают пластификации [2, 3]. В этом качестве были изучены минеральные масла отечественных и зарубежных производителей и эфиры двухосновных органических кислот (адипиновой, себациновой, фталевой). Основные требования, которым должны удовлетворять пластификаторы – это иметь высокую температуру кипения и стабильность к окислению в условиях переработки термопластиков. Оказалось, что все рассмотренные пластификаторы практически одинаково снижают температуру размягчения смолы, и их применение в реальных рецептурах определяется только стоимостью и воздействием на человека в условиях переработки. В реальных рецептурах за счет пластификации температура размягчения смол снижается до уровня 50-70⁰С, т. е. создаются условия для загрязнения термопластиков, поскольку пластифицированная смола образует эластичную и липкую на ощупь пленку.

Для обеспечения прочности и эластичности термопластиков при низких температурах в состав связующих вводят полимерные добавки. В качестве таковых используют сополимеры этилена с винилацетатом (сэвилен или EVA) и блок сополимеры стирола с изопреном (SIS). Они мало влияют на температуру размягчения смол, но пленки с их добавками остаются эластичными и такими же липкими на ощупь.

Заключение.

Проведенная работа показала, что полипропиленовые и амидные воски в большей степени повышают температуру размягчения связующих по сравнению с полиэтиленовыми восками. Это связано с более высокой температурой собственного размягчения, а для полипропиленовых восков и с большей молекулярной массой.

Введение восков в состав термопластиков является кардинальным способом борьбы с загрязняемостью. Воски способствуют быстрому формированию разметочной полосы за счет повышения температуры размягчения и, во-вторых, они мигрируют на поверхность полосы, делая ее менее липкой. По этой же причине наличие восков в термопластиках способствует скорейшему отмыванию разметки после дождя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. - М. : Химия, 1974. 392 с.
2. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. - М. : Химия, 1974. 416 с.
3. Москвитин Н.И. Физико-химические основы процессов склеивания и прилипания. - М. : Лесная промышленность, 1974. С. 192.