

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ ПИГМЕНТОВ ПОД ОБЩИМ НАЗВАНИЕМ РЕЦЕПТУР «КОЛОРИТ» ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВЫХ КРАСОК

IT IS ABOUT PILOT-INDUSTRIAL TESTING OF MECHANOACTIVATED PIGMENTS UNDER THE COMMON FORMULA NAME "KOLORIT" FOR PRODUCTION OF POWDER PAINTS



КУЗЬМИНА Вера Павловна, Академик АРИТПБ, к.т.н., технический эксперт, Генеральный директор. ООО «КОЛОРИТ-МЕХАНОХИМИЯ»
kuzminavp@yandex.ru

KUZMINA Vera Pavlovna, Academician ARITPB, Ph.D., Technical Expert, General Director of limited company «COLORIT-MECHANOCHEMISTRY»

Аннотация

Порошковая покраска — это экономичный способ создания качественного защитного или декоративного покрытия. Популярность метода обусловлена его универсальностью, так как данный вид обработки не требует большого опыта и эффективен на самых разнообразных поверхностях, в том числе при окраске силикатного кирпича или при нанесении дорожной разметки. Использование механоактивированных пигментов в данной технологии позволяет снизить температуру отверждения, увеличить адгезию и твёрдость покрытия, а также коррозионную стойкость.

Summary

Powder coating is an economical way to create high-quality protective or decorative coating. The popularity of the method is due to its versatility, because this type of processing don't require a lot of experience and it is effective one on a variety surfaces. It is included a coloring of bricks or a road marking. The using of mechanical activated pigments in this technology allows you to reduce the temperature of solidification, to increase adhesion and hardness of coatings, as well as corrosion resistance.

Ключевые слова: порошковая краска, декоративное покрытие, механоактивированные пигменты, кирпич, дорожная разметка, температура, отверждение, адгезия, твёрдость, коррозионная стойкость.

Key words: powder coating, decorative coating, mechanical activated pigments, bricks, road marking, temperature, solidification, adhesion, hardness, corrosion resistance.

Ключевой особенностью порошковой покраски является довольно высокая температура полимеризации (приблизительно 200 °С). Окончательное формирование защитного слоя невозможно без специальной тепловой обработки. Это во многом определяет область применения краски, которая лучше всего подходит для материалов, способных без проблем выдерживать нужный температурный режим (железо и его сплавы, стекло). Следует учитывать, что для создания

качественного покрытия необходимо проводить предварительную подготовку поверхности.

Патент на использование технологии порошковой покраски был выдан ещё в 50-х годах XX века в Германии, а первый завод по выпуску данных материалов открылся в начале 70-х гг. в США. С тех пор востребованность этого метода в современной промышленности значительно увеличилась. Всё дело в функциональных характеристиках порошковой краски, которая обладает массой преимуществ, среди которых: минимальный вред экологии; надёжная защита окрашиваемых поверхностей; огромная гамма цветов по шкале RAL; химическая и тепловая устойчивость; возможность нанести толстый слой без подтёков; хорошая ударная прочность и стойкость к образованию царапин; невосприимчивость к коррозии и многое другое. Защитная плёнка образуется с очень высокой скоростью, и покрытие отвердевает за короткое время. <http://7757572.ru/catalog/okrasochnye-ustanovki/pistolet>

В целях создания научно-технического задела в области производства порошковых красок новых рецептур были исследованы окрашенные способом механоактивации алюмосиликаты в качестве пигментов. Для повышения светостойкости и атмосферостойкости порошковых красок пигменты предварительно подвергли стабилизации путем совместного помола с люминором красно-фиолетовым 440 РТ.

Были изготовлены опытные партии порошковых красок белого, охристо-жёлтого, зеленого и голубого цветов. Усреднённый расход пигментов "Хризантема", "Подсолнух", "Зеленый сад", "Василек" в рецептурах порошковых красок составил 22%.

Усредненные результаты физико-механических испытаний полученных покрытий представлены в таблице 1.

Таблица 1.

NN	Наименование показателей, ед. измерения	Значение для порошковой эпоксидной краски
1.	Прочность к удару, (Н.м) ^{**)} В исходном состоянии После 300 ч. УФ-облучения	5,0 5,0
2.	Гибкость по шкале «ШГ», (м)	15
3.	Растекаемость, мм	68
4.	Текучесть, под углом 60° при температуре 115±2°С, (мм)	105
5	Адгезия к стали, кг.см	670,0
6	Твёрдость	0,87
7	Сыпучесть (угол естественного откоса в °)	36

^{**)} Прибор У-1А

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Подготовка сырья. Дробление смеси Э-23 и Э-49 "П" до величины частиц не более 3 мм. Производится однократно в дробилке (поз. 1).

Приготовление смеси сухих компонентов (шихты). Смешение шихты производят в смесителе периодического действия. Предварительно измельчённую эпоксидную смолу и отвердитель отвешивают на амбарных весах (поз. 2) по рецептуре и загружают в смеситель. Смесь перемешивают в течение 16 мин., после чего загружают, отвешенные на весах пигменты, наполнитель и специальные добавки. После загрузки всех компонентов смесь тщательно перемешивают 30 мин. Далее готовая шихта подаётся в бункер-дозатор (поз. 4), из которого дозируется в экструдер (поз. 5).

Изготовление расплава. Изготовление расплава порошковой краски осуществляется в двухшнековом смесителе непрерывного действия (поз. 5) – экструдер.

Смесь сухих компонентов из бункера дозатора-питателя (поз. 4) со скоростью, регулируемой вариатором, поступает в загрузочное отверстие экструдера. В экструдере масса нагревается до температуры 110–120 °С, эпоксидная смола расплавляется и интенсивно перемешивается с остальными компонентами порошковой краски до получения однородного плава. Расплавленная смола выдавливается из смесителя на вальцы (поз. 6), охлаждаемые водой. Охлаждённый плав в виде хрупких пластинок собирается в тележки и подаётся на дробилку.

Дробление краски. Тележка с плавом подаётся подъемником на площадку и содержимое загружают в бункер дробилки. Дробление пластинок производится в роторном измельчителе (поз. 8) до величины частиц не более 2,5 мм. После дробления полуфабрикат краски самотёком поступает в бункер ударно-центробежной мельницы (поз. 9).

Измельчение полуфабриката краски. Измельчение полуфабриката краски производится на ударно-центробежной мельнице (поз. 9). Скорость подачи раздробленного плава регулируется шибром.

Измельчённая краска (размер частиц не более 100 мкм) ссыпается в бункер после чего поступает на фасовку.

В ы в о д ы. Результаты производственных испытаний показали целесообразность использования механоактивированных пигментов в рецептуре порошковых красок.

Окрасочные пистолеты бывают нескольких видов, в зависимости от принципа действия и других характеристик. Перечислим основные:

- **Давление.** Существуют пистолеты низкого и высокого давления. Первые используются в основном для небольших объемов работ, а вторые – при потоковой окраске.
- **Назначение.** По этому критерию выделяют профессиональные и полупрофессиональные установки, которые различаются степенью интенсивности использования.
- **Принцип работы** (ручной или автоматический). Ручные пистолеты используются в мелкосерийном производстве, а также при необходимости обработки сложных поверхностей или частой смены цвета.
- **Принцип подачи краски.** Установки могут оснащаться верхней или нижней емкостью для краски, иметь принудительную подачу материала, работать по технологиям HVLP, безвоздушного, комбинированного и электростатического распыления.

Каждый из способов подачи краски имеет свои преимущества для того или иного вида работ. Вне зависимости от типа установки все модели окрасочных пистолетов, отличаются удобством при использовании, хорошей коррозионной стойкостью, легкостью конструкции и высококачественным распылением. Данный вид оборудования обеспечивает высокую производительность и эффективность работ по покраске на предприятиях различных сфер деятельности.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Таблица 2.

поз. По сх.	Наименование оборудования	Материал	Техническая характеристика	Основные габариты, мм., Емкость, л.
1,8	1,8 Измельчитель пластмасс роторный ИПР-100-1А	Сталь углеродистая	Производительность 30 кг/ч	1200x530x450
2,10	Весы амбарные	Сталь углеродистая	Пределы измерения 1-100 кг	1000x800x700
3.	Смеситель «пьяная бочка»	Сталь углеродистая	Производительность 20 кг/ч.	Объем 200 л
4.	Бункер с вертикальным ворошителем	Сталь углеродистая	Производительность 30 кг/ч.	1400x1000x90 Объем 200 л
5.	Двухшнековый смеситель непрерывного действия (экструдер НД-66)	Сталь Х18Н10Т	Производительность 35 кг/ч. диаметр шнеков-2. число оборотов - 75 об.мин.	3000x1500x10
6.	Вальцы	Сталь углеродистая	число оборотов - 15 об./мин.	160x320
7.	Транспортер ленточный	Сталь углеродистая	число оборотов - 0,5 об./мин.	Длина - 1500
9.	Ударно-центробежная мельница МДЦМ-5	Сталь углеродистая	Производительность 30 кг/ч.	1250x670x635

СХЕМА МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА В КГ/Т

ЗАГРУЗКА		ПОТЕРИ	
		кг/т	%
Эпоксидная смола Э-23	760	20,9	2,1 (2,8) *)
ДРОБЛЕНИЕ СМОЛЫ			
	739,1		
Отвердитель "Диматол"	30,1		
Пигмент "Колорит"	232,5		
Поливинилбутиловый эфир	15,5		
Аэросил	25,3		
ИЗГОТОВЛЕНИЕ СМЕСИ СУХИХ КОМПОНЕНТОВ			
	1042,5	10,4	1,04
ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАСПЛАВА КРАСКИ			
	1032,1	10,3	1,03
	1021,8		

ДРОБЛЕНИЕ КРАСКИ	1021,8	10,2	1,01
	1011,6		
ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КРАСКИ	1011,6	6,6	0,66
НА ФАСОВКУ	1005,5		
ФАСОВКА И УПАКОВКА КРАСКИ	1005,5	5,0	0,5
	1063,4		
Готовый продукт	1000,0	Потери	
		Итого:	63,4 6,34
*) потери при дроблении смолы на 1 т краски			

Известные промышленные аналоги

Технология относится к получению эпоксидно-полиэфирных порошковых красок на основе смеси твердых полиэфирных и эпоксидных смол, которые могут быть использованы для защитно-декоративных покрытий металла и металлоизделий, силикатных строительных материалов, стекла в машиностроении, радио- и приборостроении, электротехнической и других отраслях промышленности. Известно, что для получения полиэфирно-эпоксидных красок используют полиэфир, являющиеся продуктами взаимодействия многоатомных спиртов с многоосновными кислотами. Получены смолы на основе карбоксилсодержащего полиэфира для порошковых композиций и покрытий. В этом случае сырьем для изготовления полиэфиров служат мономерные низкомолекулярные вещества.

Известна порошковая композиция для покрытий, включающая следующие компоненты при соотношении, мас. ч.:

Эпоксидиановая смола	- 51-59
Карбоксилсодержащий полиэфир	- 15-23
Пигменты	- 14-30
Регулятор розлива	- 1- 2

Ускоритель отверждения - гидроокись Zn или карбонат Zn- 1-5 [А. с. СССР N 966103, БИ N 38,1982].

Подбор оборудования для нанесения порошкообразной краски

- **Давление.** Существуют пистолеты низкого и высокого давления. Первые используются в основном для небольших объемов работ, а вторые – при потоковой окраске.
- **Назначение.** По этому критерию выделяют профессиональные и полупрофессиональные установки, которые различаются степенью интенсивности использования.
- **Принцип работы** (ручной или автоматический). Ручные пистолеты используются в мелкосерийном производстве, а также при необходимости обработки сложных поверхностей или частой смены цвета.
- **Принцип подачи краски.** Установки могут оснащаться верхней или нижней емкостью для краски, иметь принудительную подачу

материала, работать по технологиям HVLP, безвоздушного, комбинированного и электростатического распыления.

Каждый из способов подачи краски имеет свои преимущества для того или иного вида работ. Вне зависимости от типа установки все модели окрасочных пистолетов, отличаются удобством использования, хорошей коррозионной стойкостью, легкостью конструкции и высококачественным распылением. Рекомендуемое оборудование обеспечивает высокую производительность и эффективность работ по покраске на предприятиях различных сфер деятельности.

<http://7757572.ru/catalog/okrasochnye-ustanovki/pistolet>



Рис. 1 Порошковая окраска силикатных бетонных блоков и кирпичей

Большой научный и практический интерес представляет диссертационная работа Языкова Сергея Юрьевича «КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ КРАСОК С ФУНКЦИОналиЗИРУЮЩИМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ, ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИ НАПЫЛЕННЫЕ ИЗ СМЕСЕЙ, ОБРАБОТАННЫХ В ПЛАНЕТАРНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ», выполненная в Национальном исследовательском томском политехническом университете.

Для работы были выбраны полиэфирный, эпоксидный и полиуретановый лаки. В качестве функционализирующих наполнителей были испытаны технический углерод, порошок стали X17H2 и коллоидно-графитовый препарат. Компоненты вещественного состава порошковых красок были подвергнуты совместной механоактивации в шаровой планетарной мельнице.

Целью исследования явилось определение степени влияния различных типов механоактивированных порошковых красок, на структуру, а также механические и функциональные свойства композиционных покрытий, полученных электростатическим напылением.

В результате серии экспериментов были разработаны полифункциональные композиционные покрытия на основе механоактивированных порошковых красок для нанесения в электростатическом поле. Композиционные смеси имели в качестве матрицы ПЭПК, ЭПК и ПУЛ, подвергнутых совместной механической активации в планетарной шаровой мельнице.

Научное обоснование получил выбор оптимального содержания вводимого функционализирующего наполнителя, а также параметры обработки в планетарной мельнице. Были установлены закономерности изменения свойств порошковых красок и функционализирующих наполнителей при механоактивации, позволившие научно обоснованно решить вопрос проектирования электростатически напыляемых композиционных покрытий, обладающих требуемым уровнем физико-механических и функциональных свойств.

Были установлены условия обеспечения заданной электропроводности, при формировании покрытий с матрицами из различных механоактивированных порошковых красок. При этом исследовалось влияние изменения размера, химической активности и однородности структуры полученного покрытия.

Были выявлены условия, определяющие возможность придания композиционным покрытиям с матрицей на основе ПЭПК и ПУЛ свойств экранирования ЭМИ, связанные с закономерностями модификации порошковой смеси в планетарной шаровой мельнице, транспортировки частиц порошка X17H2 при электростатическом напылении и возможностью повышения толщины покрытия при увеличении времени механоактивации смеси. Выполненная работа явилась достойным вкладом в развитие теоретических и экспериментальных исследований полимерных композиционных покрытий для построения моделей и конструирования наполненных композиций для промышленного производства. Экспериментальные исследования физико-механических и электротехнических свойств композиционных покрытий на основе ПК и функционализирующих наполнителей являются основой постановки и реализации задач конструирования материалов с заданными эффективными характеристиками для нужд машиностроения и других отраслей производства с аналогичными задачами. Результаты проведенных исследований рекомендуются для использования при решении прикладных задач обеспечения электромагнитной совместимости при создании радиоэлектронной аппаратуры, применяемой на космических аппаратах. Материалы диссертационной работы нашли применение при разработке технологических процессов формирования функциональных покрытий на изделиях из магниевых сплавов на АО «НПЦ «Полюс» (г. Томск).



Рис. 2. Планетарная шаровая мельница-активатор.

Рис. 3. Технологическая линия для производства механоактивированных порошковых красок.

Предлагаемое направление работ созрело к промышленному внедрению, и с точки зрения научного обоснования, и с точки зрения готовности производства к оснащению необходимым оборудованием, и с точки зрения потребности заказчиков в размещении заказов на изготовление нового инновационного продукта.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием современных и стандартизированных методов исследования и приборов, необходимым объёмом выполненных экспериментальных работ для корректной статистической обработки, опытно-производственными исследованиями и их положительным практическим эффектом, а также согласованностью полученных результатов с данными подобных работ других авторов.

Несомненный широкий практический интерес вызвала в 2007 г. диссертационная работа Бодрова Андрея Сергеевича на тему: «Технология ремонтного окрашивания сельскохозяйственных машин порошковыми красками». Место защиты: Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. Москва.

Благодаря тому, что в последние годы сфера использования порошковых покрытий значительно расширилась, спад активности потребления порошковых красок невелик.

В октябре 2016г. в максимальной степени сократились объемы закупок порошковых красок металлургическими предприятиями РФ. На всех остальных потребляющих рынках продажи, начиная с октября, также стали демонстрировать нисходящие показатели, однако резкого снижения уровня спроса не произошло.

В России достаточно высокий уровень конкуренции при сбыте порошковых красок. Отчасти благодаря этому, а также вследствие стабильности цен на сырьё, для их производства стоимость порошковых красок не изменилась с начала года. В этом году, несмотря на стабильную стоимость продукции в евро, цена краски в национальной валюте колеблется в зависимости от курса рубля.