

Аннотация

Вакуумно-плазменное покрытие на основе молибдена при восстановлении прецизионных деталей

В статье рассмотрены особенности обоснования толщины слоя вакуумно-плазменных покрытий на основе молибдена при восстановлении прецизионных деталей сельскохозяйственной техники, приведена математическая модель расчета толщины вакуумно-плазменного покрытия, представлены зависимости скорости осаждения покрытия от технологических параметров нанесения.

Abstract

Vacuum-plasma coatings based on molybdenum recovery of precision parts

The article deals with features justify the thickness of the layer vacuum-plasma coatings based on molybdenum recovery of precision parts of agricultural machinery, provides a mathematical model for calculating the thickness of a vacuum-plasma coatings are presented depending on coating deposition rate of technological parameters of the application.

УДК 531.4

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ПОЛУЧЕНИЮ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Толочко Н.К., д. ф.-м. н., профессор

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Прокопчук Н.Р., д. х.н., профессор, член-кор. НАН Беларуси

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Крауклис А.В., к. ф.-м. н., **Становой П.Г.**

*Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

Неотъемлемой составной частью технологического процесса изготовления машин является окраска. Лакокрасочные покрытия предохраняют машины от коррозионного воздействия внешней среды во время эксплуатации (атмосферы, воды, почвы) и придают им внешний вид в соответствии с требованиями технической эстетики. Окрашиванию подлежат внутренние полости деталей, соприкасающихся с маслами, а также крышки и пробки маслозаливных горловин для предохранения от коррозионного воздействия нефтепродуктов; наружные поверхности деталей, подвергающиеся негативному воздействию повышенных температур, солнечного излучения, химически агрессивных веществ (газов, минеральных удобрений, пищевых продуктов и т.д.).

Качество лакокрасочных покрытий зависит от состояния поверхности перед окрашиванием, способа окрашивания и свойств лакокрасочных материалов.

В последние годы, в связи с развитием нанотехнологий, значительное внимание уделяется совершенствованию свойств лакокрасочных материалов путем их модифицирования наночастицами различного состава [1-3]. Использование нанотехнологий дает возможность получать покрытия из лакокрасочных материалов, одновременно сочетающие такие свойства, как высокая эластичность, твердость, износостойкость, коррозионная стойкость, гидрофобность. Неорганическими компонентами таких материалов являются нанопорошки металлов, диоксидов кремния и титана, сульфата бария, оксидов алюминия, циркония и др. В качестве наполнителей могут использоваться также полимерные порошки. Особый интерес представляют углеродные наноматериалы, в частности, фуллерены, углеродные нанотрубки, наноалмазы и др. Например, модифицирование лакополимерных оксикерамических покрытий фуллеренами обеспечивает повышение твердости приблизительно в 1,5 раза, снижение коэффициента сухого трения – в 1,6 раза [4]. Кроме того, такие покрытия проявляют более высокую стойкость к работе в щелочных и кислотных средах.

На сегодняшний день технологические особенности модифицирования лакокрасочных материалов в целом исследованы недостаточно. Данная работа посвящена изучению основных подходов к разработке технологии получения лакокрасочных материалов, модифицированных углеродными наночастицами.

Основные проблемы разработки такой технологии сводятся к решению следующих задач:

- 1) разработка методов синтеза исходных углеродных нанопорошков;
- 2) разработка методов диспергирования исходных углеродных нанопорошков;
- 3) разработка методов введения диспергированных углеродных нанопорошков в исходные лакокрасочные материалы.

Синтез углеродных нанопорошков осуществляли путем обработки метано-воздушной смеси плазмой высоковольтного разряда атмосферного давления [5]. В процессе синтеза было практически важно обеспечить выход углеродных наноматериалов определенного химического состава, структуры и морфологии, так как различия в указанных характеристиках являются причиной проявления различной склонности наноматериалов к диспергированию и, как следствие, различных свойств наносuspензий. Поиск оптимальных условий синтеза требует проведения многократных экспериментов с варьированием большого числа технологических параметров: температурного поля, состава газовой смеси, материалов электродов, расхода газа и т.д.

Поскольку заранее трудно определить, какими именно характеристиками должны обладать синтезируемые наноматериалы с учетом их применения для получения лакокрасочных наносuspензий, на начальном этапе исследований предполагалось, прежде всего, что они должны иметь наименьший разброс по этим характеристикам. Для выполнения данного требования проводился отсев сравнительно крупных агрегатов, а также дополнительно, на основании анализа результатов электронномикроскопических исследований, отбраковывались продукты синтеза, обладающие повышенной структурно-морфологической дефектностью, например, содержащие нанотрубки, покрытые «шубой» из аморфного углерода.

Синтезированные нанопорошки содержали наночастицы разнообразных углеродных форм; их размеры, морфология и удельное содержание зависели от указанных выше технологических параметров. Поскольку нанопорошки состояли преимущественно из углерода и были очень сложны по структуре, то для определения их структурных характеристик привлекались различные диагностические методы: просвечивающая электронная микроскопия, термогравиметрия, рентгеновская дифрактометрия, Рамановская спектроскопия.

В общем случае синтезированные нанопорошки включали следующие основные компоненты: углеродные нанотрубки (диаметр 30-60 нм) и нановолокна (диаметр 40-70 нм), аморфный углерод (сажа) и твердые наноагрегаты из графита. В целом продукты синтеза

представляли собой конфигурации каркасного типа в виде сложных сплетений изогнутых нанотрубок и нановолокон. В отдельных узлах этих сплетений находились нанофрагменты графита, игравшие роль связок. Содержание различных компонентов зависело от условий синтеза. Синтезированные нанопорошки сепарировали, а также очищали от примесей химической и термической обработкой.

Исходные нанопорошки подвергали ультразвуковому диспергированию в дистиллированной воде или техническом этиловом спирте (концентрация углеродного наноматериала в суспензии при диспергировании составляла 0,1% масс) [6]. Ультразвуковая обработка велась при частоте колебаний 22 кГц с амплитудой 20 мкм. Длительность обработки варьировалась с целью определения оптимальных условий обработки. Нанопорошок, подвергнутый диспергированию, использовали для приготовления лакокрасочных суспензий. Кроме того, в отдельных экспериментах диспергирование проводили непосредственно в объеме исходного лакокрасочного материала.

При разработке процессов ультразвукового диспергирования практически важно оценивать эффективность этих процессов путем дисперсионного анализа. Степень дисперсности лакокрасочных наносуспензий определяли турбидиметрическим методом, который основан на измерении оптической плотности D света, прошедшего через дисперсную систему на различных длинах волн. Используя фотометр, устанавливали изменение оптической плотности суспензии наночастиц в растворе пленкообразователя D для различных длин световых волн λ . По полученным данным графически строили зависимость $D(\lambda)$, на основании которой рассчитывали средний размер частиц в суспензии.

Лакокрасочные наносуспензии готовили на основе промышленно производимых в Беларуси меламиналкидных и алкидных систем с концентрациями, оптимальными для достижения наилучшего сочетания свойств покрытий.

Для обеспечения агрегативной устойчивости и равномерного распределения углеродных наночастиц в объеме лакокрасочных материалов производили обработку поверхности наночастиц химическими агентами, выбор которых осуществлялся с учетом результатов, полученных при разработке непигментированных композиций, содержащих наночастицы, а также с учетом степени совместимости этих веществ с лакокрасочной системой.

Для введения углеродных наночастиц в меламиналкидные и алкидные эмали использовали различные методы, основанные на внедрении в полимерные системы углеродных нанодобавок в сочетании с веществами, обеспечивающими улучшение смачиваемости наночастиц и их совместимости с лакокрасочными материалами. К числу таких методов относились:

- 1) непосредственное введение нанодобавок в эмали с последующим перемешиванием до однородной массы на диссольтвере;
- 2) введение нанодобавок в эмали в виде небольшой порции пасты, которую предварительно готовили смешением нанодобавок с лакокрасочным материалом в соотношении 1:3 по массе;
- 3) введение нанодобавок в эмали в виде суспензии в растворителе (уайт-спирит, сольвент) с соотношением нанодобавок и растворителя, равным 1:3 по массе;
- 4) введение нанодобавок в эмали в виде композиции, содержащей ПАВ (неонол).

Из приготовленных лакокрасочных наносуспензий отливали пленки на стальные (листовая холоднокатаная сталь), жестяные (черная полированная жечь) и стеклянные подложки, предварительно очищенные от загрязнений и обезжиренные. Пленки отверждали в естественных условиях (алкидные эмали) или при повышенной температуре в термощкафу (меламиналкидные эмали).

Для изучения свойств полученных покрытий использовали стандартные методики для испытания лакокрасочных материалов и покрытий. Результаты предварительных исследований показали, что введение наномодифицирования лакокрасочных материалов

приводит к снижению времени их отверждения при нанесении покрытий, а также к повышению адгезионной прочности и абразивной стойкости покрытий. Наномодифицированные лакокрасочные материалы при продолжительном хранении не расслаиваются и сохраняют свои вязкостные характеристики во времени.

Таким образом, как следует из изложенного выше, для разработки технологии получения лакокрасочных наносuspензий, необходимо решить комплекс довольно сложных технологических задач, лежащих на стыке различных научно-технических направлений, что, в свою очередь, требует привлечения специалистов различных профилей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Уатсайдс, Д. Эйглер, Р. Андерс и др. Нанотехнологии в ближайшем десятилетии / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. Пер в англ. – М.: Мир, 2002. – 292 с.
2. Верховланцев В.В. Наноматериалы в технологии лакокрасочных покрытий // ЛКМ и их применение, 2004, №10. – С.20-23.
3. Стокозенко В.Н. Нанотехнологии сегодня и завтра // Пром. окраска, 2006, №3. –С. 22-24.
4. Витязь П.А., Жданок С.А., Шпилевский Э.М. Фуллеренсодержащие структуры для практических приложений // В кн.: Углеродные наноструктуры. Сб. научных трудов. Мн.: ИТМО, 2006. – С. 3-15.
5. Жданок С.А., Бужков И.Ф., Чернухо А.П.; Крауклис А.В. и др. Синтез углеродных нанотрубок в неравновесных условиях. // В кн.: Фуллерены и фуллереноподобные структуры. Сб. науч. тр. Минск: ИТМО, 2005. – С.32-40.
6. Н.К. Толочко, П.Г. Становой, С.А. Жданок, В.А. Крауклис. Ультразвуковое диспергирование углеродных наноматериалов //Перспективные материалы, 2008, №2. – С.5-9.

Аннотация

Разработка технологических подходов к получению наномодифицированных лакокрасочных материалов

Для разработки технологии получения лакокрасочных наносuspензий необходимо решить комплекс довольно сложных технологических задач, лежащих на стыке различных научно-технических направлений, что, в свою очередь, требует привлечения специалистов различных профилей.

Abstract

Development of main approaches to fabrication of nanomodified paintwork materials

Main approaches to fabrication of paintwork materials modified by carbon nanoparticles are considered. Such technological aspects as raw carbon nanopowders synthesis and dispersing as well as doping the dispersed carbon nanopowders into the raw paintwork materials are discussed.