

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УДК 621.356  
№ ГР 20042285  
Инв. №



**«Утверждаю»**  
Проректор по научной работе  
УО «ВГТУ»  
С.М.Литовский

Г

**ОТЧЕТ**

**О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

**«РАЗРАБОТАТЬ МОДЕЛЬ И ОПТИМИЗИРОВАТЬ ПРОЦЕСС  
КАПЕЛЬНО-ВОЗДУШНОГО ПЕРЕНОСА НАНОДИСПЕРСНЫХ  
ЧАСТИЦ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ОБЪЕМУ  
ФОРМИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА»**

(заключительный)

2004-Г/Б-323

Научный руководитель

С.С. Клименков

Начальник НИСа

С.А. Беликов


Витебск 2005



Список исполнителей

**Руководитель**

д.т.н., профессор, г.н.с.

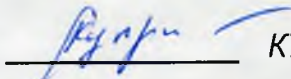
  
\_\_\_\_\_

подпись, дата

КЛИМЕНКОВ С.С.  
(введение, разделы 1.3, 2.1, 2.3)

**Исполнители темы**

Д.т.н., профессор, в.н.с.

  
\_\_\_\_\_

подпись, дата

КУПРИЯНОВ И.Л. (раздел 1.2)

ст.преподаватель, с.н.с.

  
\_\_\_\_\_

подпись, дата

НОВИКОВ А.К. (раздел 1.4, 2.2, 2.4)

инженер

  
\_\_\_\_\_

подпись, дата

МАТВЕЕВА Н.Н. (раздел 1 1)



Отчет 83 с, 25 рис., 11 таблиц, 11 источников.

НАНОМАТЕРИАЛЫ, ЭЛЕКТРОЛИЗ, НАНОПОРОШКОВЫЕ  
КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ, ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ  
РАСПЫЛЕНИЕ, ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ РАСПЫЛЕНИЕ

Объектом исследований является процесс образования композиционного электрохимического покрытия на основе нанопорошков при их капельно-воздушном переносе к поверхности катода.

Цель – исследование гидродинамики капельно-воздушного переноса наночастиц к поверхности изделия, на основе феноменологического подхода к изучению гидродинамики дисперсных сред, путем разработки моделей движения наночастиц в многофазных дисперсных системах, а также разработки теории взаимодействия наночастиц с электрохимическим осадком и образования композиционных нанопокровов с учетом свойств осаждаемых материалов.

В ходе выполнения этапов работы был проведен литературный обзор способов формирования композиционных покрытий и материалов на основе нанопорошков, литературный и патентный сравнительный анализ современного зарубежного и отечественного оборудования для распыления порошковых материалов. Проведен анализ существующих гидродинамических моделей движения потока диспергированной жидкости, разработаны рекомендации по совершенствованию существующих схем и способов нанесения нанопорошковых покрытий, разработана технологическая схема процесса формирования композиционного электрохимического покрытия на основе наночастиц. Проведены теоретические исследования процесса формирования композиционного электрохимического покрытия при капельно-воздушном переносе наночастиц к поверхности катода. Разработана математическая модель образования композиционного материала на основе наночастиц с учетом гидродинамических параметров процесса распыления порошкового материала. Проведена оптимизация технологических параметров распыления суспензии.

## Основные показатели

Проведенные исследования позволили: определить конструкции распылительных устройств, обеспечивающих наилучшее качество распыления при работе с суспензиями на основе порошков; выделить в качестве базовых гидродинамических моделей движения потока диспергированной жидкости, модели одиночного свободного факела и газожидкостного факела с ограничивающими стенками; определить технологическую схему электростатического метода легирования электрохимических осадков нанопорошками; экспериментально определить параметры полидисперсной суспензии при распылении пневматическими форсунками; разработать модель формирования композиционного покрытия с учетом факторов воздействующих на частицу при электролизе и воздушном распылении; оптимизировать конструктивные параметры распыляющего устройства в зависимости от требуемой дисперсности распыления и времени формирования композиционного нанопорошкового электрохимического покрытия.

## Содержание

Введение .. .. .	6
1.1 Провести литературный обзор способов формирования композиционных покрытий и материалов на основе нанопорошков. Провести литературный и патентный сравнительный анализ современного зарубежного и отечественного оборудования для распыления порошковых материалов. .. .. .	7
1.2 Провести анализ существующих гидродинамических моделей движения потока диспергированной жидкости. Разработать рекомендации по совершенствованию существующих схем и способов нанесения нанопорошковых частиц .. .. .	21
1.3 Определить зависимости, связывающие характеристики и свойства наночастиц, технологические параметры капельно-воздушного распыления и геометрические параметры распыляющих форсунок с процессами межфазного взаимодействия и взаимодействия с внешней средой потока диспергируемого материала .. .. .	33
1.4 Разработать технологическую схему процесса формирования композиционного электрохимического покрытия при капельно-воздушном переносе наночастиц к поверхности катода .. .. .	36
2.1 Теоретические исследования процесса формирования композиционного электрохимического покрытия при капельно-воздушном переносе наночастиц к поверхности катода .. .. .	51
2.2 Экспериментальные исследования процесса формирования композиционного электрохимического покрытия при капельно-воздушном переносе наночастиц к поверхности катода .. .. .	54
2.3 Построение модели образования композиционного материала на основе наночастиц с учетом гидродинамических параметров процесса распыления порошкового материала. .. .. .	61
2.4 Оптимизация параметров электролиза и распыления наночастиц с учетом используемых материалов и конструктивных параметров оснастки .. .. .	71
Заключение .. .. .	79
Список использованных источников .. .. .	83

Реализация стратегически важных научно-технических достижений нашего времени и обозримого будущего связана с проблемой создания новых материалов. Нанодисперсные порошки являются основой для создания принципиально нового поколения материалов и технологий. Все большее количество ведущих компаний мира участвует в разработке технологий производства нанодисперсных композиционных материалов и освоении будущих областей их промышленного использования.

В последнее десятилетие в промышленно развитых странах сформировалось новое научно-техническое направление "Наночастицы, наноматериалы, нанотехнологии", которое становится одним из самых быстрорастущих по объему финансирования (приблизительно 500 млн. долларов США в 2000 финансовом году). В США, Японии, Франции, Германии, Великобритании, Швеции, Китае, Индии сформированы национальные программы по исследованию и применению наноматериалов. Прогнозируемые потребности мировой промышленности в 21 веке составляют несколько тысяч тонн в год. По заявлениям зарубежной печати к 2010 году нанодисперсные порошки станут одним из основных по применяемости.

До настоящего времени широкое промышленное применение нанопорошков сдерживалось неэффективностью и низкой производительностью известных способов их получения и, как следствие, их высокой стоимостью. Однако в последние годы стоимость получения нанодисперсных порошков значительно снизилась, что позволило ученым ускорить поиск областей применения нанопорошков, в том числе использовать их в промышленности для дисперсного упрочнения поверхностей деталей и инструмента. Проблема на сегодняшний день заключается в отсутствии фундаментальных исследований процессов образования композиционных материалов на основе нанопорошков. Уникальные свойства нанопорошков, отличающиеся от свойств этих же материалов в массивном состоянии, позволили ученым определить направления применения нанопорошков, но разработка теории и технологии получения нанокompозитов все еще является актуальной задачей. Данная научная работа посвящена разработке теоретических основ армирования электрохимических покрытий нанопорошками.

## Список использованных источников

- 1 Бородин И. Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями / И. Н. Бородин.- Москва: "Машиностроение", 1982.
2. Лыков М.В. Сушка распылением/ М.В. Лыков. – Москва: "Пищепромиздат", 1955.
3. Распыливание жидкости форсунками/ Витман Л.А. [и др.]; под ред. С. С. Кутателадзе. – Москва: ГЭИ, 1962.
4. Кришер О. Научные основы техники сушки / О Кришер; пер. с нем., под ред. Проф. Гинзбурга А.С. - Москва: ИЛ, 1961
5. Левич В.Г. Физко-химическая гидродинамика / В.Г. Левич. – 2-е изд. – Москва: Физматгиз, 1959.
6. Пажи Д.Г. Основы техники распыливания жидкости / Д.Г. Пажи, В.С. Галустов. – Москва, 1965.
7. Лышевский А.С. Процессы распыливания топлива дизельными форсунками / А.С. Лышевский. – Москва: Машгиз, 1963.
8. Функс Н.А. Механика аэрозолей / Н.А. Функс. – Москва: Изд. АН СССР, 1965.
9. Гальванические покрытия в машиностроении: справочник в 2 т / под ред. М.А. Шлугера. - Москва: Машиностроение, 1985.- 2т
10. Новиков А.К. Новые технологии формирования композиционных материалов / А.К. Новиков // Прогрессивные технологии обработки материалов давлением: сборник докладов международной научно-технической конференции/ БНТУ - Минск, 2004.
- 11 Патент РБ 5796, С 25 D5/04. Способ формирования композиционного материала / Клименков С.С., Новиков А.К., Трубников Ю.В., заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет - № а 19991090.



Библиотека ВГТУ

