

ОТЗЫВ

официального оппонента

о диссертации Шашкова Дениса Игоревича

«Исследование влияния физических факторов на формирование наночастиц серебра на поверхности биоразлагаемых материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Шашкова Д.И. посвящена исследованию внешних физических факторов на процесс формирования и сорбции наночастиц серебра. В настоящее время важным направлением использования наночастиц является их интеграция непосредственно в структуру поверхности. Это позволяет значительно улучшить антибактериальную активность таких материалов. Свойства наночастиц напрямую зависят от их размера, следовательно, необходима разработка методов его контроля. В диссертационной работе разработаны математические методы прогнозирования времени синтеза и сорбционной активности наночастиц под воздействием физических факторов, что не вызывает сомнений в *актуальности* представленного исследования. Математическое моделирование - один из наиболее распространенных видов теоретических исследований для сложных систем. В работе Шашкова Д.И. разработана новая физико-математическая модель синтеза наночастиц серебра, учитывающая параметры компонент. С ее помощью продемонстрирована возможность выбора оптимальных параметров физических факторов, воздействующих на процесс синтеза. Кроме того, в работе была впервые исследована сорбционная активность наночастиц серебра на органических и неорганических биоразлагаемых материалах. Было установлено, что циклическое воздействие температуры приводит к уменьшению среднего размера наночастиц серебра на поверхности. Все вышеперечисленное, а также наличие патента на изобретение, несомненно доказывает *научную новизну* проведенного исследования.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в получении зависимостей размера и времени формирования наночастиц от интенсивности потока ультрафиолетового излучения и от исходной концентрации реагентов используемых при синтезе. Для прогнозирования и расчета этих зависимостей разработана математическая модель, написана и зарегистрирована программа ЭВМ на ее основе. Также установлено, что на поверхности органических материалов сорбируется большее количество наночастиц серебра малого размера, чем на поверхности неорганических материалов. Выявлено влияние циклической заморозки на процесс сорбции. Получены практические результаты воздействия наночастиц на функциональную активность гетерогенных систем.

Достоверность, обоснованность и оригинальность полученных результатов не вызывает сомнений и обусловлена применением физических и математических методов решения поставленных задач и тщательным анализом полученных теоретических и экспериментальных результатов из работ других авторов.

Оценка содержания диссертационной работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка цитируемой литературы. Объем диссертационной работы составляет 137 страниц. Список литературы содержит 318 источников. По теме диссертации опубликовано 12 работ, из которых 6 индексируется в международных и российских базах данных и системах цитирования Web of Science, Scopus и ВАК, получен 1 патент на изобретение, зарегистрировано 1 свидетельство о регистрации государственной программы ЭВМ. Результаты исследования доложены на международных и всероссийских конференциях.

Во **Введении** представлен анализ современного состояния исследований по тематике диссертационной работы, обосновывается актуальность исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, а также научная и практическая значимость работы.

В **главе 1** кратко представлен обзор современного состояния исследований, посвященных процессам синтеза и практического применения наночастиц

различных металлов. В результате проведенной работы автором сделан вывод о том, что необходимо создать физико-математическую модель процесса синтеза наночастиц серебра под воздействием внешних физических факторов, а также установлено, что актуальной задачей является изучение воздействия циклического воздействия температуры на процесс сорбции наночастиц.

Глава 2 посвящена разработанной автором физико-математической модели формирования наночастиц и влиянию различных внешних воздействий на ее динамику. Рассмотрена математическая модель процесса кавитационно-диффузионного фотохимического восстановления серебра при различной интенсивности потока УФ излучения. Кроме того, методами математического моделирования было исследовано влияние исходной концентрации аммиачного комплекса серебра на размер получаемых наночастиц. В результате проведенных исследований автором создана новая физико-математическая модель процесса синтеза наночастиц серебра.

Глава 3 посвящена сорбции полученных наночастиц на поверхности органических и синтетических биоразлагаемых материалов. Доказано, что на органических материалах сорбируется большее количество активных наночастиц. Установлено, что циклическое воздействие температур приводит к уменьшению среднего размера наночастиц на поверхности.

В *Главе 4* описано практическое применение наночастиц серебра на функциональную активность гетерогенных систем, показано, что полученные наночастицы эффективно снижают количество патогенных микроорганизмов во всех исследованных концентрациях. Кроме того, был проведен эксперимент по моделированию гнойной раны у лабораторных животных с применением раневых покрытий, содержащих наночастицы серебра, установлено, что у группы животных, получавших лечение с применением наночастиц серебра, процесс заживления проходил значительно быстрее.

В *Заключении* сформулированы основные результаты и выводы, полученные в ходе данного исследования.

Каждая глава диссертации заканчивается выводами и указанием статей, в которых были опубликованы результаты работы. Это, несомненно, облегчает восприятие материала.

Содержание диссертационной работы Шашкова Д.И. позволяет говорить о том, что все поставленные задачи выполнены и основная цель исследования полностью достигнута, однако, есть несколько замечаний:

- 1) В тексте работы автором используется термин интенсивность потока УФ излучения, но при этом значение приводится в люксах, что является физически некорректным.
- 2) В главе 3 автором не объясняется, почему выбраны именно эти образцы волокон, необходимы пояснения.
- 3) В четвертой главе таблица 1 является неинформативной, не понятно, что она отображает, необходимо было добавить поясняющую информацию.
- 4) В работе содержатся опечатки, которые несколько смазывают хорошее впечатление.

Перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку работы, носят рекомендательный характер и не ставят под сомнение обоснованность научных положений и выводов. Диссертация написана грамотным доходчивым языком, аккуратно оформлена. В ней последовательно и с сохранением логики изложения описаны полученные результаты.

Заключение

Диссертационная работа Шашкова Дениса Игоревича «Исследование влияния физических факторов на формирование наночастиц серебра на поверхности биоразлагаемых материалов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Достоверность результатов работы не вызывает сомнений, сами результаты опубликованы и апробированы. Все основные выносимые на защиту научные положения и выводы обоснованы.

Диссертационная работа «Исследование влияния физических факторов на формирование наночастиц серебра на поверхности биоразлагаемых материалов» Шашкова Дениса Игоревича соответствует всем критериям «Положения о

присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (с актуальными изменениями), предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата физико-математических наук, в том числе пункте 9, а ее автор, Шашков Денис Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент –

кандидат технических наук

ведущий научный сотрудник

лаборатория прочности

и пластичности металлических

и композиционных материалов

и наноматериалов

Институт металлургии и

материаловедения им. А.А. Байкова РАН

Севостьянов Михаил Анатольевич

«11» сентября 2024 г.

Подпись Севостьянова М.А. заверяю:

Ученый секретарь ИМЕТ РАН
К.Т.Н.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ им. А.А. Байкова Российской академии наук, 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49, тел.: +7 (499) 135-2060, imet@imet.ac.ru