

ОТЗЫВ



официального оппонента Ермаковой Людмилы Эдуардовны на диссертацию Саратовского Артема Сергеевича «Полимерно-солевой синтез фотоактивных наноматериалов на основе ZnO, модифицированных соединениями серебра», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение

В современной научной и научно-технической литературе усилился интерес к разработке новых научно-обоснованных технологий и методов синтеза функциональных фотокаталитических материалов, что важно как для оптимизации производства, так и для получения фотоактивных композитов, обладающих заданными характеристиками. Новые фотокаталитические материалы, обладающие повышенной термической устойчивостью, механической прочностью, неизменностью структуры сформированных покрытий, фотокаталитическими и бактерицидными свойствами, находят применение в медицине, приборостроении, при решении актуальных экологических задач. Развитие новых технологий создания подобных материалов открывает возможности для инноваций, улучшает качество жизни и способствует научному прогрессу в области практического материаловедения. Существует большое количество фотоактивных материалов, среди которых особенно выделяются материалы на основе оксидов титана, цинка и магния. Большой интерес также представляют оптические нанокристаллические материалы, преимущество которых является использование более простых методов синтеза, чем для получения аналогичных монокристаллических систем. Существуют задачи, для решения которых предпочтительно использование наноматериалов, как, например, для фотокатализа целесообразно использовать материалы с малым размером частиц и высокой величиной удельной поверхности. Поэтому тема диссертационной работы Артема Сергеевича Саратовского, посвященной синтезу фотоактивных оксидных нанокристаллических материалов на основе оксида цинка жидкостными

методами с применением стабилизирующего полимера поливинилпирролидона и исследованию свойств полученных образцов является, несомненно, **актуальной**.

В ходе выполнения диссертационной работы автором были решены поставленные задачи:

1. Полимерно-солевым методом синтезированы нанокристаллические порошки на основе оксида цинка (ZnO-Ag; ZnO-MgO-Ag, ZnO-SnO₂-Ag). Исследована их структура, физико-химические свойства, антибактериальная активность. Разработан метод контролируемого роста нанокристаллов, в том числе и в капиллярно-пористых системах, что является важным для создания оптимальных технологий очистки водных и воздушных сред.

2. Предложен метод повышения эффективности фотохимической оксигенации воды путем использования нанокристаллов на основе оксида цинка, модифицированного оловом и серебром.

3. Полимерно-солевым методом синтезированы и изучены органо-неорганические покрытия на основе поливинилпирролидона и наночастиц AgBr, которые могут быть применены в качестве люминесцентных материалов, при создании датчиков УФ излучения.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы (Глава 1), методической части (Глава 2), четырех глав с результатами исследований и их обсуждением, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Работа содержит 165 страниц, 61 рисунок, 16 таблиц и 225 библиографических ссылок.

Во введении приведено обоснование актуальности диссертационной работы, её научной и практической значимости, сформулированы цель, задачи, перечисленные выше, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведены общие сведения о фотокаталитических материалах, актуальных проблемах, связанных с созданием этих материалов, показан путь к решению задач в этой области. Проведен достаточно информативный обзор современной литературы по тематике исследования, в том

числе обзор низкотемпературных жидкостных методов синтеза наноматериалов, исследованию которых посвящена диссертационная работа.

Вторая глава представляет собой методическую часть, в которой перечислены и описаны методы синтеза, методы исследования материалов и оборудование, которое использовалось в ходе выполнения работы.

В третьей главе приведены результаты экспериментов по синтезу жидкостным низкотемпературным полимерно-солевым методом нанокристаллических порошков на основе оксида цинка, модифицированных магнием, оловом и серебром. Исследовано влияние этих модификаторов на фотокаталитические, люминесцентные и бактерицидные свойства полученных материалов. Показана возможность разложения органического полимера синтезированными наночастицами.

Четвертая глава посвящена модификации пористых и капиллярных материалов фотокаталитическим материалам на основе ZnO. Было показано, что модификация пористых материалов наночастицами оксида цинка приводит к усилению адсорбционных свойств. Показано, что активные формы кислорода разлагают молекулы модельного органического загрязнителя не только на поверхности полученных материалов, а также молекулы загрязнителя в объеме раствора.

Пятая глава посвящена синтезу и исследованию гетероструктурных материалов на основе оксида цинка. Показано, что системы ZnO–Ag и ZnO–SnO₂–Ag проявляют более высокую антибактериальную активность, а также лучше подходят для фотоллиза воды по сравнению с чистым оксидом цинка.

В шестой главе показана возможность создания полимерно-солевым методом люминесцентных материалов содержащие AgBr или наноструктуры Ag/AgBr. Полученные материалы обладают большим количеством полос люминесценции, что говорит о формировании различных структурных форм серебра.

В заключении представлены основные выводы по диссертационной работе.

Научная новизна работы заключается в том, что автором впервые показана возможность контролируемого формирования наночастиц оксида цинка в растворе при фотохимическом разложении стабилизатора, а также возможность сохранения устойчивых люминесцирующих молекулярных кластеров серебра в композиционных органо-неорганических и оксидных покрытиях. Также впервые проанализированы изменения параметров кристаллической структуры нанокompозита ZnO-SnO_2 при легировании его серебром и влияние наличия различных форм серебра в нанокompозитах на адсорбционные и фотоактивные характеристики (фотокатализ, способность к разложению воды, бактерицидные свойства) порошков и пленочных покрытий.

Несомненной является **теоретическая и практическая значимость** диссертации заключается в том, что разработка научно-обоснованных методик получения различных классов нанокompозитов на основе оксида цинка (ZnO-Ag , ZnO-MgO-Ag , $\text{ZnO-SnO}_2\text{-Ag}$, ZnO-Ag(AgCl)), покрытия на основе высокомолекулярного поливинилпирролидона и наночастиц солей металлов AgBr ; $\text{Zn(NO}_3)_2$) позволила синтезировать высокоэффективные фотоактивные и бактерицидные материалы, которые могут быть использованы для очистки и обеззараживания воздуха и водных сред, фотохимической оксигенации воды, создания люминесцентных покрытий и иммерсионных композитов для контроля качества оптических материалов и формирования нелинейно-оптического ограничителей мощного лазерного излучения.

Достоверность полученных результатов, **обоснованность** научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается взаимной согласованностью экспериментальных данных, полученных при помощи различных независимых методов исследования материалов, выполненных с использованием современного научного оборудования. Кроме того, достоверность полученных данных и их интерпретации подтверждается публикациями в российских и международных рецензируемых научных изданиях, а также представлением материалов диссертации на российских и международных научных конференциях – опубликованы 13 статей в

рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в международных базах (Scopus, WoS), сделано 18 докладов на конференциях, зарегистрированы 3 патента Российской Федерации.

По диссертационной работе Саратовского Артема Сергеевича имеются следующие замечания и вопросы:

1. Из материалов диссертации неясно, каковы преимущества использованного автором полимерно-солевого метода по сравнению с более традиционным золь-гель синтезом. Например, в чем выбранный метод превосходит известный метод Печини.
2. В ряде случаев при описании экспериментальных результатов не приведены данные о погрешности измерений.
3. Значительная часть работы посвящена созданию и исследованию покрытий различного химического состава, но никаких сведений о характеристиках поверхности, на которую это покрытие наносится, не приведено – написано только, что проводится «Нанесение покрытий на поверхность плоских пластин из щелочносиликатного стекла».
4. В методической части (2.11 Методика пропитки пористых стекол) написано, что «Использовалось пористое стекло типа МАП, характеризующееся общей пористостью 59%, удельной поверхностью пор $73 \text{ м}^2 / \text{гр}$ и имеющее средний размер пор 25 нм». В параграфе «4.1 Адсорбционная и фотокаталитическая активность композита “Пористое стекло...”» уже говорится о том, что «в качестве основы для композита использовали пористое стекло МИП, ... Это стекло характеризуется общей пористостью 29%, удельной поверхностью $164 \text{ м}^2 / \text{г}$ и имеет средний размер поперечного сечения пор 3 нм». Что реально использовали и почему.
5. В диссертации приведены результаты исследований по оксигенации воды в присутствии фотокатализатора под действием ультрафиолетового излучения. Было бы целесообразно провести аналогичные эксперименты при применении источника света видимого диапазона.

Заключение

Указанные вопросы и замечания не влияют на общую положительную характеристику работы и носят рекомендательный характер. Диссертация Саратовского Артема Сергеевича представляет собой завершённое исследование, направленное на решение актуальных задач. Автореферат диссертации полностью отражает содержание работы, результаты проведенных исследований, выводы и публикации автора по теме диссертационной работы. Полученные результаты соответствуют поставленным цели и задачам. Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 2.6.17 Материаловедение.

Диссертационная работа Саратовского Артема Сергеевича соответствует требованиям, установленным пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение.

Официальный оппонент:

Доктор химических наук,

Специальность: 1.4.10 – Коллоидная химия

Профессор кафедры коллоидной химии Института химии

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9.




Ермакова Людмила Эдуардовна

«3» марта 2025 г.

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/export.html>

Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей