

«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор РХТУ им. Д. И. Менделеева,
доктор химических наук
А.Т. Мажуга

20 20 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему: «Синтез наноструктурированных материалов на основе диоксида титана и меди для каталитических процессов» по научной специальности 05.17.01 Технология неорганических веществ (химические науки) выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов.

В процессе подготовки диссертации Денисенко Андрей Викторович, «24» октября 1992 года рождения, был аспирантом кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева в период с 01 сентября 2014 г. по 31 августа 2018 года.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2018 году.

Научный руководитель доктор химических наук по специальности «Химическая технология неорганических веществ и химическая технология редких элементов», профессор Михайличенко Анатолий Игнатьевич.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Синтез наноструктурированных материалов на основе диоксида титана и меди для каталитических процессов» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что разработка методов синтеза наноматериалов для каталитических процессов является приоритетным направлением развития науки и техники. В частности, актуальной является разработка наноструктурированных материалов на основе диоксида титана и меди для применения в процессах фотокаталитической очистки водной среды от фенола.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Впервые получены данные по влиянию параметров анодирования на характеристики НТ TiO_2 в условиях жесткого поддержания постоянной температуры в реакционной зоне, которые позволили сформулировать конкретные условия синтеза НТ, предназначенных для различных областей использования.
2. Установлено влияние метода и условий синтеза на структуру и свойства получаемых композиционных материалов состава $\text{Cu}/\text{НТ TiO}_2$ и $\text{Cu}_2\text{O}/\text{НТ TiO}_2$.
3. Исследованы фотокаталитические свойства новых композиционных материалов состава $\text{Cu}/\text{НТ TiO}_2$ и $\text{Cu}_2\text{O}/\text{НТ TiO}_2$ в реакции деструкции фенола в водной среде.
4. Впервые исследована деструкция фенола в системах $\text{Cu}/\text{НТ TiO}_2$ -фенол- H_2O_2 -вода и $\text{Cu}_2\text{O}/\text{НТ TiO}_2$ -фенол- H_2O_2 -вода. Установлено, что добавление пероксида водорода в ФК систему в разы увеличивает скорость реакции деструкции фенола. Процесс окисления фенола в системах $\text{Cu}/\text{НТ TiO}_2$ -фенол- H_2O_2 -вода и $\text{Cu}_2\text{O}/\text{НТ TiO}_2$ -фенол- H_2O_2 -вода описывается кинетическим уравнением первого порядка.

Практическая ценность работы состоит в том, что

1. Получен массив экспериментальных данных по влиянию условий анодирования на характеристики получаемых нанотрубок TiO_2 , на основе которых можно прогнозировать геометрические характеристики и свойства материала. Установлены пороговые значения характеристик нанотрубок, обеспечивающие достижения максимальной ФК активности катализатора на основе нанотрубчатого покрытия TiO_2 .

2. Разработан метод получения композиционных фотокатализаторов состава $\text{Cu}/\text{HT TiO}_2$ и $\text{Cu}_2\text{O}/\text{HT TiO}_2$, проявляющих высокую активность в реакции окисления фенола в водной среде под воздействием света.
3. Разработана эффективная гетерогенная фотокаталитическая система деструкции фенола в водной среде с использованием композитного катализатора и добавки пероксида водорода, позволяющая достигнуть полной деструкции фенола за 1 час.
4. Создана методика получения эластичного композита из нанотрубок диоксида титана и полимерной подложки. Разработан метод оценки оптических свойств пленок из нанотрубок TiO_2 и композитов на их основе путем переноса покрытий с металлической основы на прозрачную полимерную подложку. Созданный подход представляет собой экспресс метод оценки оптических свойств без использования дорогостоящего оборудования и сложных математических моделей.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 11 работах, в том числе 3 публикации в изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на Всероссийской молодёжной конференции с международным участием «Химическая технология функциональных наноматериалов» (ХТФН, Москва 2015); XI, XII и XIII Международном конгрессе молодых учёных по химии и химической технологии (МКХТ – 2015, 2016, 2017, Москва), VI Всероссийской конференции по наноматериалам с элементами научной школы для молодежи (НАНО 16, ИМЕТ РАН, Москва, 2016), XIV Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов» (с международным участием) (ФХиТНМ, ИМЕТ РАН, Москва, 2017), Всероссийской молодёжной конференции с

международным участием «Химическая технология функциональных наноматериалов» (ХТФН, Москва 2017).

Публикации по теме диссертации:

1. Mikhailichenko A., Denisenko A., Morozov A., Yablonovsky E., Abin R., Vasiliev A. Synthesis of $\text{Cu}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ Composite Photocatalysts for Wastewater Treatment // Ecology and Industry of Russia. 2020.V.24. №3.p.34-38.(Scopus)

2. Mikhailichenko A., Morozov A., Denisenko A., Designing and preparing a thin-film photocatalyst from titanium dioxide nanotubes codoped with nitrogen and fluorine // Theoretical foundations of chemical engineering. 2019. V.53. №4. p.632-637.(Scopus)

3. A. N. Morozov, A. V. Denisenko, A. I. Mihaylichenko, M. Yu. Chayka , Influence of Electrolyte Composition on Morphology of Titanium Dioxide Films Obtained by Titanium Anodization in a Circulated Mixing Cell // Nanotechnologies in Russia.2019. V.14. №9. p.444-450.(Scopus)

4. Денисенко А.В., Морозов А.Н., Михайличенко А.И., Яблоновский Е.В., Абин Р.К. Фотокаталитическое окисление фенола в водной среде на медьсодержащих нанотрубчатых покрытиях диоксида титана // Вода: Химия и Экология. 2019. № 7-9. Стр. 96-101.

5. Денисенко А.В., Морозов А.Н. Михайличенко А.И. Получение покрытий из нанотрубок TiO_2 методом анодирования титана в электролитах на основе этиленгликоля с различным содержанием воды // Успехи в химии и химической технологии: Сборник научных трудов. Москва. 2015. Т. XXIX. № 3. Стр.71-73

6. Денисенко А.В., Морозов А.Н. Михайличенко А.И. Влияние напряжения анодирования на структурные характеристики получаемых нанотрубок TiO_2 // Сборник трудов Всероссийской молодежной конференции с международным участием «Химическая технология функциональных наноматериалов». Москва, 2015. Стр.73 - 74

7. Денисенко А.В., Пекарева Н.В. Морозов А.Н. Михайличенко А.И. Влияние концентрации фторид-ионов на морфологию пленок TiO_2 , получаемых анодированием титана в водноэтиленгликолевых растворах // Успехи в химии и

химической технологии: Сборник научных трудов. Москва. 2016.Т. XXX. № 3. Стр.92-94

8. Денисенко А.В., Морозов А.Н. Михайличенко А.И. Пленочный фотокатализатор на основе нанотрубок TiO_2 для процессов очистки воздушной среды // Сборник материалов VI Всероссийской конференции по наноматериалам с элементами научной школы для молодежи. Москва. 2016. Стр.206-207

9. Денисенко А.В., Морозов А.Н. Михайличенко А.И. Пленочный фотокатализатор с пространственно упорядоченной наноструктурой для глубокого окисления фенола в водной среде// Сборник материалов международной конференции со школой и мастер-классами для молодых ученых. под ред. Е. В. Юртова. «Химическая технология функциональных наноматериалов». Москва. 2017.Стр. 89-91

10. Денисенко А.В., Морозов А.Н., Михайличенко А.И. Получение наноструктурированного диоксида титана методом анодирования титана во фторидсодержащих растворах электролита на основе этиленгликоля, формамида и глицерина. // Успехи в химии и химической технологии: Сборник научных трудов. Москва. 2017. Т. XXXI. № 6. Стр.96-98

11. Денисенко А.В. Влияние концентрации фторида аммония в растворе электролита анодирования титана на фотокаталитическую активность наноструктурированного диоксида титана // Сборник материалов XIV Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов «Физикохимия и технология неорганических материалов» (с международным участием). Москва. 2017.Стр.450-452

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.01 Технология неорганических веществ в части «Производственные процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты».

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Денисенко Андрея Викторовича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Денисенко А.В.; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Синтез наноструктурированных материалов на основе диоксида титана и меди для каталитических процессов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.01 Технология неорганических веществ.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов состоявшемся «8» сентября 2020 года, протокол № 2. В обсуждении приняли участие: проф. Алехина М.Б., проф., Колесников В.А.

Принимало участие в голосовании 15 человек. Результаты голосования: «За» - 15 человек, «Против» - 0 человек, воздержались - 0 человек, протокол № 2 от «8» сентября 2020 года.

Заведующий кафедрой
технологии неорганических веществ
и электрохимических процессов

В.А. Колесников

Секретарь заседания

Г.А. Щербакова