

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.06 РХТУ им. Д.И. Менделеева
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 11/23
решение диссертационного совета
от 07 сентября 2023 г. № 8

О присуждении ученой степени кандидата химических наук Тхант Зин Пью, представившего диссертационную работу на тему «Разработка направленного метода получения фотоактивных неорганических покрытий на основе диоксида титана, модифицированного медью» по научной специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Принята к защите 08 июня 2023 г., протокол № 6 диссертационным советом РХТУ.2.6.06. Состав диссертационного совета утвержден в количестве 18 человек приказами и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 269 А от «08» июля 2022 г., № 435 А от «20» октября 2022 г., № 523 А от «28» ноября 2022 г.

Соискатель Тхант Зин Пью 1992 года рождения, в 2017 году окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» диплом серия 107718 номер 0608928.

В 2021 году окончил аспирантуру РХТУ им. Д.И. Менделеева. В настоящее время является соискателем кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Диссертация выполнена в РХТУ им. Д.И. Менделеева на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов.

Научный руководитель кандидат химических наук Морозов Александр Николаевич, доцент кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Научный консультант профессор, доктор технических наук Почиталкина Ирина Александровна, профессор кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

д.т.н., доцент Лановецкий Сергей Викторович, профессор кафедры химической технологии и экологии Березниковского филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,

к.х.н. Иванцова Наталья Андреевна, доцент кафедры промышленной экологии РХТУ им. Д.И. Менделеева,

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 13 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе в 3 публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных, и 1 публикации в рецензируемых изданиях.

1. Morozov A.N. Morphology and optical properties of spatially-ordered copper- and fluorine-doped titanium-dioxide films / A.N. Morozov, Thant Zin Phy, A.S. Vasil'ev, P.I. Ivanov, A.A. Averin // Glass and Ceramics – 2020. – V. 77. – Is. 5 – 6. – P. 36-41. DOI: 10.1007/s10717-020-00277-6

Статья посвящена исследованию морфологии и оптических свойств высокоупорядоченных покрытий из нанотрубок диоксида титана, допированного медью и фтором. Объем статьи 5 страниц.

2. Morozov A.N. Photocatalytic degradation of azo dyes in aqueous solution by using highly ordered titania nanotube films / A.N. Morozov, Thant Zin Phy, I.A. Pochitalkina // Theoretical and Applied Ecology. – 2022. – Is. 4. – P. 59-66. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-4-111-118.

В статье представлены результаты исследования кинетики фотокаталитической деструкции азорубина в водной среде на поверхности высокоупорядоченных покрытий из нанотрубок TiO₂. Объем статьи 7 страниц.

3. Morozov A.N. Synthesis and Photocatalytic Properties of Spatially Ordered Nanostructured Cu₂O/TiO₂ Composite Films / A.N. Morozov, Thant Zin Phy, A.V. Denisenko, A.Yu. Kryukov // Petroleum Chemistry – 2021. – V. 61. – Is. 8 – P. 951-958. DOI: 10.1134/S0965544121080053.

Статья посвящена получению и исследованию фотокаталитических свойств высокоупорядоченных покрытий из нанотрубок диоксида титана, модифицированных оксидом меди I. Объем статьи 7 страниц.

Публикация в рецензируемых изданиях:

1. Морозов А.Н. Исследование фотокаталитической активности высокоупорядоченных покрытий из нанотрубок TiO₂ в процессах гетерогенного фото-Фентона / А.Н. Морозов, Тхант Зин Пью, И.А. Почиталкина // Химическая промышленность сегодня. – 2022. – № 6. – С. 64-69. DOI: 10.53884/27132854-2022-6-64.

В статье приводятся результаты исследования физико-химических закономерностей фотокаталитического окисления фенола и азорубина в водных растворах в присутствии/отсутствии пероксида водорода на поверхности полученных фотоактивных материалов. Объем статьи 5 страниц.

Результаты работы апробированы на 9 международных и всероссийских научных конференциях.

Все работы опубликованы в соавторстве. Личный вклад автора составляет 50-80%, заключается в непосредственном участии в планировании работ, проведении экспериментов, анализе, обсуждении и обобщении полученных результатов, подготовке работ к публикации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв на диссертацию ведущей организации **федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»** (протокол № 69-8/23 от 03 июля 2023 года), одно из основных направлений научно-исследовательской деятельности которой соответствует тематике диссертации. В отзыве отражены актуальность темы, сформулированные и решенные задачи, научная новизна, практическая значимость, конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов работы.

Вопросы и замечания по работе:

1 В литературном обзоре содержится мало информации о методах получения наноструктурированного анодного оксидного покрытия на титане, между тем это направление интенсивно развивалось в последние десятилетия, а само покрытие выбрано автором в качестве матрицы-носителя фотокатализатора.

2 Автором не приводится научно обоснованное пояснение возможного выделения металлической меди в растворе, в то время как высокая разность потенциалов титана и меди позволяет предположить, что этот металл может выделяться контактно в виде металлических наночастиц на поверхности и в порах оксидных слоев титана.

3. В работе не приводится сравнение полученной фотокаталитической системы с таковыми, содержащими другие металлы - наполнители, а также - с полученными с привлечением прочих приемов осаждения меди.

4. Из диссертации неясно, почему в качестве объектов исследования фотокаталитической активности наполненного медью аноднооксидного покрытия титана выбраны бензол и

азорубин.

5. Автором разработана методика получения покрытий на поверхности титановых сплавов, однако отсутствует детальное научное обоснование процесса их осаждения.

Заключение по работе положительное. Отмечено, что высказанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы, не затрагивают оценки достоверности выводов и рекомендаций и не сказываются на общей положительной оценке работы. По актуальности научной проблемы, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему проведенных исследований, уровню обсуждения полученных результатов, диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом ректора №1523 ст от 17 сентября 2021 г., предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Тхант Зин Пью заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ.

2. Отзыв на диссертацию официального оппонента доцента, доктора технических наук, профессора кафедры химической технологии и экологии БФ ПНИПУ **Лановецкого Сергея Викторовича**. В отзыве отражены актуальность темы, научная новизна, достоверность и надежность полученных данных, результаты критического анализа существа работы.

Вопросы и замечания по работе:

1. В литературном обзоре желательно было бы представить детальное рассмотрение влияния различных медьсодержащих добавок на фотокаталитические свойства диоксида титана.
2. Утверждение о минерализации фенола в результате его фотокаталитического окисления следовало бы подкрепить данными о химическом потреблении кислорода или общем содержании органического углерода в пробах воды до и после фотокаталитической обработки.
3. Чем обоснован выбор ацетата меди II и его концентрации в этиленгликоле для проведения сольвотермального процесса модифицирования аморфного TiO_2 ?
4. В результате модифицирования НТ TiO_2 медью автором отмечено снижение температуры фазового перехода из анатаз в рутил, однако исходные образцы являются рентгеноаморфными. Почему не рассматривался вариант перехода TiO_2 из аморфного состояния в кристаллическое с фазой рутила при термообработке без промежуточного формирования анатаза?
5. На рис. 3.26 (стр. 85) имеется отличие времени удерживания фенола на хроматограмме его продуктов после процессов фотолиза и фотокатализа. С чем это связано?

Заключение по работе положительное. На основании проведенного анализа диссертации и автореферата сделан вывод, что диссертационная работа Тхант Зин Пью является актуальным исследованием, в котором содержится решение важной научной проблемы фотокатализа по получению новых неорганических фотоактивных материалов с необходимыми прикладными свойствами. Диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ.

3. Отзыв на диссертацию официального оппонента, кандидата химических наук, доцента кафедры промышленной экологии РХТУ им. Д.И. Менделеева **Иванцовой Натальи Андреевны**. В отзыве отражены актуальность темы, научная новизна, практическая и теоретическая значимость.

Вопросы и замечания по работе:

1. Употребляемое в тексте диссертации и автореферате понятие «загрязнитель» не совсем

корректно. Загрязнитель - это источник загрязнения, но никак не загрязняющее вещество и/или соединение. Хотя в различных источниках имеется и другие определения.

2. Стр. 37. Не понятен принцип выбора параметров кристаллизации модифицирующих соединений меди? Если для чистого диоксида титана температура 450°C определена в работах, описанных на стр. 10, то для модифицированного медью аналогичных исследований нет. Тем самым отсутствуют данные по влиянию температуры отжига на свойства покрытий TiO₂, модифицированного медьсодержащей добавкой.

3. На рис. 3.8 и в табл. 3.3. фигурирует понятие «скорость деструкции». Однако на графике и в таблице даны значения констант скоростей. Это не совсем верно.

4. Согласно данным элементного состава образцов (стр. 60, табл. 3.4) при температуре 120°C наблюдается увеличение содержания меди в образцах покрытий с увеличением продолжительности сольво-термального процесса, что отражено в научной новизне и выводах. Почему не было дополнительно увеличено содержание меди в данном образце? В данном случае зависимость степени деструкции азорубина от содержания меди (рис. 3.11, стр. 61) обрываются на 2 %, при этом перегиба (понижения активности), аналогично температурам 160 и 180°C, не наблюдается.

5. Автор проводил многочисленные исследования по влиянию pH на фотодеструкцию органических соединений. Но в работе не описана методика определения pH – колориметрический или потенциометрический метод?

6. Тхант Зин Пью экспериментально определено, что при фотодеструкции фенола и красителя в присутствии неорганических покрытий на основе диоксида титана, модифицированного медью, происходит образование побочных продуктов, например, карбоновых кислот. Было бы наглядно представить схематично механизмы протекающих реакций.

Заключение по работе положительное. Диссертационная работа Тхант Зин Пью является актуальной, имеет необходимый уровень научной новизны, теоретической и практической значимости. По содержанию диссертационная работа Тхант Зин Пью соответствует паспорту научной специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ по направлению исследований п.1, п.4 и п.8, а также требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в РХТУ им. Д.И. Менделеева, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ.

4. Отзыв на автореферат доктора химических наук, заведующего кафедрой 908 «Физическая химия» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» **Булычева Николая Алексеевича**. В отзыве на автореферат отмечена актуальность темы исследования, научная новизна, практическая значимость работы, основные теоретические результаты, а также большой массив экспериментальных данных, полученных с применением современного исследовательского оборудования.

В отзыве имеются вопросы и замечания:

1. Автору следовало бы показать потенциальное содержание примесей в формируемых функциональных покрытиях, источником которых могут являться титановые сплавы различных марок.

2. Каково обоснование выбора органических компонентов, входящих в состав модельных растворов для оценки активности фотокаталитических покрытий?

3. Необходимо уточнить, в каких устройствах очистки воды планируется использовать разработанные покрытия?

Отмеченные замечания не снижают достоинство представленного научного труда и не влияют на высокую оценку научных и практических результатов диссертационной работы. Актуальность темы и объем выполненного исследования, новизна, теоретическое и практическое значение полученных результатов отвечают всем требованиям, предъявленным

к кандидатским диссертациям, а ее автор, Тхант Зин Пью, заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ.

5. Отзыв на автореферат доктора химических наук, доцента, профессора кафедры междисциплинарного материаловедения Факультета наук о материалах федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» **Кнотько Александра Валерьевича**. В отзыве на автореферат отмечена актуальность темы, научно-практическая значимость полученных результатов и высокая согласованность между полученными данными и современными теоретическими представлениями о протекании фотокаталитических процессах.

В отзыве имеются вопросы и замечания:

1. Насколько универсальна разработанная методика модифицирования НТ TiO_2 , на какие катионы она может распространяться?
2. Чем обусловлен выбор времени и температуры термообработки аморфного TiO_2 ? Может ли изменение режима термообработки привести к улучшению функциональных характеристик материала?
3. В автореферате представлены зависимости скорости фотокаталитического окисления азорубина и фенола от их концентрации для исходных покрытий. Чем объясняется отсутствие результатов аналогичных исследований для модифицированных покрытий?
4. Проводились ли сравнения фотокаталитических свойств полученных материалов со свойствами сходных (на основе TiO_2) материалов, производимых промышленно?

Указанные замечания не ставят под сомнение достоверность полученных данных, элементы научной новизны и практической значимости, а научный стиль изложения с использованием соответствующей терминологии оставляет положительное впечатление о работе. Диссертация «Разработка направленного метода получения фотоактивных неорганических покрытий на основе диоксида титана, модифицированного медью», представленная Тхант Зин Пью, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, отвечает паспорту специальности 2.6.7 – Технология неорганических веществ и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ.

6. Отзыв на автореферат заведующей лабораторией химической термодинамики, доктора химических наук, профессора кафедры физической химии Химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» **Успенской Ирины Александровны**. В отзыве на автореферат отмечена актуальность темы, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В отзыве имеются вопросы и замечания:

1. Чем обусловлен выбор времени и температуры термообработки модифицированных покрытий?
2. Чем обусловлен выбор модельных компонентов для исследования фотокаталитических свойств полученных образцов?
3. Каково влияние примесей, входящих в состав титана марки ВТ-1.00, на фотокаталитические свойства формируемых покрытий?

Указанные замечания не подвергают сомнению принципиальные выводы диссертации, полностью удовлетворяющей современным требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам. По своему содержанию, объему выполненных исследований, актуальности полученных результатов, их научной и практической значимости диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ, а ее автор, Тхант Зин Пью, заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7 – Технология неорганических веществ.

7. Отзыв на автореферат начальника лаборатории «Композиционных материалов и

высокочистых компаундов» государственного научного центра РФ Акционерного общества «Государственный Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений» (ГНЦ РФ АО «ГНИИТТЕОС») **Натальи Юрьевны Семенковой**. В отзыве на автореферат отмечена актуальность темы, научная новизна, теоретическая, практическая значимость результатов работы, достоверность и обоснованность выполненных исследований.

В отзыве имеются вопросы и замечания:

1. В автореферате (стр.4) указано, что концентрацию фенола определяли с помощью газовой и жидкостной хроматографии. Стоит пояснить, где в работе представлены результаты, полученные с помощью газовой хроматографии, а где с помощью жидкостной.

2. Чем обусловлен выбор температуры и продолжительности термической обработки модифицированных покрытий?

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации и не ставят под сомнение научную новизну, теоретическую и практическую значимость. Диссертационная работа Тхант Зин Пью «Разработка направленного метода получения фотоактивных неорганических покрытий на основе диоксида титана, модифицированного медью» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, отвечает паспорту специальности 2.6.7 – Технология неорганических веществ и соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Тхант Зин Пью – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основывается на компетентности оппонентов в соответствующей отрасли науки, наличия у них публикаций по научной специальности и тематике защищаемой диссертационной работы. В качестве ведущей организации выбрана организация, широко известная своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способная определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан сольвотермальный метод модифицирования высокоупорядоченных покрытий из НТ TiO_2 медью, обеспечивающий ее контролируемое содержание в изученном интервале $(0 - 3,9) \pm 0,2$ мас.%, стабильную морфологию и фотоактивные свойства;

обнаружен модифицирующий эффект меди, который заключается в принципиальном изменении кристаллической структуры TiO_2 – появлении фазы рутила, увеличении степени абсорбции света в ультрафиолетовой и видимой областях солнечного спектра и увеличении фотокаталитической активности в широком диапазоне рН (3 – 10) независимо от присутствия/отсутствия H_2O_2 ;

установлена экстремальная зависимость фотокаталитической активности модифицированных образцов от содержания меди с максимумом, соответствующим 2 – 2,5 мас.%, степень окисления азорубина на котором на 14% выше в сравнении с исходным покрытием и составляет $76 \pm 3\%$.

Теоретическая значимость исследования обоснована заключается в том, что:

доказано критическое влияние вида и концентрации медьсодержащей добавки в TiO_2 на параметры формируемой кристаллической структуры, величину абсорбции света в диапазоне длин волн от 300 до 500 нм, степень рекомбинации фотогенерированных носителей заряда, что в совокупности определяет фотокаталитические свойства формируемых материалов на основе TiO_2 ;

исследовано влияние условий гетерогенного фотокаталитического процесса (рН, исходная концентрация фенола и азорубина, продолжительность процесса и концентрация пероксида водорода) на степень окисления фенола и азорубина на поверхности исходных и модифицированных медью покрытий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана методика получения фотоактивных неорганических покрытий, обладающих высокой фотокаталитической активностью и стабильностью свойств, что открывает перспективу их использования в качестве фотокатализаторов при создании безреагентных систем глубокой очистки воды;

представлены рекомендации по использованию разработанных фотоактивных покрытий в микроканальных фотокаталитических реакторах для глубокой очистки воды от органических компонентов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные данные получены в контролируемых и воспроизводимых условиях на сертифицированном оборудовании;

использованы классические методики статистической обработки результатов и комплексный анализ современного состояния вопроса по теме диссертации.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 2.6.7 Технология неорганических веществ в части пунктов 1 «Технологические процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты» и 4 «Способы и последовательность технологических операций и процессов переработки сырья, промежуточных и побочных продуктов, вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления) в неорганические продукты».

Личный вклад автора состоит в непосредственном выполнении диссертационного исследования, включая планирование его этапов, проведение научных экспериментов, обработку и интерпретацию полученных данных, анализ, обсуждение и обобщение итоговых результатов.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.06 07 сентября 2023 г. принято решение о присуждении ученой степени кандидата химических наук Тхант Зин Пью.

Присутствовало на заседании 14 членов диссертационного совета. Докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 5.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

Результаты тайного голосования:

«за» - 14,

«против» - нет,

недействительные бюллетени - нет.

Итоги голосования:

«за» -14,

«против» - нет,

недействительные бюллетени – нет.

Председатель диссертационного совета _____

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дата «07» сентября 2023 г.



Д.т.н., проф. Грунский В.Н.

К.т.н. Стоянова А.Д.