

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора – исполняющий обязанности директора Физико-технического института НАН Беларуси


И.П. Смягликов

« 07 » _____ 05 _____ 2024 г.

ОТЗЫВ

оппонирующей организации по диссертационной работе
САВАСТЕНКО Натальи Александровны

«Плазменные методы синтеза и модификации каталитически активных нано- и микродисперсных материалов», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы (выписка из протокола № 3 от 7 мая 2024 г. расширенного заседания секции «Технологическая» Ученого совета ФТИ НАН Беларуси)

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертационная работа Н.А. Савастенко посвящена установлению закономерностей взаимодействия плазменных сред с поверхностью нано- и микродисперсных материалов, приводящего к целенаправленному изменению их физико-химических свойств, способствующих повышению каталитической активности модифицируемых материалов в реакциях разложения NO_x и CO , восстановления кислорода и перекиси водорода, а также в реакциях фотодеградации органических соединений. Область исследований и результаты диссертационной работы соответствуют отрасли наук «физико-математические науки». Задачи, содержание, полученные результаты полностью соответствуют пункту 11 «Разработка физических основ плазменных технологий (получение новых материалов и покрытий, улучшение их эксплуатационных свойств, переработка и утилизация отходов, плазмоактивированный синтез наноструктур, плазменная металлургия, плазменные био- и медицинские технологии)» раздела III паспорта специальности 01.04.08 – физика плазмы и удовлетворяют требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

2. Научный вклад соискателя в разработку научной проблемы с оценкой его значимости

Проблема направленного синтеза новых функциональных материалов, в том числе высокоактивных наноструктурированных каталитических материалов с заданными свойствами, является одной из самых обширных в междисциплинарных областях современных актуальных направлений развития науки. Среди различных методов получения новых материалов и улучшения их эксплуатационных свойств

особое место занимают методы, в которых используются неравновесные плазменные среды, позволяющие создавать материалы с уникальными физико-химическими свойствами. В диссертации Н.А. Савастенко установлены плазмоиндуцированные изменения различных характеристик (морфологии, химического состава, оптических свойств и т. д.) модифицированных материалов, ответственных за появление уникальных свойств: высокой каталитической активности и селективности в реакциях разложения NO_x и CO в газовых смесях, имитирующих выхлопные газы дизельных двигателей, электрохимических реакциях восстановления кислорода и перекиси водорода, реакциях фотодеградации органических соединений. Соискатель устанавливает закономерности, обусловленные комплексным воздействием химической и плазменной модификации на свойства катализаторов и, таким образом, вносит значимый вклад в развитие актуального научного направления – плазмоактивированного синтеза наноструктур с заданными физико-химическими свойствами.

3. Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Основные результаты диссертации Н.А. Савастенко, за которые может быть присуждена ученая степень доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы, а также положения, выносимые на защиту, являются новыми и оригинальными.

Наиболее важные из них следующие.

1. Разработка метода синтеза в лазерной плазме наноструктурированных катализаторов для нейтрализации NO_x и CO в выхлопных газах дизельных автомобильных двигателей с расширенным температурным окном активности и повышенной селективностью по отношению к азоту.

2. Установление корреляционных зависимостей между фазовым составом и морфологией, определяющих повышение каталитической активности материалов, синтезированных в плазме погруженного в жидкость электрического разряда, и параметрами разряда (максимального тока, длительности, полярности химически неодинаковых электродов).

3. Экспериментальное обнаружение и исследование корреляционных зависимостей между плазмоиндуцированным увеличением концентраций атомов кислорода и азота в целом, атомов азота, связанных с металлом, а также атомов азота в пиррольной форме на поверхности катализаторов на основе порфиринов и их электрокаталитической активностью.

4. Выявление существенных индуцированных плазмой высокочастотного и диэлектрического барьерного разряда морфологических изменений самоорганизующихся структур, образованных молекулами порфирина кобальта и железа, сопровождающих превращения материала прекурсора в активную фазу катализатора.

5. Разработанный комбинированный метод использования плазменных сред для обработки фотокатализаторов на основе ZnO , включающий их химическую модификацию плазмонными наночастицами серебра и обработку в плазме диэлектрического барьерного разряда в режиме, соответствующем оптимальному значению по-

глощенной образцом энергии, при котором достигается существенное снижение числа агломератов наночастиц на поверхности катализатора и присутствие на поверхности максимально возможного числа отдельных изолированных наночастиц.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в том, что они могут быть использованы не только для создания фотокаталитически активных материалов в плазменных средах с указанными параметрами, но и для разработки новых методов и концепций повышения эффективности каталитически активных материалов без использования плазменных сред с конкретными параметрами, но направленных на модификацию физико-химических свойств катализаторов установленным образом. Результаты исследований, выполненные в рамках Государственных программ научных исследований, и включенные в диссертационную работу, внедрены в учебный процесс, что подтверждается соответствующими актами.

4. Замечания по работе

При общей положительной оценке диссертационной работы необходимо сделать следующие замечания:

1. В тексте диссертации отсутствует обоснование с физической точки зрения выбора модельных веществ (метилового оранжевого и кофеина) для тестирования фотокаталитических свойств разработанных катализаторов на основе ZnO.

2. В главе 6 анализируются данные по активности модифицированных материалов в реакциях фоторазложения органических веществ, однако не всегда в качестве катализатора сравнения используется нанопорошок диоксида титана (25 нм, анатаз), который во многих опубликованных статьях других авторов рассматривается как референтный катализатор.

3. В параграфе 6.7 представлены данные, подтверждающие усиление активности катализаторов TiO₂ более, чем в 4 раза, полученные при использовании оригинальной методики автора путем нанесения тонких пленок. Очевидно, метод имеет перспективы практического использования. Однако, в тексте диссертации не обсуждаются пути совершенствования данной методики.

Сделанные замечания не затрагивают сути и высокого качества работы и не влияют на её положительную оценку в целом.

5. Соответствие научной квалификации соискателя учёной степени, на которую он претендует.

Анализ содержания диссертации Н.А. Савастенко позволяет сделать вывод о том, что научная квалификация Н.А. Савастенко соответствует ученой степени доктора физико-математических наук. Работа соискателя соответствует п. 20 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь. Личный вклад автора заключается в выборе направлений исследований, обосновании и постановке конкретных научных задач, выработке методических путей их решения, выборе объектов исследования и разработке новых экспериментальных методик и способов исследований, создании экспериментальных установок и проведе-

нии измерений, получении и интерпретации основных научных результатов. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Результаты диссертационной работы прошли апробацию на 38 республиканских и международных научных конференциях и представлены в главе книги (опубликована в Сингапуре), 23 статьях в рецензируемых научных журналах (включая «Журнал прикладной спектроскопии», «Доклады Национальной академии наук Беларуси», «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя фіз.-мат. навук», «Journal of Nanoparticles Research», «Plasma Processes and Polymers», «Applied Surface Science», «Surface and Coatings Technology», «Energy & Environmental Science», «High Temperature Material Processes»), а также 44 статьях в сборниках материалов научных конференций и 22 тезисах докладов на международных конференциях. Имеется 1 патент Республики Беларусь. С учётом высокого научного уровня публикаций можно заключить, что научная квалификация Н.А. Савастенко соответствует искомой учёной степени доктора физико-математических наук.

Диссертационная работа Савастенко Натальи Александровны является завершённым самостоятельным квалификационным исследованием, соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук (Глава 3 «Положения о присуждении учёных степеней и присвоении учёных званий»), заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы за:

– Разработку метода синтеза в лазерной плазме наноструктурированных катализаторов для нейтрализации NO_x и CO в выхлопных газах дизельных автомобильных двигателей с расширенным температурным окном активности и повышенной селективностью по отношению к азоту.

– Установление корреляционных зависимостей между фазовым составом и морфологией, определяющих повышение каталитической активности материалов, синтезированных в плазме погруженного в жидкость электрического разряда, и параметрами разряда.

– Экспериментальное обнаружение и исследование корреляционных зависимостей между плазмоиндуцированным увеличением концентраций атомов кислорода и азота в целом, атомов азота, связанных с металлом, а также атомов азота в пиррольной форме на поверхности катализаторов на основе порфиринов и их электрокаталитической активностью.

– Установление существенных индуцированных плазмой высокочастотного и диэлектрического барьерного разряда морфологических изменений самоорганизующихся структур, образованных молекулами порфирина кобальта и железа, сопровождающих превращения материала прекурсора в активную фазу катализатора.

– Разработанный комбинированный метод использования плазменных сред для обработки фотокатализаторов на основе ZnO , включающий их химическую модификацию плазмонными наночастицами серебра и обработку в плазме диэлектрического барьерного разряда в режиме, соответствующем оптимальному значению поглощенной образцом энергии, при котором достигается минимальное соотношение числа агломератов наночастиц на поверхности катализатора к числу отдельных изолированных наночастиц, оцениваемых фотометрически.

Отзыв обсужден после заслушивания доклада соискателя на заседании расширенного заседания секции «Технологическая» Ученого совета ФТИ НАН Беларуси (7 мая 2024 года, протокол № 3), присутствовали 17 сотрудников института, в том числе 4 доктора наук и 13 кандидатов наук.

СЛУШАЛИ:

1. Доклад Савастенко Натальи Александровны, которая изложила краткое содержание, основные положения и выводы представленной диссертации.

2. Проект отзыва оппонировающей организации, представленный д.т.н., профессором И.Л. Поболем – экспертом оппонировающей организации, назначенным приказом № 64 от 25 мая 2024 г.

В обсуждении диссертации приняли участие: д.т.н., профессор А.Т. Волочко, д.т.н., профессор Б.Б. Хина, д.т.н. В.А. Зеленин, к.т.н. Г.В. Марков, к.т.н., доцент В.Я. Лебедев, к.ф.-м.н. Н.М. Чекан.

В голосовании приняли участие 17 членов семинара, имеющие ученые степени. Результаты открытого голосования: «За» – 17, «Против» – нет, «Воздержались» – нет.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать к защите диссертацию Савастенко Натальи Александровны «Плазменные методы синтеза и модификации каталитически активных нано- и микродисперсных материалов», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

2. Одобрить заключение оппонировающей организации.

Физико-технический институт НАН Беларуси дает согласие на публикацию отзыва в открытом доступе на официальном сайте Института физики НАН Беларуси.

Председатель научного семинара -
к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник



В.Я. Лебедев

Эксперт -
д.т.н., профессор, начальник отдела электронно-
лучевых технологий и физики плазмы



И.Л. Поболь

Ученый секретарь на заседании – к.т.н., заведующая
лабораторией магнитно-импульсных технологий



А.М. Милюкова