

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
РАДЮК Дарьи Владимировны
«Формирование при активировании ультразвуком и свойства
нанокompозитов на основе кислородсодержащего графена с атомами
металла и органическими комплексами»,
представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности
05.16.08 – нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям)

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Диссертационная работа Радюк Дарьи Владимировны посвящена разработке методик формирования нанокompозитов на основе кислородсодержащего графена и его комплексов с атомами металлов и некоторыми органическими молекулами с использованием ультразвуковой активации жидкофазных реакций с участием микро- и наночастиц кислородсодержащего графена. Важной составляющей диссертационной работы являлось исследование оптических, электрических, каталитических и биофункциональных свойств таких нанокompозитов для потенциально возможных практических приложений в области фотоники, катализа и биомедицины.

По своему содержанию, целям, объектам исследования, решаемым задачам и применяемым методам исследования диссертационная работа Радюк Дарьи Владимировны является междисциплинарной и соответствует отраслям «физико-математические, химические науки» и специальности 05.16.08 – нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям).

2. Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационной работы Радюк Дарьи Владимировны связана с большим интересом в научном мире и прикладной среде к коллоидным системам на основе кислородсодержащего графена в виду его уникальных физических и химических свойств. В частности, графен и его производные представляют большой интерес для практических приложений в электронике, фотонике, оптике и других областях в силу ярко выраженных квантовых свойств электронных состояний. Открытая двумерная структура графена и его производные делают такой материал крайне чувствительным к внешним воздействиям, как-то адсорбция молекул из жидкой и газовой фаз,

изменение диэлектрического окружения, что является важным фактором для практического использования графена и его производных в сенсорике. Высокая чувствительность электрических и оптических характеристик кислородсодержащего графена, включая его химическую модификацию поверхности через формирование комплексов путем образования ковалентных связей и электростатическое взаимодействие с различными молекулами и ионами, обуславливает высокую актуальность работ в области разработки новых методов и методик химической функционализации кислородсодержащего графена, а также исследования влияния химической модификации на физические и химические свойства кислородсодержащего графена и его нанокompозитов. Поскольку научные исследования в данной области в настоящее время находятся на пике интереса со стороны как академического, так и прикладного сообщества, актуальность темы диссертационной работы Радюк Д.В. является совершенно обоснованной.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

Научные результаты, представленные в диссертационной работе Радюк Д.В. имеют высокую научную новизну мирового уровня. Полученные результаты опубликованы в ведущих высокорейтинговых международных научных журналах на английском языке и журналах, соответствующих перечню ВАК Беларуси. К новым и наиболее важным результатам, а также положениям, выносимым на защиту, относятся:

- 1) Разработка методологии жидкофазных процессов для формирования новых нанокompозитов на основе кислородсодержащего графена при активировании ультразвуком, его производных с рядом карбоновых кислот, комплексов с ионами металлов (серебро, железо, цинк, медь) и нанокompозитов с соответствующими оксидами;
- 2) Выявленные закономерности образования морфологии, состава и структуры нанокompозитов на основе кислородсодержащего графена с органическими комплексами металлов и одностадийного комплексообразования под действием ультразвука;
- 3) Установленные зависимости состава, структуры и морфологии синтезированных кислородсодержащих графеновых нанокompозитов с органическими комплексами металлов от совокупности экспериментально и теоретических полученных данных по их оптическим и электрическим свойствам;
- 4) Обнаруженные каталитические и биофункциональные свойства кислородсодержащих графеновых нанокompозитов, включая антиоксидантные, бактериостатические и онкопротекторные характеристики, имеющее своей целью последующее практическое приложение подобных нанокompозитов в указанных областях.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В данной диссертационной работе автор использовал широкий ряд современного научного инструментария и методик для химического, морфологического и структурного анализа, исследования оптических, электрических и биофункциональных свойств полученных кислородсодержащих графеновых нанокомпозитов, включая рентгеноструктурный, рентгенофлуоресцентный и термогравиметрический анализ, сканирующую и просвечивающую электронную микроскопию, ИК-спектроскопию, ГКР и спектроскопию оптического поглощения в видимой и УФ области, энергодисперсионную рентгеновскую спектроскопию, электрохимические и биологические методы. Полученные экспериментальные результаты имеют достаточную воспроизводимость и надежность, а заключения, сделанные на основании анализа полученных данных, являются логичными, достоверными и непротиворечивыми относительно современного уровня научных знаний в данной области.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость результатов диссертационной работы Радюк Д.В. заключается в разработке методологии получения нанокомпозитов, включающих кислородсодержащий графен, металлы или их оксиды с органическими комплексами с использованием ультразвуковой активации жидкофазных процессов, установлении взаимосвязи между условиями формирования нанокомпозитов, их морфологией, химическим составом и структурой с их физическими, химическими и биофункциональными свойствами, определяющими их перспективы дальнейшего практического использования.

С практической точки зрения нанокомпозиты на основе кислородсодержащего графена и оксидов металлов, комплексов с органическими кислотами и ионами металлов представляют большой интерес как каталитические и сенсорные устройства, биологические материалы с контролируемой пассивацией бактериостатических и окислительных процессов, оптически активных материалов для применения в фотонике, электронике и оптоэлектронике. Полученные результаты нашли применение в учебном процессе, о чем имеется соответствующий акт внедрения.

Использование полученных нанокомпозитов на основе металлографеновой структуры с органическими комплексами, обладающих антиоксидантными и

онкопротекторными свойствами, может позволить их применение в терапии онкологических заболеваний, что имеет большую социальную значимость.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертационного исследования Радюк Д.В. опубликованы в 40 научных работах, включая 2 монографии, 1 главу в книге, 22 статьи в научных изданиях в соответствии с п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, 10 статей в сборниках материалов научных конференций. Общий объем опубликованных работ составил 39,39 авторского листа. Результаты диссертационной работы были представлены в виде устных докладов на ряде международных научных конференций.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям Инструкции ВАК

Оформление, стиль изложения и объем диссертационной работы Радюк Дарьи Владимировны «Формирование при активировании ультразвуком и свойства нанокомпозитов на основе кислородсодержащего графена с атомами металла и органическими комплексами» соответствует требованиям Инструкции ВАК. Диссертация состоит из введения, перечня условных обозначений, общей характеристики работы, шести глав, заключения, библиографического списка и восьми приложений. В работе проведен достаточный аналитический обзор современной литературы по теме исследований и подробно описана методическая часть работы, включая экспериментальные исследования, математическое моделирование и теоретические расчеты. Полученные результаты представлены надлежащим образом в виде 131 рисунка, 42 таблиц и 8 приложений. Положения, выносимые на защиту, сформулированы четко и аргументированно и являются обоснованными с точки зрения целей и задач работы. Выводы, сделанные к главам и общее заключение являются логичными и корректными.

Аннотация отвечает текущим требованиям ВАК, полностью и надлежащим образом отражает содержание диссертационной работы и выносимых на защиту положений.

8. Замечания по диссертации

По тексту диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Стр. 90. При обсуждении рис. 4.3 указывается элементный состав наносфер, тогда как использованный метод ЭДРС не позволяет выделить сигналы отдельно от наносфер, а дает интегральный результат по всему композиту.

2. Рис. 4.31. На схеме ошибочно обозначена карбоксильная группа, связанная с атомом серебра (С вместо О).

3. Стр. 144 и рис. 4.35. «...В случае ультразвукового синтеза без нагревания структура «ядро/оболочка» наносфер становится инверсной...». На основании чего сделан такой вывод?

4. Стр. 168. «...наноккомпозиты СК-Fe₃O₄-КГ содержат в своих комплексах большее количество электронно активных молекул СК в отличие от наноккомпозитов СК-Fe₃O₄...». Что означает электронно активных молекул? Имеется ввиду оптически возбужденных?

5. Стр. 193 «.....перенос электронов от катионов меди к углероду и кислороду....». Скорее всего имелось ввиду перенос электронов от комплексов меди.

6. Рис. 5.2. Кислород карбоксильной группы здесь на схеме формально трехвалентен, это, по-видимому техническая ошибка.

7. Стр. 201. «...атомы серебра могут быть образованы путем агломерации промежуточных нейтральных кластеров серебра...». Это явно опечатка, должно быть наоборот.

8. Стр. 202. «...Абсорбционный пик на ~744 нм обусловлен электронным возбуждением молекул растворителя, т. е. воды...». Абсолютно неадекватное предположение, не выдерживающее прямой проверки посредством измерения спектра поглощения воды. При этом приведена ссылка на публикацию из другой области [Pegau, W. S. Temperature dependent absorption of water in the red and near infrared portions of the spectrum / W. S. Pegau, J. R. V. Zaneveld //Limnology and Oceanography. – 1993. – Vol. 38, Iss. 1. – P. 188–192.]. Я предполагаю, что она относится к переходам с переносом заряда с участием графена.

9. В тексте также присутствует ряд стилистических неточностей, в частности: «.....подтвердить избирательную электромагнитную активизацию органических молекул при их оптическом возбуждении...» (стр. 12); «...Cu₂O представляет собой классический экситонный активный полупроводник, а CuO, как известно, действует как изолятор щели с переносом зарядов...» (стр. 97); «...наноккомпозитов, включающих азотом и серой легированный КГ с серебром...» (стр. 136); «...увеличенное количество протонированных ионных видов,...» (стр. 253).

Указанные замечания носят уточняющий характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Разработанная методология формирования новых нанокompозитов, состоящих из кислородсодержащего графена, металлов или их оксидов с органическими комплексами, экспериментальные и теоретические исследования их морфологии, структуры, химического состава, оптических, электрических, каталитических и биофункциональных свойств выполнены на высоком научном уровне с привлечением современного оборудования и методов. Содержание диссертационной работы, качество изложения научного материала, анализ полученных в диссертационной работе результатов и сделанные на их основе выводы и предложения по практическому использованию полученных результатов, позволяют сделать вывод о том, что диссертация Радюк Дарьи Владимировны «Формирование при активировании ультразвуком и свойства нанокompозитов на основе кислородсодержащего графена с атомами металла и органическими комплексами» является законченной и всеобъемлющей квалификационной научной работой. Достоверность полученных результатов убедительно верифицирована публикациями в высокорейтинговых международных научных изданиях, представлением на международных научных конференциях. Все это свидетельствует о том, что Радюк Дарья Владимировна является самостоятельным высококвалифицированным специалистом международного класса, которая в состоянии генерировать и решать современные научные проблемы в разных областях науки, руководить и направлять работу научного коллектива и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.16.08 – нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям).

10. Заключение

Диссертация Радюк Дарьи Владимировны «Формирование при активировании ультразвуком и свойства нанокompозитов на основе кислородсодержащего графена с атомами металла и органическими комплексами» представляет собой комплексную завершённую квалификационную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, которая была выполнена на высоком научном уровне с применением современных методов исследования. Работа полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук (пп. 20, 21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий»), содержит достоверные научные результаты, имеющие высокую научную новизну и практическую значимость. Радюк Дарья Владимировна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по

специальности 05.16.08 – нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям) за новые научные результаты, включающие:

– Новые, научно обоснованные методы получения нанокомпозитов на основе кислородсодержащего графена, включающих комплексы с карбоновыми кислотами и ионами металлов, а также их оксидами в наноразмерном состоянии с использованием жидкофазных процессов с ультразвуковой активацией;

– Совокупность экспериментальных и теоретических результатов, позволяющих установить взаимосвязь между условиями получения нанокомпозитов и их морфологией, структурой и химическим составом, оптическими, электрическими и биофункциональными свойствами;

– Исследование химических, электрохимических и каталитических процессов с участием нанокомпозитов на основе кислородсодержащего графена, что позволяет использовать их в системах с контролируемыми антиоксидантными свойствами, электрохимических устройств для генерации водорода;

– Анализ взаимодействия нанокомпозитов на основе кислородсодержащего графена различного состава с биологическими объектами (бактерии, клетки, опухолевая ткань), в том числе в условиях СВЧ-облучения для определения возможности контроля над бактериостатическими и окислительными процессами, комбинированным онкопротекторным действием;

что, в совокупности вносит значительный вклад в важную область современного мирового научного знания о способах получения, контроля физических, химических и биофункциональных свойств, а также практического применения новых наноматериалов на основе окисленного графена.

Официальный оппонент

заведующий лабораторией нанохимии

Учреждения Белорусского государственного университета

«Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»,

Доктор химических
наук, профессор

М.В. Артемьев

Подпись М.В. Артемьева
заведующего
зам. директора НИИ



Д.Н. Врублевская