

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научно-исследовательской работе
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского


Кодоновский Алексей
Александрович
«23» 3 2019 года

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Куликовой Татьяны Валентиновны «Формирование и свойства самоорганизованных структур и нанокompозитов на основе слоистых прекурсоров: сурьмы, графита», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Актуальность темы диссертации

В последнее время большое внимание уделяется разработкам методик получения, а также теоретическому и экспериментальному исследованию свойств 2D материалов. Теоретически показано, что при снижении размерности материала от 3D к 2D происходит изменение его электронной структуры, что влечет за собой изменение свойств материала. Наиболее изученным представителем класса 2D материалов является 2D аллотроп углерода - графен, который в силу совокупности уникальных свойств представляет интерес для применения в электронике. Теоретически показана возможность существования аналогичных стабильных 2D аллотропов слоистых материалов, состоящих из элементов V группы. Привлекательной особенностью 2D аллотропов этих материалов является наличие ненулевой ширины запрещенной зоны при комнатной температуре и высокой чувствительности электронной структуры материала к внешним воздействиям, что открывает перспективы управления функциональными свойствами. 2D аллотропы слоистых материалов, состоящих из тяжелых элементов, можно исследовать как модельные объекты для наблюдения топологических свойств, проявляющихся за счет сильного спин-орбитального взаимодействия. Серая сурьма наиболее перспективный для экспериментальных исследований материал, т.к. она отвечает всем вышеперечисленным критериям: слоистая структура, возможность получения стабильного полупроводникового 2D аллотропа и наблюдения топологических свойств. Актуальной остается проблема получения стабильных модификаций 2D аллотропов слоистых материалов с воспроизводимыми свойствами и их характеристика, а также создание композитных материалов, повышающих стабильность слоистых модификаций и расширяющих спектр их функциональных свойств.

Новизна полученных результатов диссертации

Наиболее интересными результатами, полученными впервые, являются следующие:

1. На основании квантово-химического моделирования процесса расслоения исходного слоистого материала предложена модель самосборки слоистых планарных и сфероидальных структур и композитов на их основе в жидких средах, активация которых происходит за счет наличия разноименных по величине и типу заряда фрагментов исходного расслоившегося материала;

2. В результате экспериментальных исследований процесса формирования планарных структур в коллоидных растворах установлены закономерности формирования композитных 2D структур при наличии в растворе заряженных и/или индифферентных фрагментов исходного расслоившегося материала;

3. В результате экспериментальных исследований процесса кристаллизации расплавов исходных кристаллических слоистых материалов установлено, что для слоистых материалов на основе сурьмы (Sb, InSb, GaSb) характерно образование самоорганизованных сфероидальных структур типа ядро-оболочка;

4. Убедительно показано, что оболочка и ядро сфероидальной структуры на основе сурьмы, морфологически, структурно и по составу отличаются друг от друга, что приводит в совокупности к появлению новых функциональных свойств, таких как способность накапливать и сохранять избыточный заряд и нелинейная проводимость, отличных от исходных материалов.

Значимость научных и практических результатов диссертации

Выявленное фундаментальное свойство 2D аллотропов слоистых материалов с ковалентным типом межслоевого взаимодействия - зарядовая мультиплетность углубляет понимание механизмов формирования аллотропов, а также появления и управления их функциональными свойствами.

Предложенная модель самосборки структур с учетом распределенного электрического поля в 2D аллотропах слоистых материалов с ковалентным типом межслоевого взаимодействия может являться предпосылкой для создания новых технологий получения наноматериалов и композитов на их основе для энергетики и электроники нового поколения.

Экспериментально показана возможность формирования аллотропов слоистых материалов различных морфологий и композитов на их основе из коллоидных растворов и расплавов, перспективных для систем хранения энергии и защиты электронных схем.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты исследования процесса расслоения исходных слоистых кристаллических материалов под воздействием различных физических полей (ультразвукового, теплового) и их последующей самосборки представляют интерес для специалистов научно-исследовательских организаций: МГУ, СПбГУ, МИЭТ, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, ИК РАН им. А.В. Шубникова, НГУ им. Н.И. Лобачевского (Нижегород), ИМЕТ РАН им. А.А. Байкова.

Результаты экспериментальных исследований морфологии, структуры и свойств аллотропов слоистых материалов и композитов на их основе, полученных из коллоидных растворов и расплавов, представляют интерес для специалистов предприятий электронной и энергетической отраслей, таких как: ООО «Аедон» (Воронеж), АО НИИ «Гириконд» (Санкт-Петербург), АО «Завод энергозащитных устройств» (Санкт-Петербург).

Кроме того, полученные результаты и разработанные методики можно использовать в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника».

Достоверность результатов и выводов диссертации

Достоверность полученных в работе результатов по формированию, морфологии, структуре и свойствам аллотропов различных морфологий на основе сурьмы, а также композитов на их основе обеспечивается использованием в проводимых экспериментах прецизионного оборудования, проведением всестороннего исследования полученных объектов комплексом взаимодополняющих методов и воспроизводимостью результатов.

Достоверность модели самосборки аллотропов слоистых материалов подтверждена использованием современных методов квантово-химического моделирования и соответствием предложенной модели экспериментальным результатам.

Замечания по диссертационной работе

1. Не достаточно полно проведено исследование электрофизических свойств полученных планарных и сфероидальных аллотропов на основе сурьмы и композитов сурьма/углерод;

2. Для полной характеристики планарных 2D аллотропов и поверхностного слоя сфероидальных структур на основе сурьмы желательно проведение исследований методами просвечивающей электронной микроскопии и микродифракции;

3. В 5 главе, устанавливающей типологию формирования сфероидальных структур типа ядро-оболочка на основе сурьмы, идентификация структур представлена достаточно убедительно, но, к сожалению, фактически отсутствует электрофизическая характеристика.

Приведенные замечания не ставят под сомнение основные результаты, выводы диссертации и не снижают научной ценности работы.

Заключение

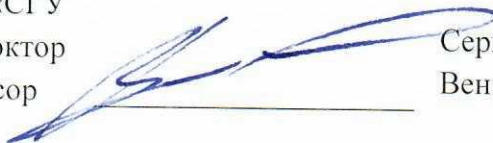
Диссертация Куликовой Т.В. является научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научном уровне. Диссертация обладает научной новизной, проявляющейся в обнаружении фундаментального свойства 2D аллотропов слоистых материалов с ковалентным типом межслоевого взаимодействия - зарядовой мультиплетности, а также получении сфероидальных структур типа ядро-оболочка на основе сурьмы в одном технологическом цикле при средних скоростях охлаждения расплава. Особо следует отметить, что образование сфероидальных структур является закономерным не только для чистой сурьмы, но и для ее соединений, таких как алмазоподобные полупроводники InSb, GaSb. Автореферат и публикации полно и правильно отражают содержание диссертации, ее основные положения и выводы.

По объему, научной новизне, практической значимости и достоверности диссертационная работа Куликовой Т.В. «Формирование и свойства самоорганизованных структур и нанокомпозитов на основе слоистых прекурсоров: сурьмы, графита» полностью отвечает требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о

присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертации Куликова Татьяна Валентиновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа обсуждена, и отзыв утвержден на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством факультета нано- и биомедицинских технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (протокол № 4 от «23» ноября 2017 г.).

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий, заведующий кафедрой материаловедения, технологии и управления качеством ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», доктор физико-математических наук, профессор



Сергей Борисович
Вениг

Адрес: 410012, Россия, Саратовская область, город Саратов, ул. Астраханская, 83
Телефон: +7(8452)512705, +7(8452)511740
E-mail: wenigsb@mail.ru

