

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Куликовой Татьяны Валентиновны «Формирование и свойства самоорганизованных структур и нанокompозитов на основе слоистых прекурсоров: сурьмы, графита», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Со времени открытия графена как стабильной двумерной структуры, большое внимание уделяется получению неуглеродных наноструктур из других материалов. Выделен новый класс материалов - двумерные материалы, представляющие собой 2D аллотропы материалов предшественников - прекурсоров. Особое внимание в физике конденсированного состояния уделяется слоистым прекурсорам, в связи с возможностью получения стабильных функциональных 2D аллотропов. Теоретически показано, что монослои элементов V группы и их соединений перспективны для электроники, т.к. они образуют группу полупроводниковых материалов с шириной запрещенной зоны в широком диапазоне от 0,3 до 1,7 эВ. В отличие от графена, особенностью таких структур является гофрированность слоя, степень и геометрия которой предопределяет свойства материала, его чувствительность к внешним воздействиям и служит основанием для выделения модификаций материала. 2D аллотропы, состоящие из тяжелых элементов, являются модельными материалами для наблюдения и изучения топологических эффектов, например, перехода материала в состояние топологического изолятора. Актуальным и перспективным является создание композитов на основе слоистых материалов для повышения стабильности 2D аллотропов и расширения их функциональных возможностей. В связи с этим тема диссертации Куликовой Т.В., посвященная исследованию условий формирования и характеристики самоорганизованных 2D и 3D структур и нанокompозитов из слоистых прекурсоров: сурьмы и графита, является актуальной, как с научной, так и с практической точек зрения.

Диссертация соответствует паспорту специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» в части пункта 1 «Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и в том числе материалов световодов как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления», пункта 5 «Разработка математических моделей построения фазовых диаграмм состояния и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения», в части пункта 6 «Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами».

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения с выводами и списка цитируемой литературы. Содержание работы изложено на 132 страницах машинописного текста, включая 101 рисунок, 11 таблиц и список литературы из 128 наименований.

Аналитический обзор свидетельствует о большом объеме аналитической работы, выполненной соискателем по систематизации существующей информации из анализа отечественной и зарубежной литературы, включая наиболее актуальные источники за последние 5 лет. Отражает современное состояние вопроса по свойствам, способам получения и возможным областям применения 2D материалов, композитов на их основе и самоорганизованных 3D наноструктур. Большое внимание уделено обзору теоретических работ по структуре, свойствам и возможностям управления свойствами 2D материалов (графена, антимонена), разрабатываемым методам их получения, а также методам получения 3D нанообъектов в сильно неравновесных условиях.

Особое внимание уделено особенностям структуры антимонена, связанной со степенью и геометрией гофрированности слоя, вызванной ковалентным типом межслоевого взаимодействия в исходном кристаллическом прекурсор, и обзору теоретических работ по влиянию деформаций слоя на электронную структуру и свойства 2D материала.

Однако, экспериментальное исследование группы элементарных 2D материалов находится на начальном этапе в связи со сложностью получения независимых стабильных монослоев с воспроизводимыми свойствами. Актуальной остается задача создания композитных материалов на основе 2D аллотропов слоистых прекурсоров, расширяющих спектр их функциональных свойств для элементной базы электроники нового поколения. Требуется разработка новых теоретических и экспериментальных подходов с учетом специфики межслоевого взаимодействия в исходных кристаллических материалах.

В работе в качестве объекта исследования выбраны слоистые материалы с ковалентным типом межслоевого взаимодействия, среди которых выделена сурьма, как материал с сильным спин-орбитальным взаимодействием, образующий наиболее стабильные 2D аллотропы.

В основной части работы автором проделана большая и трудоемкая работа по теоретическому и экспериментальному исследованию процессов самоорганизации при ультразвуковом воздействии на коллоидные растворы сурьмы и графита при получении планарных аллотропов и композитов на их основе и при спонтанной кристаллизации расплава в процессе получения сфероидальных структур типа «ядро-оболочка» на основе сурьмы. Наиболее важными результатами, имеющими несомненную научную ценность, являются:

1. Автором обнаружено явление дискретной кристаллизации расплава, приводящее к образованию массива сфероидальных частиц типа «ядро-оболочка» в диапазоне размеров 10^{-4} - 10^{-6} м.
2. Для сурьмы и ее полупроводниковых соединений (InSb, GaSb) обнаружен новый тип структур «ядро-оболочка»: монокристаллическое ядро и наноболочка того же вещества, отличная от ядра по свойствам.
3. Идентифицирована структура и свойства оболочки как особого фазового состояния сурьмы, обладающего диэлектрическими свойствами.
4. Предложена единая концепция образования самоорганизованных сфероидальных и планарных структур на основе модели зарядовой мультиплетности за счет самосборки в жидких средах.

Достоверность и обоснованность основных положений и выводов диссертации обеспечивается использованием прецизионного современного оборудования, применением совокупности современных методов исследований, воспроизводимостью результатов исследований, соответствием экспериментальных данных предложенной модели деформированных 2D аллотропов слоистых материалов.

Вместе с тем в работе обнаружены некоторые упущения и недостатки, по которым можно сделать следующие **замечания**.

1. Цель работы сформулирована неудачно, поскольку «Исследование условий.....» скорее представляет процесс достижения поставленной цели, нежели саму цель исследований.
2. В модели зарядовой мультиплетности устанавливается причина возникновения нелинейных эффектов в коллоидных растворах, однако, механизмы образования мультислоев и композитов рассмотрены феноменологически.
3. Приведенная совокупность свойств полученных объектов характеризует их особенности, обусловленные морфологией, но носит оценочный характер и требует расширения.
4. В тексте диссертации и автореферата имеются отступления от общепринятых правил оформления и отдельные опечатки (например, стр. 62, 80, 86, 130 в диссертации).

Однако, вышеперечисленные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации.

Рассматривая диссертационную работу Куликовой Т.В. в целом, следует отметить, что она является законченной научно-исследовательской работой, обладающей актуальностью, новизной, большим экспериментальным и теоретическим материалом по изучению процессов формирования, идентификации и характеристики полученных объектов, которая характеризует вполне достаточную квалификацию автора.

Текст диссертации Куликовой Т.В. изложен в доступной форме и снабжен достаточным количеством иллюстраций. Полученные в диссертации результаты по методам получения, морфологии, структуре и свойствам 2D и 3D аллотропов слоистых материалов, имеют важное научное и практическое значение.

Содержание диссертации с необходимой полнотой отражено в автореферате. Основные результаты работы достаточно подробно опубликованы в виде научных статей в зарубежных и отечественных изданиях.

Диссертация Куликовой Т.В. «Формирование и свойства самоорганизованных структур и нанокompозитов на основе слоистых прекурсоров: сурьмы, графита» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую всем критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Куликова Татьяна Валентиновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент, заведующий
кафедрой физики твердого тела
Воронежского государственного
технического университета,
д.ф.-м.н., профессор
24.11.2017 г.

Юрий Егорович Калинин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет».
Почтовый адрес: 394026, г. Воронеж, Московский проспект, 14.
Тел.: +7 (473) 246-66-46
E-mail: kalinin48@mail.ru

Подпись профессора Каминена Ю. Э
Заведующий
Ученый секретарь ученого совета
ВСТУ



Юрий В.А. Трогашин