

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Жукалина Дмитрия Алексеевича «Диссипативные структуры и процессы при формировании функциональных материалов на основе углеродных нанотрубок», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

В настоящее время одной из важных проблем физики конденсированного состояния является изучение нелинейных явлений в многокомпонентных гетерогенных системах. Это способствует установлению физической природы происходящих в них явлений, совершенствованию существующих теоретических положений и разработке новых материалов, обладающих комплексом уникальных функциональных свойств. В связи с вышесказанным тема диссертации Жукалина Д.А., посвященная исследованию условий формирования и свойствам самоорганизованных наноструктур композитных и гибридных материалов на основе коротких углеродных нанотрубок (УНТ), является актуальной, как с научной, так и с практической точек зрения.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» в части пункта 2 «Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств неупорядоченных неорганических и органических систем, включая дисперсные системы», в части 6 «Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами».

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения с выводами и списка цитируемой литературы. Содержание работы изложено на 154 страницах машинописного текста, включая 83 рисунка, 13 таблиц и список литературы из 186 литературных источников.

Аналитический обзор – достаточно полный, отражает способы получения, свойства и области применения композитных и гибридных материалов с использованием в качестве базового компонента коротких УНТ.

Большое внимание уделено методам получения и механизмам формирования самоорганизованных структур с использованием коротких УНТ в полимерных, оксидных и медицинских системах. В качестве базового механизма самоорганизации подробно рассмотрен автоволновой процесс (АВП) и диссипативные структуры (ДС) в нелинейных системах. В результате анализа имеющихся данных по капельным технологиям в физике, химии и биологии сделан обоснованный выбор модельного реактора с распределенной активной средой - высыхающей капли.

Подробное рассмотрение физических процессов в динамических условиях высыхающей капли свидетельствует о большом объеме аналитической работы, выполненной соискателем по систематизации существующей информации из анализа отечественной и зарубежной литературы последних лет.

В основной части работы автором проделана большая и трудоемкая работа по исследованию процессов самоорганизации в неравновесных условиях реакторов двух типов: с экстремальными параметрами электродугового синтеза наноструктурированных материалов (фуллеренов, нанотрубок) и нормальными условиями высыхающей капли при синтезе композитных и гибридных материалов на основе полученных УНТ. Наиболее важными результатами, имеющими несомненную научную ценность, являются:

1. Автором обнаружено новое физическое явление, характеризующее процесс самоорганизации – возникновение ДС при формировании наноструктур в высыхающей капле коллоидных взвесей наноконпонентов. По сумме отличительных признаков: неравновесность, нелинейность, спонтанность, открытость – автор убедительно показывает, что ДС представляет собой локализованные тепловые АВП с накачкой, порождаемые гидродинамической неустойчивостью высыхающей капли.

2. Выявленные автором параметры ДС: амплитуда, частота колебаний, длительность процесса, число экстремумов и двумерный паттерн АВП используются для параметризации. В связи этим особый интерес, вызывает

возможность использовать АВП, как теплофизический индикатор процессов взаимодействия в наносистемах различной природы.

3. При нанофазном взаимодействии компонентов в бинарных системах на основе УНТ обнаружено 4 основных типа взаимодействия: агрегация; иммобилизация; фрактальный синтез; холодный синтез кристаллических нанофаз. Термографические, структурные и морфологические исследования показали, что короткие УНТ, обладая высокой хемоактивностью и селективностью, являются универсальным модификатором для систем различной природы.

Особый научный и практический интерес представляют данные о холодном синтезе в условиях испаряющейся капли нанофазы карбида кремния гексагональной кристаллической структуры политипа 4H, пространственной группы C^4_{6v} -P6₃mc в системе SiO₂-УНТ.

Достоверность и обоснованность основных положений и выводов диссертации обеспечивается обоснованными критериями выбора компонентов по ряду параметров взаимодействующих частиц, применением совокупности современных методов исследований, повторяемостью результатов исследований, соответствием отдельных полученных результатов литературным данным.

Учет автором нелинейных динамических условий среды и использование современных прецизионных методов контроля агрегации и синтеза обеспечили высокую воспроизводимость экспериментальных данных. Феноменологическая модель активного центра коротких УНТ адекватна при интерпретации полученных результатов.

Обнаруженный автором фундаментальный эффект возникновения тепловых диссипативных структур представляет научную ценность и открывает путь к наукоемким технологиям по получению новых функциональных материалов с заданными свойствами. Дальнейшее развитие предложенной технологии позволит осуществлять холодный синтез высокотемпературных фаз ряда соединений.

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 пунктах «научная новизна» и «основные положения и результаты, выносимые на защиту» не отражены, представленные в диссертации, оригинальные результаты по самоорганизации фуллеренов. Эти данные представляют большой интерес в понимании механизмов взаимодействия углеродных наночастиц, а для полноты исследования следовало бы провести теплофизические исследования агрегации фуллеренов, как в чистом виде, так и в композитных материалах.
3. В тексте диссертации и автореферата имеются отступления от общепринятых правил оформления (в списке литературы диссертации отсутствуют многие свои работы, указанные в автореферате, а во многих работах других авторов нет названия статей) и отдельные опечатки (например, с. 18, 25, 70, 91 в диссертации и с. 15 в автореферате). В работе имеются отдельные неудачные выражения типа «релаксационный» модуль вместо «релаксированный».

Однако, вышеперечисленные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации.

Рассматривая диссертационную работу Жукалина Д.А. в целом, следует отметить, что она является законченной научно-исследовательской работой, обладающей актуальностью, новизной, большим экспериментальным материалом по изучению физико-химических свойств композитных и гибридных материалов на основе углеродных нанотрубок, которая характеризует вполне достаточную квалификацию автора.

Текст диссертации Жукалина Д.А. изложен в доступной форме и снабжен достаточным количеством иллюстраций. Полученные в диссертации результаты по исследованию тепловых пространственно-временных структур, характеризующих процесс самоорганизации при формировании композитных и гибридных материалов с расширенными функциональными свойствами, 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 Жукалина Д.А. «Диссипативные структуры и процессы при формировании функциональных материалов на основе углеродных нанотрубок» 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 Жукалин Дмитрий Алексеевич 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
16.10.2015 г.

Ю.Е. Калинин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального 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 Калинина Ю. Е.
ЗАВЕРЯЮ
секретарь Ученого совета ВГТУ
А.В.Мандрыкин