


«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, доктор химических наук


_____ К.С. Гавричев
« 12 » октября 2015 года

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Жукалина Дмитрия Алексеевича «Диссипативные структуры и процессы при формировании функциональных материалов на основе углеродных нанотрубок», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Актуальность темы диссертации

В настоящее время большое внимание уделяется получению и исследованию композитных и гибридных материалов с заданными и расширенными функциональными свойствами. При формировании наноструктурированных композитных и гибридных материалов одним из важнейших процессов является самоорганизация. Исследование взаимодействий наноконпонентов в активной среде при контролируемых начальных условиях открывает ряд возможностей формирования иерархически-связанных структур. В качестве универсального компонента при формировании функциональных материалов, благодаря своим полифункциональным свойствам, все чаще используются углеродные нанотрубки (УНТ). Однако, при изучении взаимодействия углеродных наночастиц, как правило, пользуются адаптированными классическими теориями, которые не раскрывают в полной мере всю специфику наномасштаба. Отсутствует фундаментальное понимание взаимосвязи процесса формирования и свойств конечной структуры. Таким образом, диссертационная работа Жукалина Д.А., посвященная экспериментальному исследованию условий формирования и свойств самоорганизованных наноструктур композитных и гибридных материалов

на основе углеродных нанотрубок в открытых системах ограниченного объема является актуальной как в научном, так и практическом отношении.

Новизна полученных результатов диссертации

Наиболее интересными результатами, полученными впервые, являются следующие:

1. При изучении агрегации в высыхающей капле коллоидной взвеси для систем различной природы на основе УНТ, по сумме отличительных признаков (неравновесность, нелинейность, спонтанность, открытость) впервые обнаружены тепловые пространственно-временные (диссипативные) структуры.

2. По результатам термографических, структурных и морфологических исследований обнаружена повышенная хемоактивность и селективность коротких УНТ при взаимодействии с материалами 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.

4. Установлено, что при самоорганизации наноструктур на основе УНТ существенную роль играет природа второго компонента, тип химической связи, симметрия и параметры кристаллической структуры.

5. Капельным методом при комнатной температуре впервые получены новые композитные и гибридные материалы на основе УНТ с расширенными функциональными свойствами. Для композитного материала клиноптилолит/УНТ выявлено повышение сорбционной емкости и каталитической активности. В гибридном материале глюкоамилаза/УНТ возникает устойчивость к уровню кислотности раствора. В системе аморфный диоксид кремния/УНТ осуществлен холодный синтез нанофазы карбида кремния.

Значимость научных и практических результатов диссертации

Обнаруженный фундаментальный эффект возникновения тепловых диссипативных структур является термодинамической характеристикой процесса самоорганизации в реакторах ограниченного объема и открывает новые возможности для диагностики процессов формирования наноструктур различного назначения.

Короткие УНТ, благодаря высокой хемоактивности и селективности являются универсальным модификатором для систем различной природы, что

позволяет создавать материалы нового типа с заданными свойствами.

Созданы предпосылки для развития технологии холодного синтеза высокотемпературных фаз (карбидов, нитридов, боридов) в капельном нанореакторе.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты исследования динамических условий синтеза функциональных материалов на основе углеродных нанотрубок и наноматериалов различной природы в открытых диссипативных системах использованы при выполнении проекта по теме «Создание программно-вычислительного комплекса для компьютерного моделирования структурных, сорбционных и электронных свойств фуллеренов и углеродных нанотрубок и процессов адсорбции» финансируемым федеральной целевой программой (госконтракт № 14.574.21.0112) «Исследования и разработка по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы». Разработанный метод получения самоорганизованных структур клиноптилолит-УНТ с улучшенными каталитическими и сорбционными свойствами используется при выполнении международного проекта FP7-IRSES-295260 “ECONANOSORB” при поддержке акций Марии Кюри 7 рамочной программы ЕС. Диагностика формирования наносистем по теплофизическим свойствам представляет интерес для специалистов научно-исследовательских организаций: СПбГУ, МГУ, ФТИ им. Иоффе, НИУ МИЭТ, ИПФ РАН (Нижний Новгород), ИПХФ, ООО «НаноТехЦентр» (Санкт-Петербург).

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

Достоверность результатов и выводов диссертации

Достоверность полученных в работе данных по синтезу композитных и гибридных структур обеспечивается использованием прецизионных методов исследования теплофизических, морфологических, структурных и функциональных свойств (каталитическая активность, сорбционная емкость, ферментативная активность) и воспроизводимостью результатов. Достоверность образования тепловых диссипативных структур в высыхающей капле при агрегации и синтезе наноструктур на основе углеродных нанотрубок

подтверждена универсальностью возникающих автоволновых процессов с набором характеристических параметров. Достоверность модели взаимодействия углеродных нанотрубок с аморфным диоксидом кремния подтверждена использованием современных методов квантово-химического расчета и удовлетворительным согласованием результатов расчетов с экспериментом. Выводы диссертационного исследования базируются на основных принципах неравновесной термодинамики Пригожина-Гленсдорфа и согласуются с работами российских и зарубежных исследователей последних лет.

Замечания по диссертационной работе

1. Для полноты исследования эффекта образования диссипативных структур желательны эксперименты с использованием гидрофобных подложек.

2. Отсутствует модель образования диссипативных структур.

3. Функциональные свойства изучены на ограниченном количестве полученных материалов. Особый интерес представляет влияние встроенных углеродных нанотрубок на диэлектрические свойства триглицинсульфта; исследование фотолюминесценции в композитном материале на основе квантовых точек сульфида кадмия.

4. Для интерпретации фрактальной синтеза желательна кристаллохимическая модель встраивания углеродных нанотрубок в кристаллическую структуру второго компонента.

5. Большой интерес представляет разнообразие типов получаемых на основе УНТ структур. Однако, в диссертационной работе рассмотрена модель взаимодействия только локального ковалентного замещения с формированием карбида кремния.

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

Заключение

Диссертация Жукалина Д.А. является завершенной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научном уровне. Диссертация обладает безусловной научной новизной, проявляющейся в обнаружение пространственно-временных тепловых колебаний при формировании наноструктур в испаряющейся капле. Автореферат и публикации полно и правильно отражают содержание диссертации и ее основные положения и выводы.

По объему, научной новизне, практическому значению и достоверности диссертационная работа Жукалина Д.А. «Диссипативные структуры и процессы при формировании функциональных материалов на основе углеродных нанотрубок» полностью отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Автор диссертации Жукалин Дмитрий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 — физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа обсуждена, и отзыв утвержден на заседании секции ученого совета ИОНХ РАН «Реакционная способность координационных соединений» (протокол № 5 от «1» октября 2015 г.).

Главный научный сотрудник лаборатории химии обменных кластеров ИОНХ РАН, доктор химических наук



Минин Вадим
Викторович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, 31, телефон: +7 (495) 952-07-87, e-mail: info@iqic.ras.ru

Подпись руки тов. *Минина В.В.*
УДС СТОЗЕРТНО
Зав. клас. тарией ИОНХ РАН

