

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Сжогиной Алины Александровны

« СТРУКТУРА И МАГНИТНО-РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЭНДОЭДРАЛЬНЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ ЖЕЛЕЗА И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Эндоэдральные углеродные кластеры, фуллерены, содержащие во внутренней полости атомы металлов и неметаллов представляют высокий научный и практический интерес, благодаря уникальным свойствам этих частиц. Данные о сферах использования этих производных фуллеренов пока еще ограничены из-за их низких выходов при получении (в 100-1000 раз меньше, чем для пустых фуллеренов), плохой растворимости и ряда экспериментальных сложностей при их синтезе. Однако, недавний прогресс в технологии очистки и химической дериватизации (функционализации) фуллеренов сделал возможным применение металлофуллеренов, если при использовании требуются малые количества материала. С исследованиями эндометаллофуллеренов (ЭМФ) связываются прогнозы на создание новых материалов с особыми свойствами: сверхпроводники, органические ферромагнетики, лазерные и сегнетоэлектрические материалы, фармацевтические и радиофармацевтические препараты и т.п. Уже получены обнадеживающие результаты по использованию производных ЭМФ для лечения вирусных заболеваний, вызываемых ВИЧ-инфекцией.

Для группы 3d-металлов (17 элементов), обладающих комплексом особых и важных для применений химических и физических свойств (переменная валентность, магнетизм, высокие температуры плавления, кардинальная роль в живой природе – обеспечении фотосинтеза, функций дыхания через молекулы хлорофилла и гема крови), ранние попытки получения эндоэдральных структур не приводили к успеху, либо эксперименты фиксировали лишь следовые количества эндоэдральных структур, включающих такие элементы как Fe, Co, Mn. Среди 3d-металлов железо, благодаря наличию магнитных свойств, является чрезвычайно интересным с точки зрения возможности помещения его в фуллереновую оболочку (кейдж) $Fe@C_{60}$ с последующим преобразованием в водорастворимую (гидроксिलированную) форму $Fe@C_{60}(OH)_{30}$. В таком виде частицы могут быть использованы в биомедицинских целях, прежде всего в составе контрастирующих агентов для магнито-резонансной томографии и в виде радиофармацевтических препаратов.

Диссертационная работа Сжогиной Алины Александровны выполнена в рамках этой чрезвычайно **актуальной** проблемы и посвящена проведению систематических исследований условий и механизмов образования и агрегации в водных средах гидроксированных эндофуллеренов, содержащих инкапсулированные атомы железа, и их полимерных комплексов.

Научная новизна работы определяется тем, что в ней впервые разработан метод получения эндофуллеренов $\text{Fe}@C_{60}$ с помощью электродугового испарения графита в присутствии железосодержащего агента – пиролизата фталоцианина железа, найден эффективный способ превращения эндофуллеренов в гидроксированные водорастворимые производные $\text{Fe}@C_{60}(\text{OH})_{30}$, получены надежные доказательства эндодрального строения частиц, исследованы и охарактеризованы особенности поведения эндометаллофуллеренолов и их полимерных комплексов и характер магнитно-релаксационных процессов в водных средах.

Методами малоуглового рассеяния нейтронов и рентгеновского излучения автором изучено структурирование водных растворов производных эндофуллеренов железа с образованием стабильных кластеров, показано, что водорастворимые производные ЭМФ железа обладают высокой релаксационной эффективностью и проявляют способность к самоорганизации. Автором диссертации доказано, что эндометаллофуллеренолы железа являются устойчивыми к действию радиации, что обуславливает их перспективность при получении радиофармпрепаратов.

В работе использован комплекс современных методов исследования, эксперимент выполнен на высоком уровне, интерпретация результатов согласуется с передовыми представлениями в области физики фуллеренов и их производных.

Практическая значимость работы состоит в том, что найденный автором подход к управляемому синтезу эндофуллеренов открывает перспективы получения новых эндофуллеренов с металлами группы 3d и определяет направления практического использования эндофуллеренолов $\text{Fe}@C_{60}(\text{OH})_{30}$ в магнитно-резонансной томографии и получении радиофармпрепаратов.

Апробация работы и публикации. В списке публикаций в автореферате представлено 6 статей. Материалы диссертации отражены в 11 тезисах докладов. Автором получен 1 патент РФ. Это подтверждает, что работа получила всестороннее обсуждение среди специалистов соответствующего профиля.

Автореферат достаточно информативен, однако по содержанию автореферата можно сделать *следующие замечания:*

1. На стр. 9 отмечено, что «Наличие гидроксильных групп в $\text{Fe}@C_{60}(\text{OH})_{30}$ и характерных химических связей в комплексах эндофуллеренов железа $\text{Fe}@C_{60}$ с биомедицинскими полимерами определяли методом ИК-спектроскопии». Указание о данных ИК-спектроскопии как о важнейших результатах представлены и в выводах работы (Вывод № 1). Однако эти данные не приведены и не обсуждены в тексте автореферата.
2. Положение, приведенное автором на стр. 6 и указывающее, что «увеличение радиуса структур эндофуллеренолов в кислой среде связано с усилением роли гидрофобных взаимодействий» можно рассматривать как дискуссионное. Вероятной причиной этого явления может быть изменение характера взаимодействия эндофуллеренолов, обусловленное влиянием протонов кислоты на водородные связи между гидроксильными группами.
3. На стр. 7-10 речь идет о эндофуллеренолах с формулой $\text{Fe}@C_{60}(\text{OH})_{30}$, а в выводах (Вывод № 5) указана формула $\text{Fe}@C_{60}(\text{OH})_{38}$. Возможно, где-то допущена опечатка.
4. В выводах работы (Вывод №1) указано... «новые железоуглеродные структуры и фуллеренолы на их основе обладают эндодральным строением», однако из автореферата не ясно, проводились ли независимые исследования негидроксилированных эндофуллеренов в твердой фазе.

Сделанные замечания не умаляют научную и практическую значимость результатов и не влияют на высокую оценку работы.

На основании анализа автореферата можно заключить, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (пункт 9-14), а ее автор Сжогина Алина Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Доктор химических наук,
ведущий научный сотрудник
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института высокомолекулярных
соединений Российской академии наук

Виноградова Людмила Викторовна

11.09.2017 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук,
199004, г. Санкт-Петербург, В.О. Большой пр., д. 31
Тел. 8 9500411449
e-mail: VinogradovaLV@rambler.ru



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
начальник отдела кадров ИВС РАН
А.Н. Курнова / А.Н. Курнова
«12» / 09 2017 г.