Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Российская академия наук
Отделение химии и наук о материалах Российской академии наук
Научный совет РАН по материалам и наноматериалам
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

VIII Всероссийская конференция по наноматериалам

НАНО 2023

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Москва, 21 – 24 ноября 2023 г.

www.nano.imetran.ru

VIII Всероссийская конференция по наноматериалам

НАНО 2023

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

21-24 ноября 2023 г.

Москва, ИМЕТ РАН

УДК 539.2:621.3.049.77(063)
ББК 22.36+22.37+30.37я431
В 85

VIII Всероссийская конференция по наноматериалам. Москва. 21-24 ноября 2023 г. / Сборник материалов. – М.: ИМЕТ РАН, 2023, 348 с.

ISBN 978-5-4465-3971-0

Выражаем благодарность за финансовую и информационную поддержку:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Российская Академия Наук

1938 ИМЕТ РАН

АКТИВНАЯ ФОТОНИКА

ФОТОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

NANOINDUSTRY НАНОИНДУСТРИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ТЕХНОСФЕРА

CoLab

АДВИН Передовые Инновации

Материалы публикуются в авторской редакции.

© ИМЕТ РАН, 2023

[2] R.N. Johnson, G. L. Sheldon // J. Vac. Sci. Technol. 1986. V.4. pp. 2740–2746

[3] S.K. Mukanov, A.E., Kudryashov, M.I. Petrzhik // Inorg. Mater. Appl. Res. 2022. V.13. pp. 732–739

[4] M.I. Petrzhik, E.A. Levashov // Crystallogr. Rep. 2007, Vol. 52, No. 6, pp. 966–974.

РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНТРАСТИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАНОЧАСТИЦ СОСТАВА Fe_3O_4@ZnO В МЕТОДЕ МРТ ПУТЁМ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБОЛОЧКИ ZnO

Ткаченко Д.С.*, Желтова В.В., Бобрышева Н.П., Осмоловский М.Г., Вознесенский М.А., Осмоловская О.М.

Санкт-Петербургский государственный университет, г.Санкт-Петербург,

** dmitry.tka12@gmail.com*

Наночастицы магнетита (Fe_3O_4) благодаря своей биосовместимости и суперпарамагнитным характеристикам являются одним из наиболее перспективных материалов для создания T2-контрастных агентов для МРТ. Однако применение наночастиц Fe_3O_4 в медицине до сих пор сдерживается из-за характерного для них окисления поверхности. В связи с этим появляется необходимость стабилизации наночастиц магнетита, например, путём создания вокруг них защитной оболочки. Тем не менее, создание наночастиц типа «ядро-оболочка» приводит к изменению свойств ядра Fe_3O_4. Ответ на вопрос, каким образом параметры оболочки ZnO влияют на магнитные свойства наночастиц Fe_3O_4@ZnO, определил направление данной работы.

Как синтез ядер Fe_3O_4, так и последующее получение наночастиц Fe_3O_4@ZnO велось методом осаждения. Для регулирования толщины и степени кристалличности оболочки ZnO был разработан оригинальный подход, основанный на варьировании количества и порядка введения реагентов в реакционную смесь, а также температуры синтеза. Все образцы были охарактеризованы комплексом химических и физико-химических методов, включая РФА, ИК-спектроскопию, ПЭМ высокого разрешения, определение удельной поверхности методом БЭТ, спектроскопию поглощения и отражения, а также РФЭС и СКР.

Для изучения влияния образования оболочки на свойства наночастиц Fe_3O_4@ZnO были проведены Мёссбауэровская спектроскопия, исследование магнитных свойств, эксперимент МРТ *in vitro* и компьютерное моделирование. Для моделирования ансамбля наночастиц

под воздействием магнитного поля была реализована модель, которая представляет собой наночастицы в узлах кубической решётки, имеющие случайно направленную ось намагничивания, с наложенными периодическими граничными условиями во внешнем поле. Для описания взаимодействия моментов использовалось классическое уравнение диполь-дипольного взаимодействия.

Результаты комплексного исследования полученных наночастиц показали, что оболочка ZnO приводит к появлению промежуточных слоёв в ядре Fe_3O_4. Структура Fe_3O_4@ZnO может быть описана как «магнетит — маггемит — гётит — оксид цинка», что подтверждается и результатами проведённого компьютерного моделирования. Эксперимент МРТ *in vitro* выявил уменьшение времени релаксации T2 с увеличением плотности оболочки ZnO. Таким образом, была показана возможность управляемого получения стабилизированных наночастиц Fe_3O_4@ZnO типа «ядро-оболочка». Благодаря этому становится возможным тонкое регулирование магнитных свойств наночастиц, что может найти применение в контрастировании при проведении МРТ.

Исследование проведено при финансовой поддержке гранта РНФ №23-23-00220, https://rscf.ru/project/23-23-00220/. Автор выражает благодарность ресурсным центрам «Рентгенодифракционные методы исследования», «Магнитно-резонансные методы исследования», «Методы анализа состава вещества», «Инновационные технологии композитных наноматериалов», «Физические методы исследования поверхности», «Оптические и лазерные методы исследования» Научного парка СПбГУ.

ЖИДКОФАЗНЫЙ СИНТЕЗ ПОРИСТЫХ ПЛЕНОК ОКСИДА МАРГАНЦА КАК ЭЛЕКТРОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Лобинский А.А. *, Канева М.В.
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, г.Санкт-Петербург
** lobinski.a@mail.ru*

Оксиды марганца, в частности MnO_2, являются эффективными электродными материалами для химических источников тока, поскольку обладают высокой теоретической удельной емкостью и стабильностью, а также хорошей устойчивостью в различных средах. Тем не менее, полученные удельные емкости чистого MnO_2 намного ниже теоретического значения, что, вероятно, связано с низкой площадью