



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Серебряный спонсор
ЭМТИОН

XVI СИМПОЗИУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «ТЕРМОДИНАМИКА И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

 ТиМ-2025

30 июня-4 июля 2025

Россия, Санкт-Петербург, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

DNA

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
2025



Санкт-Петербургское отделение РАН
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН
Институт химии твердого тела УрО РАН
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева
Научный совет РАН по неорганической химии
Научный совет РАН по физической химии

**XVI Симпозиум с международным участием
ТЕРМОДИНАМИКА И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
(ТиМ-2025)**

Тезисы докладов

30 июня – 4 июля 2025

**Санкт-Петербург
2025**

УДК 541.11 + 541.123 + 541.6

ББК Г531

ISBN 978-5-7629-3510-4

Термодинамика и материаловедение: Тезисы докладов XVI Симпозиума с международным участием, Санкт-Петербург, 30 июня – 4 июля 2025
/ ответственный за выпуск Е.К. Храпова. Санкт-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2025, 175 с.

Модификация поверхности магнетита как путь к расширению возможностей его применения для решения задач экологии и медицины

Ткаченко Д.С., Желтова В.В., Мешина К.И., Бобрышева Н.П.,
Оスマловский М.Г., Вознесенский М.А., Оスマловская О.М.

СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

До сих пор нерешёнными проблемами в современном обществе является ранняя диагностика раковых опухолей, анализ сложных биологических систем, создание систем для компактного и долговечного хранения информации, а также очистка сточных вод от циклических органических загрязнителей (лекарственных препаратов и пигментов). Во всех упомянутых областях необходима или разработка материалов для каждой отдельной задачи, или создание многофункционального материала. Таким многофункциональным материалом являются наночастицы магнетита (Fe_3O_4).

Тем не менее Fe_3O_4 подвержен окислению по поверхности, что ухудшает его функциональные характеристики. В литературе предлагается решить эту проблему созданием защитной оболочки на основе ПЭГ, SiO_2 , Au, Ag и т. д., однако зачастую в работах используется сложный, неэкологичный синтез, а процесс формирования оболочки практически не рассматривается.

В связи с этим в данной работе предлагается создать на наночастицах Fe_3O_4 тонкую неорганическую оболочку из ZnO , которая позволит защитить Fe_3O_4 от окисления, что важно для создания многофункционального материала. Путём допирования оболочки ионами Cu^{2+} и Fe^{2+} предлагается улучшить фотокаталитическую активность материала и его контрастирующую способность в методе МРТ соответственно.

С этой целью была разработана оригинальная методика на основе легко масштабируемого метода соосаждения, которая путём варьирования температуры синтеза и порядка введения реагентов позволяет получить наночастицы типа «ядро-оболочка» состава $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$, допированные ионами Cu^{2+} или Fe^{2+} , с варьируемыми параметрами материала. Фазовый и поверхностный состав был подтверждён методами порошковой рентгеновской дифракции и ИК-спектроскопии. Успешность введения допанта в оболочку была подтверждена методом АЭС-ИСП. Результаты просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) показали, что образцы являются сферическими наночастицами со средним диаметром, варьирующимся от 15 до 20 нм с толщиной оболочки от 1,5 до 3,7 нм.

Исследование фотокаталитической активности оптимального образца с оболочкой, допированной ионами меди, показало, что допирование сокращает время, необходимое для разложения устойчивого к УФ красителя нафтолового зелёного на 90 % под УФ-излучением, с 60 мин до 45 минут. В то же время в эксперименте МРТ *in vitro* на модельной системе из агарозы удалось уменьшить время релаксации T2 образца с оболочкой, допированной ионами железа, по сравнению со средой из агарозы. Всё это открывают возможность использования полученного материала для решения проблем экологии и медицины.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект №23-23-00220.

Авторы благодарят ресурсные центры «Рентгенодифракционные методы исследования», «Методы анализа состава вещества», «Нанотехнологии», «Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и наноэлектроники», «Физические методы исследования поверхности», «Оптические и лазерные методы исследования вещества», «Инновационные технологии композитных наноматериалов» Научного парка СПбГУ.



TM.ETU.RU



ФТИ
им.А.Ф.Иоффе
РАН



197022, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Профессора Попова, д.5, лит. Ф, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
Тел.: +7 (812) 346-46-37
E-mail: IRVC.eltech@mail.ru