ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/190

**АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ CuFe_2O_4 , ПОЛУЧЕННЫХ
СОВМЕСТНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЗРЫВОМ Fe и Cu ПРОВОЛОЧЕК В
КИСЛОРОДСОДЕРЖАЮЩЕЙ АТМОСФЕРЕ**

*Фоменко А.Н., Кондранова А.М., Казанцев С.О., Ложкомоев А.С., А.В. Первилов
Институт Физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

Suresh et al с соавторами [1] интенсивно исследовали оксиды металлов, такие как феррит кобальта, феррит никеля, феррит цинка, феррит меди для биомедицинских применений из-за их уникальных ферромагнитных свойств. В последнее время феррит меди (CuFe_2O_4) становится универсальным материалом благодаря своим интересным магнитным и электрическим свойствам, помимо химической и термической стабильности. Наночастицы (НЧ) феррита меди также использовались в биомедицине и биотехнологии в качестве контрастных веществ в магнитно-резонансной томографии (МРТ) и для доставки лекарств с магнитным наведением. Наночастицы ферритов металлов с высокой эффективностью могут подавлять жизнедеятельность патогенной микрофлоры [2,3]. Существуют данные об антимикробном действии ферритов цинка, никеля, кобальта [4,5]. Также в литературе представлены данные о антимикробных свойствах ферритов меди замещенных различными металлами [6,7].

В данной работе рассмотрена возможность получения наночастиц феррита меди методом электрического взрыва Fe и Cu проволок в кислородсодержащей атмосфере при различных значениях введенной в проводники энергии (от 1 до 2,2 энергии сублимации металлов), исследованы их физико-химические характеристики и антимикробная активность по отношению к грамположительным и грамотрицательным микроорганизмам. Синтезированные ферритовые наночастицы были охарактеризованы методами рентгенофазового анализа (XRD-6000, Shimadzu, Япония), низкотемпературной адсорбции азота (Сорбтометр М, Катакон, Россия), просвечивающей электронной микроскопии (JEM-100, JEOL, Япония) с интегрированной системой энергодисперсионного анализа (X-Max, Oxford Instruments, GB). Антибактериальные свойства наночастиц феррита меди по отношению к *E.coli* ATCC 25 922 и *MRSA* ATCC 43300 исследовали путем определения минимальной ингибирующей концентрации (MIC).

По данным рентгенофазового анализа продуктами взрыва, вне зависимости от введенной энергии, являются наночастицы со структурой CuFe_2O_4 . Исследования наночастиц феррита меди методом просвечивающей электронной микроскопии показало, что все образцы имеют сферическую форму. Медь и железо равномерно распределены по частицам. Размер и удельная поверхность приведены в таблице 1.

Тестирование НЧ феррита меди на антимикробную активность выявило, что образцы CuFe_2O_4 , полученные при меньших значениях введенной энергии ингибируют рост бактерий хуже, что вероятно связано с большим размером образующихся частиц. По отношению к *MRSA* CuFe_2O_4 (2,2) оказывает наибольший антимикробный эффект в концентрации 0,5 мг/мл (таблица 1).

Таблица 1 - Значения MIC (мг/мл) для наночастиц феррита меди

Название образца	Удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{г}$	Размер наночастиц, нм	Значения MIC (мг / мл)	
			<i>E.coli</i> ATC C 25 922	<i>MRSA</i> ATCC 43300
CuFe_2O_4 (1)	6,37	54	0,5	1
CuFe_2O_4 (1,5)	9,90	47	0,1	1
CuFe_2O_4 (2,2)	9,88	45	0,1	0,5

Таким образом, совместный электрический взрыв Fe и Cu проволок в кислородсодержащей атмосфере позволяет получать наночастицы феррита меди (CuFe_2O_4) с

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

антимикробными свойствами. Полученные наночастицы CuFe_2O_4 являются перспективными для использования в качестве покрытий медицинских устройств, для предотвращения роста микробной биопленки, систем доставки лекарств, мазей, косметики, кремов и лосьонов для местного применения и требуют более глубокого исследования структурных и биологических характеристик.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23.

1. Suresh R. , Moganavally P. , Deepa M. Synthesis and characterization of nickel ferrites nanoparticles// Int. J. ChemTech Res.2015. №8 (5). p.113–116
2. Ansari M. A. et al. Synthesis and Characterization of Antibacterial Activity of Spinel Chromium-Substituted Copper Ferrite Nanoparticles for Biomedical Application //Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials. – 2018. – Т. 28. – №. 6. – С. 2316-2327.
3. Sanpo N. et al. Antibacterial properties of spinel ferrite nanoparticles //Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education. Spain: Formatex Research Centre. – 2013. – С. 239-250.
4. Ashour A. H. et al. Antimicrobial activity of metal-substituted cobalt ferrite nanoparticles synthesized by sol–gel technique //Particuology. – 2018. – Т. 40. – С. 141-151.
5. Suppuraj P. et al. Facile Synthesis of Spinel Nanocrystalline ZnFe_2O_4 : Enhanced Photocatalytic and Microbial Applications //Materials Science and Applied Chemistry. – 2017. – Т. 34. – №. 1. – С. 5-11.
6. Elayakumar K. et al. Enhanced magnetic property and antibacterial biomedical activity of Ce^{3+} doped CuFe_2O_4 spinel nanoparticles synthesized by sol-gel method //Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2019. – Т. 478. – С. 140-147.
7. Ansari M. A. et al. Synthesis and Characterization of Antibacterial Activity of Spinel Chromium-Substituted Copper Ferrite Nanoparticles for Biomedical Application //Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials. – 2018. – Т. 28. – №. 6. – С. 2316-2327