

---

---

TOMSK  
POLYTECHNIC  
UNIVERSITY



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# МАТЕРИАЛЫ

XXI Международной научно-практической  
конференции студентов и молодых ученых

**ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ**

**ХХТ-2020**

---

---

Основными преимуществами использования данной технологии являются:

- Возможность быстрого прототипирования сенсоров либо их изготовления в малых объемах, изготовления по требованию.

### Список литературы

1. G. Liu, Q. Tan, H. Kou, L. Zhang, J. Wang, W. Lv, H. Dong, J. Xiong, A // *Sensors* 18(5) (2018).– 1400.

- Возможность модификации корпуса устройства, что позволяет адаптировать его под различные внешние условия и измеряемые поверхности.

## БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ Cu–Fe СО СТРУКТУРОЙ «ЯНУС»-НАНОЧАСТИЦ И ВЫСОКОЙ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Е.А. Ворнакова<sup>1</sup>, О.В. Бакина<sup>2</sup>, Л.Б. Наумова<sup>1</sup>  
 Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.Б. Наумова

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет  
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 36

<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН  
 634055, г. Томск, пр. Академический 2/4, [ovbakina@ispms.tsc.ru](mailto:ovbakina@ispms.tsc.ru)

### Введение

В настоящее время актуальным является получение биметаллических наночастиц, обладающих антибактериальными свойствами [1]. Особый интерес представляют наночастицы из несмешивающихся металлов, которые в массивном состоянии взаимно не растворимы или малорастворимы [2]. В настоящее время для получения наночастиц используются методы совместного или последовательного химического восстановления или осаждения. Предлагаемые методы предусматривают стабилизацию наночастиц в суспензии осуществляют при помощи низкомолекулярных полимеров, ПАВ, применением подложки в качестве темплата [3]. Электрический взрыв проволок перспективен для решения научных задач связанных с синтезом биметаллических наночастиц из несмешивающихся металлов [4]. Метод позволяет получать наночастицы заданного состава, обладает высокой производительностью и масштабируемостью. В данной работе мы синтезировали биметаллические наночастицы Cu–Fe с различным содержанием меди совместным электрическим взрывом медной и железной проволок в атмосфере аргона. Исследованы свойства наночастиц и их антибактериальная активность.

### Методика эксперимента

Наночастицы Cu–Fe получали методом совместного электрического взрыва в атмосфере аргона. Для получения наночастиц проволоки скручивались между собой, на них подавался импульс тока, далее происходило взрывное диспергирование металлов, и быстрое расширение и охлаждение продуктов взрыва. Фазовый состав порошков регулировали диаметром проволок. Наночастицы исследовали методами просвечивающей электронной микроскопии (JEOL 2000FX), рентгено-фазового анализа (Shimadzu

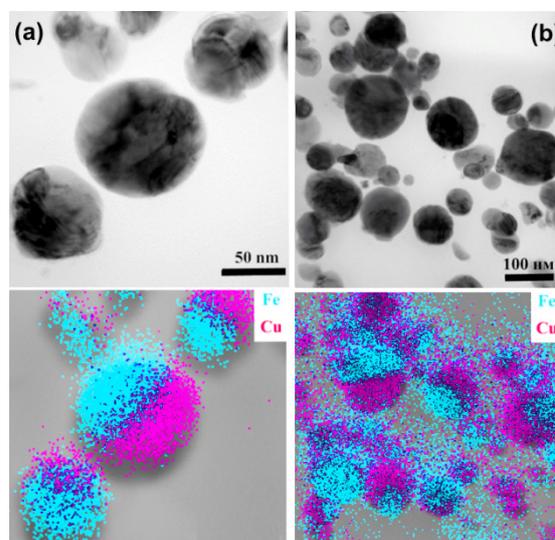


Рис. 1.

XRD 6000), седиментационного анализа (CPS 24000) и микроэлектрофореза (ZetaSizer Nano ZSP). Антимикробную активность определяли методом микроразведений в соответствии с M07-A9 CLSI 2012 [5].

### Результаты и обсуждение

При совместном электрическом взрыве железной и медной проволоки в атмосфере аргона независимо от соотношения их диаметров образуются сферические частицы, среднечисленный размер  $n$  которых лежит в диапазоне 63–72 нм. При детальном исследовании частиц видно, что медь и железо неравномерно распределены по частицам (рис. 1). Встречаются участки обогащенные одним из компонентов с четкими границами разделения фаз. На дифрактограммах образцов основные рефлексы соответствуют фа-

зам металлического Fe и Cu. Отношение высот пиков коррелирует с количественным составом нанопорошков.

Антимикробная активность наночастиц Cu/Fe была определена в аэробных условиях методом серийных разведений в микропланшете. По величине оптической плотности бактериальной суспензии была рассчитана минимальная ингибирующая концентрация наночастиц бактериальных штаммах. Показано, что полученные наночастицы обладают высокой антимикробной активностью по отношению к грамотрицательным и грамположительным бактериям, включая антибиотикоустойчивый штамм MRSA. Биметаллических наночастиц Cu/Fe могут быть перспективны для создания антибактериальных средств для лечения ран, как альтернатива серебро-содержащим наноматериалам.

### Список литературы

1. Shahzadi S., Zafar N., Sharif R. // *Bacterial Pathogenesis and Antibacterial Control*, 2018.– P.51.
2. Glazkova E.A., Bakina O.V., Lerner M.I., Pervikov A.V. // *Recent patents on nanotechnology*, 2018.– V.12.– №2.– P.132–142.
3. Sharma G., Kumar A., Sharma S., Naushad M., Dwivedi R.P., AlOthman Z.A., Mola G.T. *Journal of King Saud University-Science*, 2019.– V.31.– №2.– P.257–269.
4. Pervikov A.V., Suliz K.V., Lerner M.I. // *Powder Technology*, 2020.– V.360.– P.855–862.
5. «*Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard-Ninth Edition*».

## ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОДВЕДЁННОЙ ЭНЕРГИИ НА СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИОКСИДА ТИТАНА, ПОЛУЧЕННОГО ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Ю.Н. Вымпина

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Сивков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, хулыыашах@mail.ru

Благодаря прямому использованию солнечного света, фотокатализ стал широко изучаемым в последние годы как один из способов предотвращения дальнейшего загрязнения окружающей среды. Наиболее известным фотокатализатором является диоксид титана ( $\text{TiO}_2$ ) ввиду высокой каталитической активности, химической стабильности и низкой стоимости [1–3]. К сожалению, существуют два основных ограничения по применению диоксида титана в качестве фотокатализатора: величина запрещённой зоны, что даёт возможность применения  $\text{TiO}_2$  лишь в ультрафиолетовой области спектра, и

высокая скорость рекомбинации электронно-дырочных носителей заряда [4].

В связи с этим, в настоящее время многие учёные занимаются вопросами, касающимися повышением фотокаталитической активности диоксида титана. Безусловно, свойства  $\text{TiO}_2$  напрямую зависят от метода синтеза. Среди известных можно выделить золь-гель метод, гидротермальный метод и микроволновой гидротермальный синтез, электроосаждение, сольватермический метод и т.д. Однако все указанные способы времязатратны и сложны в проведении.