

СИНТЕЗ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ОКСИДА МЕДИ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ КООКСИАЛЬНОГО МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО УСКОРИТЕЛЯ

Голянская Е.О.
E-mail: evg.gol1994@gmail.com

Научный руководитель: Сивков А.А. д.т.н., профессор кафедры ЭСПП ЭНИИ ТПУ

Введение

Сегодня сверхпроводимость – это одна из наиболее изучаемых областей физики; явление, открывающее перед инженерной практикой огромные перспективы. Но практическое использование высокотемпературных сверхпроводников в значительной степени ограничивается возможностями технологии их формирования.

Проведя обзор литературы, мы выяснили, что в настоящее время ответственным за сверхпроводимость в купратах считают именно медь-кислородный слой, в котором атомы меди образуют квадратную сетку и располагаются в ее узлах, в то время как атомы кислорода находятся на линиях, соединяющих эти узлы [1,2].

Историческая справка

История сверхпроводимости характеризуется цепочкой открытий все более и более сложных структур. Она берет свое начало с получения жидкого гелия и тем самым открытия пути к систематическим исследованиям свойств материалов при температуре близкой к абсолютному нулю, при которой они полностью теряют электрическое сопротивление[3]. Высокотемпературные сверхпроводники были открыты более 20-ти лет назад, но по сей день остаются загадкой [4].

Устройство помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя

Синтез ультрадисперсного порошка оксида меди был произведен с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя, который был разработан на базе ТПУ [5]. Он относится к области ускорительной техники и может использоваться для ускорения плазмы до гиперскоростей.

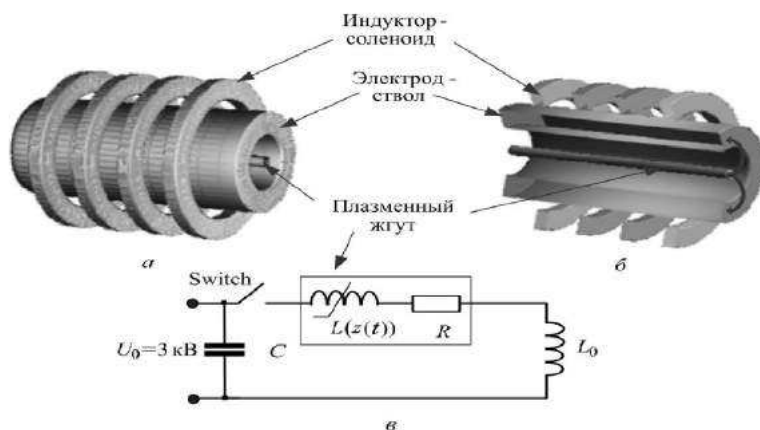


Рисунок 1. Упрощенная модель коаксиального магнитоплазменного ускорителя: а) модель проводящей части; б) сечение; в) электрическая схема [6]

Ускоритель выполнен в виде коаксиальной системы ствол-электрод, разделенной изолятором и размещенной внутри соленоида. Ствол имеет цилиндрическую форму. Работа устройства заключается в следующем. При замыкании ключа в контуре электропитания ускорителя начинает протекать ток от конденсаторной батареи, по виткам соленоида, проходит по стволу и центральному электроду, далее движется через ключ к конденсатору. Образование дугового разряда осуществляется за счет пробоя по поверхности изолятора. Плазма сжимается магнитным полем собственного тока и магнитным полем соленоида и приобретает форму поршня. Генерируемая ускорителем струя выходит в пространство камеры реактора, происходит распыление материала с поверхности электрода, а также формирование нанодисперсных частиц.

Проведение эксперимента

Таблица 1. Условия проведения эксперимента по синтезу ультрадисперстного порошка оксида меди с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя

Плазма	Cu
Среда	Воздух
Зарядное напряжение	3 кВ
Емкость	12 мФ
Электрод	Сталь+медный наконечник

Анализ полученных результатов

После проведения опыта была проведена рентгеновская микроскопия полученного ультрадисперстного порошка. При анализе был использован пакет полнопрофильного рентгеноструктурного анализа PowderCell и база структурных данных PDF 4+.

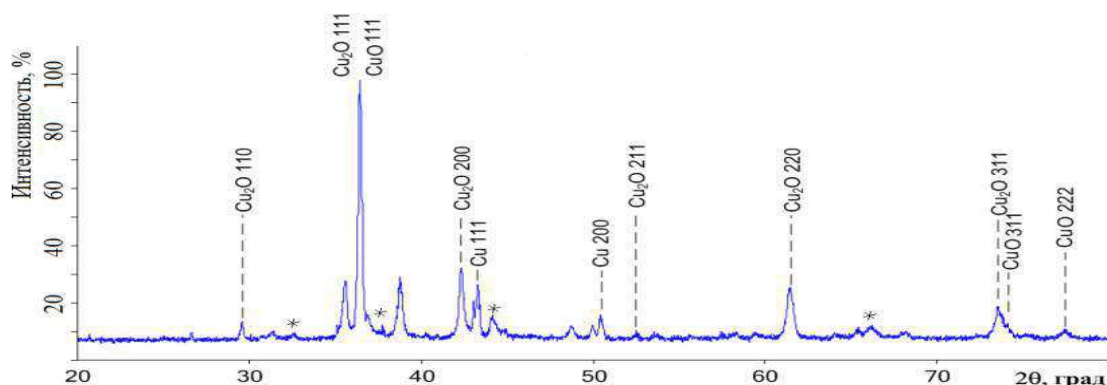


Рисунок 2. Анализ рентгеновской дифрактометрии

Анализ выявил наличие в синтезированном порошке фаз:

- оксид меди (I) (Cu_2O) – 3,5%
- оксид меди (II) (CuO), который в процентном соотношении преобладает - порядка 85%
- чистая медь (Cu) составляет около 8%
- примесные фазы, которые на рентгенограмме представляют собой неявно выраженные пики, помеченные звездочкой (*) – около 4%. Их наличие в синтезированном порошке можно объяснить тем, что материал мишени, использованной в эксперименте – алюминий. И в ходе опыта произошла эрозия при ее расплаве в струе плазмы. Поэтому в числе продуктов синтеза оказался оксид алюминия (Al_2O_3)

Также были получены и расшифрованы данные просвечивающей электронной микроскопии [7].

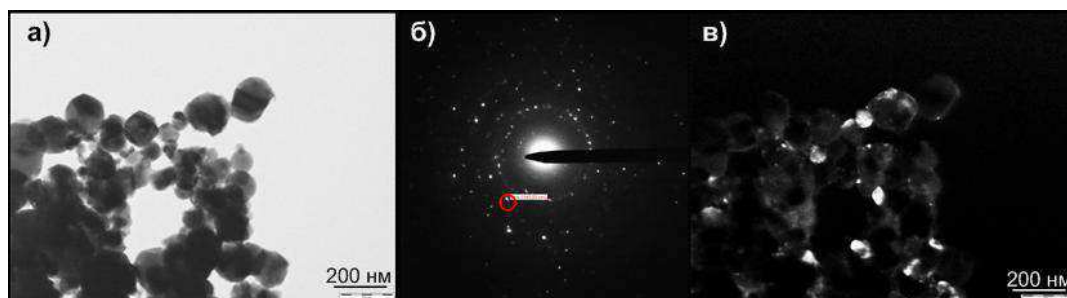


Рисунок 3. Данные просвечивающей электронной микроскопии: а) светлопольное изображение; б) картина электронной дифракции на выделенной области; в) темнопольное изображение

Светлопольное изображение позволило идентифицировать морфологию частиц. Частицы представляют собой выпуклый многоугольник со скругленными углами. Их размер варьируется от 80 до 150 нм. Более светлые частицы, имеющие более круглую форму, представляют собой оксиды меди. А более темные и угловатые – меди.

По картине электронной дифракции на выделенной области нами было определено, что выделенная красным область соответствует кристаллографической фазе меди.

Темнопольное изображение было получено при смещении апертурной диффраграммы в область выделенного точечного рефлекса, который соответствует кристаллографической фазе меди.

В ходе исследований была расшифрована электронная микроскопия и подтвержден состав нанопорошка, полученный в лабораторных условиях, и распознаны составляющие фазы

Заключение

Практическая задача сводится к созданию нанопорошков с малым процентным содержанием примесей и к повышению воспроизводимости результатов синтеза. Наш метод отвечает этим требованиям. В дальнейшем мы планируем получение оксида меди с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя для синтеза сложных высокотемпературных сверхпроводящих материалов.

Использованные ресурсы

1. Nature, scientific magazine, 24 December 1998, «Quantitative test of a microscopic mechanism of high-temperature superconductivity»

2. Svetlana G. Titova, Vladimir F. Balakireva, Yasuo Ohishib, Ingrid Bryntsec, Dmitrii I. Kochubeyd «Stripes and superconductivity in the HTSC copper oxides»

3. Боголюбов Н. Н., Толмачев В. В., Ширков Д. В. Новый метод в теории сверхпроводимости. — М.: Изд-во АН СССР, 1958.

4. Сверхпроводники [<http://www.superconductors.org>]. режим доступа свободный

5. Патент РФ 2150652, опубл. 10.06.2000 г. Коаксиальный ускоритель Сивкова А.А.

6. А.А. Сивков, Ю.Н. Исаев, О.В. Васильева, А.М. Купцов «Математическое моделирование коаксиального магнитоплазменного ускорителя» Известия томского политехнического университета. 2010. Т. 317. № 4

7. Боровский И. Б., «Физические основы рентгеноспектральных исследований» м., 1956.

ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ПЕН ВВЕДЕНИЕМ НАНОЧАСТИЦ

Исаев В.В.

E-mail: Free_dom91@mail.ru

Научный руководитель: д-р физ.-мат.наук, профессор, Лямкин А.И., СФУ

Пена — система с газовой дисперсной фазой и жидкой или твердой дисперсионной средой. Пены по своей природе близки к концентрированным эмульсиям, но дисперсной фазой в них является газ, а не жидкость. Получают пены из растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ). Для повышения устойчивости в растворы ПАВ добавляют высокомолекулярные вещества, повышающие вязкость растворов [1]. Пены характеризуют следующие показатели: дисперсность, кратность, стабильность и пенообразующая способность раствора

Пены имеют много полезных свойств, однако нестабильны во времени (твердые пены исключение). Основные факторы разрушения жидких пен это синерезис (отекание дисперсионной среды под действием силы тяжести), диффузионный перенос газа из малых ячеек в крупные, утонение пленок.

Повышение стабильности пен – основная цель данной работы. Главная причина разрушения – синерезис, испарение вносит существенно меньший вклад [2]. Диффузионный перенос газа появляется в результате утонения пленок, что опять же является следствием синерезиса.

Для уменьшения синерезиса предлагается внедрение в водный раствор ПАВ наночастиц, содержащих на поверхности различные функциональные группы. Наиболее интересным вариантом является частицы, содержащие гидрофильные и гидрофобные группы одновременно. Находясь в водном растворе ПАВ, такие частицы будут адсорбировать газ гидрофобными группами [2], а гидрофильные группы – молекулы воды. При достаточной концентрации частиц и их равномерном распределении вокруг газового пузырька образуется оболочка, которая будет удерживать водный слой (уменьшать синерезис), при этом время жизни пены увеличится.