

Литература:

1. Пат.2231420 РФ, МКИ⁷ B22 F 9/20. Способ получения железного порошка/ М.А.Секачев, В.Б.Акименко, И.А.Гуляев, О.Ю.Калашникова - №2002134350. Заявлено 20.12.02. Опубл. 27.06.04 Бюл. № 18.
2. Пат.2364469 РФ, МПК⁸ B22 F 9/08. Способ получения железного порошка/ В.Б.Акименко, И.А.Гуляев, М.А.Секачев и др. - №2008121386. Заявлено 29.05.08. Опубл. 20.08.2009 Бюл.№ 23.
3. Пат.2327547 РФ, МПК⁸ B22 F 9/08, 9/04 1/00. Способ получения порошка на железной основе (его варианты)/ И.А.Гуляев, О.Ю.Калашникова, И.А.Липгарт и др. - №2006132830. Заявлено 14.09.06. Опубл. 27.06.08 Бюл.№ 18.
4. Пат.2327548 РФ, МПК⁸ B22 F 9/08, 9/04 1/00. Способ получения порошка на железной основе (его варианты)/ И.А.Гуляев, О.Ю.Калашникова, И.А.Липгарт и др. - №2006132829. Заявлено 14.09.06. Опубл. 27.06.08 Бюл.№18.
5. Пат.2202445 РФ, МКИ⁷ B22 F 9/06, 1/00. Способ получения порошка на железной основе/ И.А.Гуляев, О.Ю.Калашникова, А.А.Обухович и др. - №2001127140. Заявлено 05.10.01. Опубл. 20.04.03 Бюл.№11.
6. Пат.2202446 РФ, МКИ⁷ B22 F 9/06, 1/00. Способ получения порошка на железной основе (его варианты)/ И.А.Гуляев, О.Ю.Калашникова, А.А.Обухович и др. - №2001127141. Заявлено 05.10.01. Опубл. 20.04.03 Бюл.№11.

СИНТЕЗ МАГНИТНОГО ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НИТЕВИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА В МАТРИЦЕ МЕЗОПОРИСТОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

**АРБЕНИН А.Ю., МУККОНЕН И.Н.,
ЗЕМЦОВА Е.Г., СМИРНОВ В.М.**

*Санкт-Петербургский государственный университет,
г.Санкт-Петербург. Россия, тел./факс: (+7 812) 428 40 33,
e-mail: ezimtova@yandex.ru*

Развитие информационных технологий привело к необходимости хранения и обработки колоссального объема цифровой информации. Сегодня информационные технологии на магнитном носителе получили самое широко распространение и в настоящее время никакая другая технология не может конкурировать с ними в плотности записи и хранения информации. Дальнейшее усовершенствование таких систем требует создания новых магнитных материалов с более высокой плотностью записи. Одним из перспективных технологических путей в этом направлении является получение наноматериалов с упорядоченным расположением магнитных наночастиц (нанокристаллов оптимального размера) в диамагнитной матрице. Необходимо отме-

тить, что предполагаемое использование нанокристаллов без системы ограниченный показало их малую стабильность в работе из-за стремления металла к укрупнению, как более стабильному состоянию вещества.

В связи с этим особый интерес представляет разработка методов формирования магнитных материалов на основе металлических частиц, например, железа, с использованием пространственно-упорядоченных матриц. В частности, создание устройств хранения информации со сверхвысокой плотностью записи (свыше 100 Гбит/см²) требует получения материалов на основе упорядоченных массивов одномерных (нитевидных) ферромагнитных наночастиц с параллельной или перпендикулярной ориентацией относительно поверхности матрицы.

Целью данной работы является синтез магнитного материала на основе мезопористого кремнезема с различным диаметром каналов и металлического железа, заполняющего эти каналы.

Методика эксперимента. В качестве матриц разрабатываемых композитов использовались мезопористые кремнезёмы MCM-41 и SBA-15. MCM-41 получался в две стадии: изначально в водно-спирто-аммиачную смесь (H₂O – 170 мл, C₂H₅OH[96%] – 60 мл, NH₃[25%] – 34 мл) вводился цетилтриметиламмоний бромистый (1.46 г). Раствор некоторое время интенсивно вымешивался, после в него при весьма интенсивном перемешивании прикапывался тетраэтоксисилан (4.16 г).

Далее кремнезём вызревал 2 ч. при интенсивном перемешивании. Полученный материал обжигался в муфельной печи при 600⁰ С в течение 3 ч. Материал SBA-15 получался по следующим методикам: раствор состоящий из 120 мл воды, 4 г. блок-сополимера Pluronic P123 и 30 мл соляной кислоты термостатировался при 35 С⁰. Далее при интенсивном перемешивании в него прикапывался тетраэтоксисилан. Вымешивание проводилось в течение 12 ч. После гель отфильтровывался и обжигался. Вторая методика отличалась введением в раствор триметилбензола и постсинтетическим автоклавированием геля при 120 °С, что приводит к значительному увеличению диаметра пор.

Далее путём подбора условий и реагентов нами была разработана методика получения наночастиц железа в порах мезопористого кремнезёма путём вакуумной пропитки водным раствором хлорида железа III и отмывки поверхности материала от избытка раствора хлористым метиленом с последующим восста-

новлением водородом. Такой сложный метод требуется для решения ряда проблем встающих при получении композита. Так пропитка без вакуумирования образца проходит не полно из-за присутствующего в порах воздуха, без отмывки хлорид, находящийся на поверхности материала, при восстановлении образует крупные частицы железа различной формы, размера и взаимного местоположения.

Результаты и выводы. Полученный таким образом материал был исследован на сканирующем электронном микроскопе. Результаты представлены на рисунке. На данном рисунке мы видим глобулы кремнезёма, на поверхности которых нет частиц металла, что не достигалось нами без отмывки.

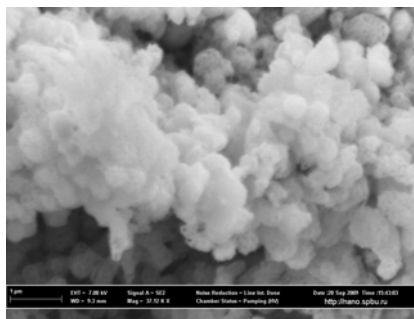


Рис. Исследование структуры мезопористого кремнезема МСМ-41 с частицами железа в каналах на сканирующем электронном микроскопе

Данный материал был подвергнут химическому анализу. Расчёт количества железа на грамм образца дал нам весовую долю: $\omega_{\text{Fe}} = 21 \%$. По данным Мёссбауэровской спектроскопии в образце находится 3,93 % водного хлорида железа II, и 9,28% безводного хлорида железа II, остальные 86,78 % относятся к металлическому железу.

Далее были проведены исследования магнитных свойств полученного материала. Образец исследовался на вибромагнитометре с магнитом ФЛ-1 при 300 К. В результате исследования были получены величины максимальной и остаточной намагничённости, которые составили соответственно 32 и 0,38 Ам²/кг. Поскольку матрица материала (кремнезём) диамагнитна, её магнитными свойствами можно пренебречь. Так как содержание железа в образце 21 % и из них 86,78 % металлического железа, то намагничённость наночастиц железа составляет 176 Ам²/кг, что близко к значению максимальной намагничённости чистого железа. Однако отноше-

ние остаточной намагниченности к максимальной близко к 1%, что значительно ниже значения для чистого железа.

Разработанный нами метод синтеза наночастиц железа был применён к кремнезёмам SBA-15. Полученные таким образом композиты были проанализированы. Содержание железа в первом и втором образце составляло соответственно 19 и 31 %. По данным мёссбауэровской спектроскопии металлического железа в образцах содержится 80 и 71%. Максимальная (σ_{10}) и остаточная намагниченности (σ_R) составляют для них соответственно $\sigma_{10} = 43,8 \text{ Ам}^2/\text{кг}$, $\sigma_R = 3,6 \text{ Ам}^2/\text{кг}$ и $\sigma_{10} = 25,9 \text{ Ам}^2/\text{кг}$, $\sigma_R = 0,11 \text{ Ам}^2/\text{кг}$. Таким образом мы можем сказать, что рост диаметра пор данного композита ведёт к увеличению отношения остаточной намагниченности к максимальной, что важно для создания материалов для магнитной записи информации.

Закключение. На примере нанокомпозитов на основе мезопористых материалов MCM-41 и SBA-15 была показана возможность регулирования магнитных свойств получаемых материалов на основе регулирования размера нанонитей железа.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., гос. контракт № П1431

СТРУКТУРНЫЙ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОРОШКОВ КАРБИДОСТАЛИ, ПОЛУЧЕННЫХ ТЕРМИЧЕСКИМ РЕАКЦИОННЫМ СИНТЕЗОМ

БАГЛЮК Г.А., ГОНЧАРУК Д.А.

*Институт проблем материаловедения НАН Украины, г. Киев,
Украина, тел.: (+38044) 424-15-34, e-mail: gbag@rambler.ru*

Среди изготавливаемых методами порошковой металлургии износостойких материалов получили широкое распространение карбидостали - композиты, состоящие из карбидов с массовой долей от 10 до 70% и металлической связки из, как правило, легированной стали [1, 2].

В практике получения карбидосталей наибольшее применение нашли технологии с применением методов жидкофазного спекания или пропитки пористого каркаса [1].

Однако применение известной технологии, которая включает в себя размол и смешивание шихты, состоящей из порошков кар-