

Магнитные наноматериалы на основе оксидов металлов подгруппы железа

К. Г. Гареев, И. Е. Грачева

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 234-30 16, эл. почта: kggareev@rambler.ru, iegrachova@mail.ru

Нанохимия магнитных материалов – одно из наиболее активно развиваемых направлений современной нанонауки, в последние годы привлекает все больше исследователей из различных областей химии, физики, биологии и медицины. В магнитных свойствах наночастиц четко проявляются различия между массивным (объемным) материалом и наноматериалом. Магнитные свойства наночастиц определяются многими факторами, среди которых следует выделить химический состав, тип кристаллической решетки и степени ее дефектности, размер и форму частиц, морфологию, взаимодействие частиц с окружающей их матрицей и соседними частицами. Магнитные наночастицы используются в системах записи и хранения информации, в новых постоянных магнитах, в системах магнитного охлаждения. Наночастицы магнитных металлооксидов уже применяют в фармакологии при комплексной терапии трудноизлечимых заболеваний, а также в системах записи и хранения информации и при создании высокоэффективных катализаторов. Необходимо отметить, что существует проблема стабилизации нанодисперсной магнитной фазы из-за неустойчивости столь малых частиц и их склонности к агломерации. Одним из путей решения является создание композитных материалов на основе аморфной матрицы, например из кремнезема. Внедренные в такую матрицу наночастицы оксидов переходных металлов, в том числе железа, могут обладать повышенным магнитным моментом и коэрцитивной силой. Наиболее удобным, дешёвым и экономичным методом получения таких материалов является золь-гель технология, являющаяся неким синтезом достижений нанотехнологии и коллоидной химии.

В работе диагностику рельефа поверхности полученных золь-гель методом нанокompозитов систем диоксид кремния—оксид металла подгруппы железа проводили с применением метода атомно-силовой микроскопии. Экспериментально определены несколько различных этапов эволюции фрактально агрегированных систем на основе металлооксидов: формирование сферических форм; развитие лабиринтных структур; образование перколяционных сетчатых структур.

В работе показана возможность формирования специфических нанокомпозитов с анизотропной организацией структуры в виде кластеров из наночастиц, имеющих радиально-симметричную форму «гантелей». Обнаружено, что в условиях золь-гель процессов при достижении критических размеров фрактальных наночастиц оксида железа, предположительно соответствующих условию монодоменности, происходит эволюция фрактальных агрегатов в глобулярные формы, происходит их сближение и образуются кластеры из наночастиц.

В работе была предпринята попытка зафиксировать локальные магнитные свойства образцов с помощью атомно-силового микроскопа. Для диагностики поверхности образцов в работе использовались кремниевые зондовые датчики с зондами, покрытыми тонкой магнитной пленкой хромита кобальта. В качестве тестового образца использовалась магнитная дискета. Было сделано предположение о том, что глобулярные формы в виде неправильных «гантелей» могут характеризовать доменные области.

Исследования ксерогелей проводились методом рентгеновского фазового анализа и по тепловой десорбции азота 4-х точечным методом Брунауэра–Эммета–Теллера. Установлены оптимальные условия золь-гель синтеза для получения наиболее развитой поверхности наноматериалов с включением нанофаз оксидов металлов подгруппы железа.

Работа проводилась в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 годы при выполнении государственных контактов П1249 от 07.06.2010.