

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

УДК 53.083.2

DOI: 10.17223/00213411/68/3/9

Фазовый состав, структура и магнитные свойства ферритов никеля, полученных методом золь-гель-горения*Д.В. Вагнер¹, К.В. Карева¹, В.А. Журавлев¹, Р.В. Минин²,
О.А. Доценко^{1,3}, К.И. Баскакова⁴, И.С. Кеда¹¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*² *Томский научный центр СО РАН, г. Томск, Россия*³ *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*⁴ *Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Синтезированы порошки ферритов NiFe_2O_4 методом золь-гель-горения. Образцы были получены при разных условиях ферритизации и с различным соотношением количества раствора солей к раствору лимонной кислоты. Проведен анализ фазового состава, кристаллической структуры и магнитных свойств ферритовых порошков. Установлено, что размер кристаллитов зависит от соотношения количества раствора солей к раствору лимонной кислоты. Выявлено, что дополнительная ферритизация при температуре 800 °С в течение 2 ч приводит к увеличению содержания целевой фазы синтезированных ферритов и увеличению размера кристаллитов. Определены значения удельной намагнитченности насыщения, коэрцитивной силы, поля магнитной анизотропии и температуры Кюри.

Ключевые слова: золь-гель-горение, ферритизация, нанопорошки шпинели, удельная намагнитченность насыщения, температура Кюри, поле магнитной анизотропии.

Введение

Феррит никеля (NiFe_2O_4) в настоящее время является востребованным материалом. Он находит применение в различных устройствах СВЧ-электроники и в качестве поглотителей электромагнитного излучения благодаря своим магнитным свойствам и низкой электропроводности [1–4]. Термодинамическая стабильность и высокая коррозионная стойкость NiFe_2O_4 позволяют использовать его в металлургии для борьбы с коррозией [5, 6]. Большой интерес представляют наноразмерные никелевые ферриты. Это связано с тем, что при переходе из макроразмерного состояния в наноразмерное в материалах проявляются неизвестные ранее физические эффекты и свойства, которые невозможно предсказать заранее из строения и свойств объемного вещества. Переход ферритов в наноразмерное состояние сопровождается изменением их магнитных свойств (намагнитченность насыщения, коэрцитивная сила, поле магнитной анизотропии, температура Кюри). Из наноразмерных порошков NiFe_2O_4 изготавливают биосовместимые материалы для магнитной гипертермии и доставки лекарств [7–9]. Композиты на основе нанопорошков никелевого феррита и углеродных структур находят применение в качестве адсорбентов для удаления ионов высокотоксичных металлов из водной среды [10–12]. Фазовый состав, структура и магнитные свойства ферритов зависят от способа их синтеза. Для получения наноразмерных ферритов наиболее часто используют методы химического осаждения [13] и золь-гель-технологии [14]. Преимуществами метода золь-гель-горения являются: гомогенизация и диспергирование прекурсоров при их растворении, при этом не требуется экологически опасных и энергоемких процессов измельчения прекурсоров; высокая степень чистоты продуктов на всех этапах процесса при минимальном количестве затрат [14]. Цель работы – установление влияния условий ферритизации и количества топлива (лимонной кислоты) на фазовый состав, структурные и магнитные свойства NiFe_2O_4 , синтезированных методом золь-гель-горения. Проведена оценка предложенного метода для синтеза наноразмерного порошка феррита никеля.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-79-00048, <https://rscf.ru/project/24-79-00048/>.