**Изучение состава, морфологии и магнитных свойств частиц гексаферрита стронция, полученных методом кристаллизации стёкол   
SrFe12-xAlxO19×4Sr2B2O5 (x = 2, 4)**

***Бу Чжэ1, Вэй Хаочэнь1, Горбачев Е.А. 1, Козлякова Е.С.2, Трусов Л.А1***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*1Университет МГУ-ППИ, факультет наук о материалах, Шэньчжэнь, Китай*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*  
*физический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: buzhe216@gmail.com*

Магнитные материалы с высокой коэрцитивной силой находят широкое применение в современной науке и технике. Они используются для изготовления разнообразных постоянных магнитов (например, электродвигателей и электрогенераторов), а также их применяют для экранирования, детектирования и преобразования высокочастотного электромагнитного излучения. Широким классом соединений, состоящих из доступных элементов и обладающих высокой химической и термической стабильностью, являются ферриты, то есть материалы на основе оксида железа (III). Среди ферритов высокие значения коэрцитивной силы в широком интервале температур проявляют так называемые гексаферриты М-типа с общей химической формулой AFe12O19, где A = Ba или Sr. Магнитные свойства таких ферритов можно регулировать, проводя замещение ионов железа в структуре. Известно, что для крупных однодоменных частиц (диаметром 500 – 1000 нм), замещенных алюминием, коэрцитивная сила может возрастать от 6 до 36 кЭ. Наночастицы магнитотвёрдых ферритов интересны для магнитной записи информации, для поглощения миллиметрового излучения, для изготовления магнитных жидкостей, нанокомпозитов и наноустройств. В то же время, получение замещённых наночастиц гексаферритов является непростой задачей.

Одним из перспективных методов получения наночастиц гексаферритов является кристаллизация оксидных стёкол [1]. В данной работе этим методом были получены наночастицы гексаферрита стронция, замещенного алюминием. Быстрой закалкой расплава были приготовлены стёкла составов SrFe12-xAlxO19×nSr2B2O5, x = 2 (Al2) и x = 4 (Al4). Путём отжига стёкол при 700 – 950°С в них были получены магнитные частицы. Обработкой образцов 3% раствором HCl частицы выделены в виде порошков.

Результаты рентгенофазового анализа показали, что при температурах выше 700 °C в стеклах кристаллизуются частицы гексаферрита стронция, замещённые алюминием. С увеличением температуры отжига коэрцитивная сила образца Al2 увеличивается, достигая 10.3 кЭ после отжига при 950 °C. Для состава Al4 коэрцитивная сила наночастиц проходит через максимум, достигая 6.8 кЭ при Tотжига = 800 °C. Анализ уширений пиков на дифрактограммах показал, что частицы гексаферрита имеют пластинчатую форму. Размеры частиц увеличиваются с ростом температуры отжига от 40 нм × 10 нм (при 700 °С) и до 165 нм × 120 нм (при 950 °С). Химический состав частиц исследован методом АЭС-ИСП, установлено, что содержание алюминия в образцах проходит через максимум с увеличением температуры синтеза и не достигает номинального. Показано, что оценка содержания алюминия по правилу Вегарда не является достоверной. Максимальная степень замещения железа на алюминий в SrFe12-xAlxO19 составляет x = 1.8 для образца Al2 и x = 2.8 для образца Al4.

**Литература**

1. Shirk B. T., Buessem W. R. Magnetic Properties of Barium Ferrite Formed by Crystallization of a Glass // J. Am. Ceram. Soc. 1970. № 4 (53). C. 192–196.