

### Отзыв

на автореферат диссертации «Однодоменные частицы  $\text{SrFe}_{12-x}\text{M}_x\text{O}_{19}$  ( $\text{M} = \text{Al}, \text{Ga}, \text{Cr}$ ): синтез, магнитные свойства, особенности кристаллической структуры», представленной Горбачевым Евгением Андреевичем на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела

Ферриты, в том числе гексаферриты М-типа, кроме того, что являются магнитотвердыми материалами, представляют собой диэлектрики, благодаря чему проявляют естественный ферромагнитный резонанс, позволяющий избирательно поглощать миллиметровое излучение. Высокая химическая и термическая устойчивость в сочетании с дешевой исходного сырья делает их перспективными для использования в качестве постоянных магнитов, магнитных нанокмозитов, наноструктур, магнитных жидкостей, материалов для высокочастотных устройств и сред для магнитной записи. В этой связи актуальность темы работы не вызывает сомнений.

Высокие магнитные свойства гексаферритов М-типа проявляются только в нанокристаллическом состоянии, когда реализуется однодоменное состояние. Однако для синтеза гексаферритов требуются высокие температуры, при которых в плотном состоянии материала наблюдается рост зерен. Поэтому основная задача получения материалов с высокой коэрцитивной силой состояла в том, чтобы сохранить малый размер зерен при высокотемпературном отжиге. Эта задача была успешно решена в работе путем отжига высокопористого прекурсора, в котором поры эффективно тормозили рост зерен.

В данной работе впервые синтезированы ансамбли однодоменных частиц гексаферритов с высокой степенью замещения железа на алюминий, галлий, хром; детально изучена кристаллическая структура и микроструктура; изучены полевые зависимости намагниченности и спектры естественного ферромагнитного резонанса данных соединений в широком интервале температур; получена гексаферритная керамика с коэрцитивной силой более 10 кЭ; изучены полевые зависимости намагниченности и спектры естественного ферромагнитного резонанса; обнаружен эффект скачкообразного изменения частоты ферромагнитного резонанса при спекании керамики.

Автореферат написан хорошим языком, прекрасно иллюстрирован и адекватно отражает проделанную работу. Результаты работы представлены в высокорейтинговых международных научных журналах, что подтверждает достоверность полученных данных.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

- 1) Для гексаферрита состава  $\text{SrFe}_8\text{Al}_4\text{O}_{19}$  был подобран «оптимальный» режим синтеза:  $T=1200^\circ\text{C}$ ,  $t=24\text{ч}$ . И этот режим был признан оптимальным для гексаферритов других составов. Но это не вполне корректно, т.к. у каждого состава может быть свой оптимум по температуре и времени отжига.
- 2) На представленных петлях магнитного гистерезиса кривые намагниченности не выходят на насыщение. В этой связи не ясно как определяли намагниченность насыщения.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация и автореферат отвечают требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 02.00.21 - «химия твердого тела» по химическим наукам, а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5

