

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ГО «НПЦ НАН Беларуси по
материаловедению»,

член-корреспондент НАН Беларуси,
доктор физико-математических наук,


В.М. Федосюк

2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению», на диссертационную работу Чернухи Александра Сергеевича «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАМЕЩЕННОГО АЛЮМИНИЕМ ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. (02.00.04) – «Физическая химия»

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертационная работа «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАМЕЩЕННОГО АЛЮМИНИЕМ ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ» содержит обширные экспериментальные данные о синтезе и свойствах алюминий-замещённого гексагонального феррита бария. Новые подходы к синтезу замещённого алюминием гексаферрита бария, магнитные и диэлектрические свойства получаемых твёрдых растворов представляют фундаментальный научный интерес. Они перспективны для применения в качестве компонентов радиопоглощающих устройств, устройств магнитной записи и СВЧ-техники. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.4. (02.00.04) – «Физическая химия» по п.1 «Экспериментальное определение и расчет параметров строения молекул и пространственной структуры веществ», п.5 «Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений», п.11 «Физико-химические основы процессов химической технологии» по химическим наукам.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Текст диссертации включает введение, общую характеристику работы, обзорную главу, главу с описанием оборудования, главу с материалами выполненного исследования, выводы, библиографический список (170 источников). Общий объем диссертации 117 страниц. Изложение результатов дано грамотным научным русским языком и исчерпывающе

проиллюстрировано (38 рисунков). Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание самой диссертации.

2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Научный вклад соискателя заключается в установлении оптимальных условий получения алюминий-замещённого гексаферрита бария и в определении влияния степени замещения железа алюминием на параметры структуры, магнитные и электродинамические свойства материала. Результаты характеризуются существенной научной новизной, среди которых к наиболее значимым следует отнести следующие.

1. Самостоятельно подобран ряд перспективных методов синтеза, из которых выбран оптимальный (золь-гель метод), обеспечивающий достижение высоких степеней замещения железа алюминием.

2. Подтверждён химический состав и фазовая чистота полученных материалов. Определены объёмы элементарной ячейки образцов замещённого гексаферрита бария, установлены зависимости параметров кристаллической структуры образцов от степени замещения железа алюминием.

3. Выполнены измерения магнитных и электродинамических свойств алюминий-замещённого гексаферрита бария. Определено влияние степени замещения железа алюминием на температуру Кюри, намагниченность насыщения и остаточную намагниченность, комплексные диэлектрическую и магнитную проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь.

3. Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата химических наук по специальности 1.4.4. (02.00.04) – «Физическая химия» за полученные новые научно обоснованные результаты, среди которых наиболее значимыми являются следующие.

1. Установлены физико-химические параметры, при которых удаётся золь-гель методом получить замещённый алюминием гексаферрит бария $\text{BaFe}_{12-x}\text{Al}_x\text{O}_{19}$ при высоких степенях замещения (x до 4).

2. Выявлено влияние легирования алюминием гексаферрита бария на параметрами кристаллической структуры образцов $\text{BaFe}_{12-x}\text{Al}_x\text{O}_{19}$. Установлено, что повышение степени замещения x от 0 до 4 приводит к линейному уменьшению параметров кристаллической решетки от $a = 5,8922(5) \text{ \AA}$, $c = 23,2132(19) \text{ \AA}$ до $a = 5,8002(10) \text{ \AA}$, $c = 22,893(4) \text{ \AA}$, соответственно.

3. Изучена зависимость магнитных свойств легированного алюминием гексаферрита бария от степени замещения алюминием x . При увеличении x от 0 до 4 происходит: линейное уменьшение температуры Кюри с 446 до 215 °С;

монотонное снижение намагниченности насыщения с 60 до 8 А·м²/кг и остаточной намагниченности с 30 до 5 А·м²/кг.

4. Выявлено влияние замещения железа алюминием на диэлектрическую проницаемость образцов BaFe_{12-x}Al_xO₁₉: реальная часть диэлектрической проницаемости увеличивается с 3 ($x = 0$) до 6 ($x = 4$), мнимая часть диэлектрической проницаемости растёт с 0,01 ($x = 0$) до 0,1 ($x = 4$). Как следствие, отмечено увеличение тангенса угла диэлектрических потерь с ростом степени замещения железа алюминием. С другой стороны, не обнаружено существенного влияния легирования алюминием на комплексную магнитную проницаемость гексаферрита бария.

Совокупность вышеприведённых результатов является существенным вкладом в изучение перспективных оксидных магнитных материалов – твёрдых растворов на основе гексаферрита бария.

4. Замечания по работе

1. Довольно схематично рассмотрено получение тонких плёнок ферритов (с. 46-47).

2. Для дифференциальной сканирующей калориметрии и магнитометрии не изложены теоретические основы и не приведены схемы экспериментальных установок (с. 65).

3. Не изложены теоретические основы метода определения электродинамических параметров (с. 66-67).

4. Не определены минимально необходимые значения температуры и продолжительности спекания для получения золь-гель методом гомогенных образцов замещённого гексаферрита бария.

5. Не указана погрешность определения элементного состава образцов гексаферрита бария и твёрдых растворов на его основе (с. 80, табл. 5).

6. Отсутствуют доверительные интервалы на графиках (с. 80, 83, 85, 88, 89).

7. Не указана погрешность расчёта объёма элементарной ячейки гексаферрита бария и твёрдых растворов на его основе (с. 82, табл. 6).

8. Не указаны значения коэффициента достоверности аппроксимации (с. 84, ур. 22-23; с. 86, ур. 24).

9. Не указаны погрешности определения намагниченности насыщения, остаточной намагниченности и коэрцитивной силы гексаферрита бария и твёрдых растворов на его основе (с. 86, табл. 8).

Приведенные замечания носят рекомендательный характер и не умаляют общей высокой положительной оценки диссертационной работы.

5. Рекомендации по практическому применению результатов работы

Результаты проведенных исследований могут быть использованы для получения твёрдых растворов на основе гексаферрита бария (BaFe_{12-x}Al_xO₁₉) с большими (до $x = 4$) степенями замещения железа на алюминий. В силу применяемого метода синтеза материал перспективен с точки зрения

магнитных материалов с точно контролируемыми и воспроизводимыми свойствами. Особый интерес представляет применение полученного и исследованного алюминий-замещенного гексаферрита бария в технике сверхвысоких частот.

6. Заключение

Представленную к защите диссертацию отличает выбор актуального с научной и практической точек зрения объекта исследования – твёрдых растворов на основе гексаферрита бария. Выполнен синтез этих материалов различными методами (классическим и альтернативными), детально исследованы их структура, магнитные и электродинамические свойства современными методами, используемыми в химии твердого тела. Основные результаты, определяющие научную и практическую значимость работы, получены и интерпретированы соискателем самостоятельно. По материалам диссертации Чернухи А.С. опубликовано 3 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, 3 статьи в зарубежном научном журнале, индексируемом базой данных Web of Science. Результаты также докладывались на отечественных и международных конференциях. Все это закрепляет приоритет соискателя в получении и исследовании алюминий-замещенного гексаферрита бария. Достижения соискателя можно квалифицировать как развитие актуального научного направления – получение функциональных материалов на основе оксидов комплексного состава.

Таким образом, диссертация Чернухи Александра Сергеевича «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАМЕЩЕННОГО АЛЮМИНИЕМ ГЕКСАФЕРРИТА БАРИЯ», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук, подготовлена на актуальную тему, содержит принципиально новые научные результаты, представляет собой законченное научно-квалификационное исследование и полностью отвечает требованиям, предъявляемым ВАК при Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, и соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства «О внесении изменений в положение о присуждении ученых степеней» РФ №335 от 21.04.2016 в редакции от 01 октября 2018 г. Автор диссертации – Чернуха Александр Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. (02.00.04) – «Физическая химия».

Согласно приказу Генерального директора ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» № 17 от 16.08.2021 отзыв рассмотрен и принят на расширенном заседании физического семинара ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» протокол от 17.08.2021, на котором соискатель выступил дистанционно (использование видеоконференции было обусловлено неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в связи с распространением коронавирусной инфекции) с докладом и квалифицированно ответил на заданные ему вопросы.

На заседании присутствовали 4 доктора наук, 6 кандидатов наук, а также другие сотрудники ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению».

Результаты открытого голосования участников заседания, имеющих ученые степени: «за» - 10, «против» - нет, «воздержался» - нет.

Эксперт от ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»,
заведующий лабораторией технологии и физики роста кристаллов, к.ф.-м.н.

 Д.В. Карпинский

Ученый секретарь физического семинара ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», старший научный сотрудник лаборатории физики магнитных пленок, к.ф.-м.н.

 Д.И. Тишкевич

