

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Семаида Ашрафа Масуда Абделхади на тему «Особенности формирования высококоэрцитивного состояния в нанокompозитах на основе гексаферрита стронция  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  и быстрозакалённого сплава системы  $\text{Nd-Fe-B}$ , полученных методом высокоэнергетического измельчения», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Разработка новых композиций и технологий получения магнитотвёрдых материалов тесно связано как с расширением номенклатуры доступных к использованию материалов, так и с развитием самих технологических приёмов формирования в материалах фазово-структурных состояний, обеспечивающих получение наперёд заданных эксплуатационных параметров и магнитных гистерезисных свойств.

Диссертационная работа Семаида Ашрафа Масуда Абделхади относится именно к этой **актуальной** области физики и физического материаловедения, конкретно – детальному комплексному исследованию закономерностей формирования высококоэрцитивного состояния в обменно-связных нанокompозитах.

**Научная значимость** результатов не вызывает сомнений. В частности, к научно значимым результатам работы следует отнести методики и результаты: (а) комплексных исследований и совместного анализа фазово-структурного состояния и магнитных гистерезисных свойств наноструктурированных (в том числе нанокompозиционных) порошков на основе феррита стронция  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  и механоактивированных порошков быстрозакалённого сплава  $\text{Nd}_{9.6}\text{Fe}_{80.3}\text{Zr}_{3.7}\text{B}_{6.4}$ ; (б) компьютерного микромагнитного моделирования в субзёрненном масштабе на поликристаллических моделях процессов перемагничивания магнитных нанокompозитов, а также результаты сравнительного анализа полученных в работе расчётных и экспериментальных данных для магнитных нанокompозитов из порошков  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  и механоактивированных порошков быстрозакалённого сплава  $\text{Nd}_{9.6}\text{Fe}_{80.3}\text{Zr}_{3.7}\text{B}_{6.4}$ , включая определение условий и механизмов их магнитного твердения.

**Практическая значимость** теоретических результатов диссертационной работы обусловлена их непосредственной применимостью к объяснению экспериментальных данных. Кроме того, в своей работе Семаида Ашраф Масуд Абделхади наглядно продемонстрировал, что, во-первых, использование вместо сложных химических методов синтеза процесса высокоэнергетического помола порошков-прекурсоров  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Co}$  и последующего высокотемпературного отжига позволяет получить двухфазные нанокompозиты  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}/\text{Fe}_3\text{O}_4$  с сильной обменной связью между кристаллитами образующихся магнитотвёрдой и магнитомягкой фаз; во-вторых,

разработанная методика механоактивации быстрозакалённых сплавов системы Nd-Fe-B и получение на их основе магнитотвёрдых обменно-связных нанокомпозитов с низким содержанием кислорода создают необходимые условия для расширения исследований в этом направлении с целью повышения магнитных гистерезисных свойств быстрозакалённых сплавов системы Nd-Fe-B, а также разработки технологий получения постоянных магнитов на их основе; в-третьих, на основе разработанной методологии, удачно сочетающей экспериментальные и расчётные методы, могут быть определены композиции и режимы термообработки магнитных порошков на основе  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ , полученных методом высокоэнергетического измельчения, для гарантированного достижения в них требуемого комплекса функциональных свойств.

**Новизна** результатов диссертационной работы Семаида Ашрафа Масуда Абделхади состоит в том, что они, во-первых, в рамках единого модельного подхода объясняют экспериментальные данные, полученные для нескольких, существенно различающихся между собой, материалов и, во-вторых, позволяют связать между собой расчётные значения объёмного содержания и размеров нанокристаллитов магнитомягкой и магнитотвёрдой фаз в наноструктурированных композиционных материалах с интерметаллической и оксидной магнитотвёрдыми фазами и экспериментально измеряемые значения коэрцитивной силы в соответствующих материалах, полученных с использованием методов высокоэнергетического измельчения.

Автореферат достаточно полно и правильно передаёт содержание диссертационной работы, которая безусловно представляет собой законченное научное исследование. Работа выполнена на высоком научном и экспериментальном уровне с использованием современного оборудования, а достоверность полученных результатов подтверждается их непротиворечивой интерпретацией в рамках физических моделей, адекватно описывающих наблюдающиеся явления.

По автореферату имеется одно замечания.

В ряде разделов автореферата при обсуждении кривых  $dM(H)/dH$  автор говорит о ширине распределения кристаллитов по размерам, однако при этом функции распределения по размерам не представлены.

Однако это замечание не умаляет общей ценности работы и её положительной оценки, оно не затрагивает основных положений и выводов диссертационной работы

Считаю, что по актуальности темы, объёму и качеству проведённых экспериментальных и теоретических исследований, новизне и научно-практической значимости полученных результатов диссертационная работа Семаида Ашрафа Масуда Абделхади на тему «Особенности формирования высококоэрцитивного состояния в нанокомпозитах на основе гексаферрита стронция  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  и быстрозакалённого сплава системы Nd-Fe-B, полученных методом высокоэнергетического измельчения» отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения учёной степени в НИТУ «МИСиС», а её автор, Семаида Ашраф Масуд Абделхади, **заслуживает присуждения**

учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Профессор, ведущий научный сотрудник  
химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова,  
доктор химических наук

**Вербецкий Виктор Николаевич**



29 ноября 2022 г.

Подпись Вербецкого Виктора Николаевича удостоверяю:

Адрес: 119991, г. Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 3, ГСП-1, МГУ, Химический факультет

Телефон (рабочий): +7 (495) 939-36-77

Адрес электронной почты: [Verbetsky@hydride.chem.msu.ru](mailto:Verbetsky@hydride.chem.msu.ru)

