

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Салихова Сергея Владимировича «Закономерности формирования структуры и магнитных свойств наноразмерных и наноструктурированных порошков на основе оксидов железа», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

В последние годы одним из наиболее перспективных и активно разрабатываемых направлений применения наноразмерных и наноструктурированных магнитных порошков является биомедицина, т.е. адресная доставка лекарств к различным органам и тканям организма. Носителями этих лекарств должны выступать магнитные наночастицы с достаточно высокой намагниченностью и в тоже время максимально безвредные для организма. В качестве таких носителей Салиховым С.В. предложены наночастицы оксидов железа, в частности, магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). В тоже время применение наночастиц оксидов железа в биомедицине требует детального исследования их структуры и свойств. Известно, что различные оксиды железа (магнетит, маггемит, вюстит и т.д.) оказывают различное влияние на биологические объекты. Кроме того, магнитные свойства наночастиц отличают их от соответствующих массивных материалов (они становятся однодоменными, появляются суперпарамагнитные флуктуации их магнитных моментов). Более того, кристаллическая структура наночастиц, как правило, искажена (по сравнению с массивным аналогом) и зависит от способа их получения, что серьезно затрудняет их идентификацию. В связи со сказанным выше тема диссертационной работы Салихова С.В. является безусловно актуальной.

Диссертантом получены следующие значимые результаты:

1. Показано, что наночастицы магнетита, полученные химическими методами, можно описать кристаллохимической формулой  $\text{Fe}^{3+}[\text{Fe}^{2+}_{1-3n}\text{Fe}^{3+}_{1+2n}\phi_n]\text{O}_4$ , где  $\phi$  и  $n$  – обозначение и формульный коэффициент вакансий.

2. Установлено, что наночастицы  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , синтезированные методами соосаждения и осаждения, имеют оболочку, близкую по составу к гетиту и имеют толщину около 0,5 нм.

3. Установлено, что термообработка в интервале температур 300–400 °С механоактивированных в течение 10 часов порошков 50 %  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – 50 % Fe, допированных оксидом гадолиния ( $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ) приводит к значительному увеличению коэрцитивной силы, которая достигает значений




50–55 кА/м, при сохранении удельной намагниченности насыщения на уровне 78–85 кА м<sup>2</sup>/кг.

В качестве замечания можно отметить, что, по нашему мнению, первый пункт приведенной в автореферате научной новизны относится скорее к методике проведения исследований (вторая глава диссертации) и в научную новизну его включать не следует.

В целом следует отметить, что высказанное замечание не умаляет значимости проведенного исследования, выполненного на высоком научном уровне с привлечением большого количества физических методов, подтверждающих обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Работа очень хорошо опубликована и апробирована.

Выполненная диссертантом работа по своей актуальности и научной новизне соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Салихов Сергей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Доктор технических наук,  
заместитель начальника  
лаборатории «Специальные  
металлические материалы  
и магниты» по науке

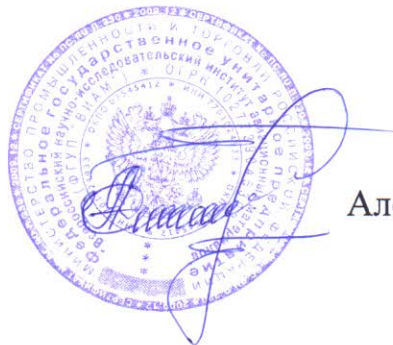
  
08.06.2016

Пискорский  
Вадим Петрович

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»  
Государственный научный центр Российской Федерации  
Адрес: 105005, г. Москва, ул. Радио, 17. Телефон: (499) 748-97-94. E-mail: admin@viam.ru

Подпись д.т.н. Пискорского Вадима Петровича удостоверяю.

Начальник Управления  
«Научно-образовательная  
деятельность»



Алешина Елена Анзоровна