

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию на соискание ученой степени кандидата

технических наук **Минковой Ирины Олеговны** на тему:

**«СТРУКТУРА И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ
ЖЕЛЕЗА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБЪЁМНОГО АЗОТИРОВАНИЯ
МЕТОДАМИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СПЕКАНИЯ И
МЕХАНОСПЛАВЛЕНИЯ»**

по специальности 05.16.09 Материаловедение (металлургия)

Ирина Олеговна Минкова в 2016 г. закончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности «Физика металлов» по кафедре физического материаловедения института новых материалов и нанотехнологий. С 2016 по 2020 год училась в очной аспирантуре НИТУ «МИСиС». За время обучения в аспирантуре и выполнения научной работы И.О. Минкова зарекомендовала себя как сформировавшийся, высококвалифицированный специалист в области физического материаловедения функциональных материалов с особыми магнитными свойствами.

В процессе выполнения своей научной работы И.О. Минкова подготовила обширный и детальный литературный обзор, обобщающий сведения по выбранной тематике, непосредственно участвовала в постановке цели и задач своей диссертационной работы, продемонстрировала умение анализировать и обобщать полученные экспериментальные результаты. И.О. Минкова овладела современными методами исследований и приобрела практические навыки работы на сложном оборудовании по определению химического и фазового состава и структуры сплавов с помощью методов рентгеноструктурного анализа, мессбауэровской спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, измерений магнитных свойств на гистерезисграфе и вибромагнетометре.

Диссертационная работа И.О. Минковой, посвящена разработке методов получения и исследованию структуры и магнитных свойств азотированных материалов на основе железа, синтезированных путем высокотемпературного спекания и механосплавления. В работе получены не только прикладные, но и фундаментальные результаты, научная достоверность которых, учитывая широкое использование современных методик и оборудования, включая дифракционные, резонансные, электронно-микроскопические и магнитные методы исследования, не вызывает сомнения. Полученные материалы рекомендованы для практического применения, подтвержденного патентом на изобретение. Результаты работы имеют самостоятельную методическую ценность и могут быть использованы как при научных исследованиях, так и при подготовке лекций для студентов.

Отметим наиболее важные результаты, полученные диссертантом.

Отметим наиболее важные результаты, полученные диссертантом.

В работе был апробирован метод объемного азотирования железа (в виде порошка) и сплавов железа-РЗМ со структурой типа ThZn_{12} с использованием в качестве источника азота твердых порошков нитридов бора, алюминия или кремния. На основе предложенного автором алгоритма определения направления пути реакции для обратимых и необратимых процессов в закрытой системе были установлены температурные условия образования нитридов железа в системах $\text{Fe} - \text{BN}$, $\text{Fe} - \text{Si}_3\text{N}_4$ и $\text{Fe} - \text{AlN}$ при использовании метода высокотемпературного спекания. Полученные этим методом магнитотвердые материалы, содержащие нитриды железа, приобретают гистерезисные свойства, превышающие свойства магнитотвердых дисперсионно-твердеющих сплавов на основе железа.

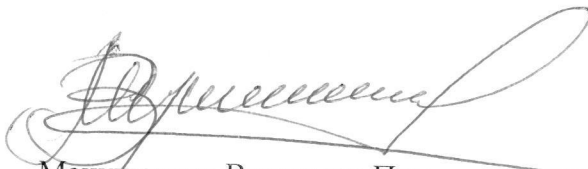
В результате оптимизации режимов и длительности высокоэнергетического помола смеси порошков Fe и BN в планетарной шаровой мельнице получен нанокмпозиционный магнитотвердый материал на основе изначально магнитомягкого железа. При увеличении продолжительности механосинтеза до 60 ч коэрцитивная сила измельченного порошка достигает $H_c = 36 \text{ кА} \cdot \text{м}^{-1}$ (450 Э), т.е. превышает коэрцитивную силу дисперсионно-твердеющих сплавов. Методом РФЭС впервые показано, что при извлечении порошков после механосинтеза из стакана мельницы происходит взаимодействие частиц порошка с кислородом и парами воды, содержащимися в воздухе, что приводит к появлению в структуре частиц B_2O_3 , BO_xN_y , $\text{FeO}(\text{OH})$. Установлено, что отжиг механоактивированных порошков Fe-BN при 200 - 600 °С в атмосфере азота приводит к образованию в приповерхностном слое частиц железа нановыделений нитридов и оксинитридов железа, а также оксида железа, выполняющих роль центров закрепления доменных стенок и обеспечивающих на образце с соотношением $\text{Fe}:\text{BN} = 1$ коэрцитивную силу $H_c = 42 \text{ кА/м}$ (525 Э) при намагниченности насыщения $\sigma_s = 66 \text{ Ам}^2/\text{кг}$.

По материалам диссертационной работы опубликовано 12 статей, в том числе 5 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ, сделано 7 докладов на международных конференциях и семинарах.

Представленная диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Минкова Ирина Олеговна заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 Материаловедение (металлургия).

Научный руководитель

к.ф-м.н., с.н.с.,


Менушенков Владимир Павлович

« 20 » мая 2021 г.



Подпись Минкова И.О.
Завещаю
ам. начальника Кузнецова А.Е.
отдела кадров МИСиС
« 20 » 05 2021 г.