

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бельтюковой Марии Александровны
«Формирование структуры и свойств концентрационно-неоднородного порошкового сплава системы Fe-Cr-Co-Mo с добавками Sm, Zr, Cu для точного приборостроения»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.5 - Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертационная работа Бельтюковой М.А. посвящена разработке магнитотвердого порошкового сплава на основе системы Fe-Cr-Co-Mo с добавкой редкоземельного магнитного материала на основе системы SmCo с целью сочетания преимуществ обеих магнитных систем. Для современного приборостроения важным трендом является возможность изготовления деталей и компонентов с разнообразием форм и размеров, в связи с чем методы порошковой металлургии становятся всё более актуальными. Магнитотвердые сплавы системы Fe-Cr-Co известны как материалы обладающие наиболее высокими механическими характеристиками и обрабатываемостью по сравнению с остальными классами магнитотвердых материалов. Поэтому неудивителен рост исследований именно порошковых Fe-Cr-Co сплавов, в том числе и применение таких современных методик как аддитивные технологии и др. В связи с вышесказанным актуальность диссертационной работы Бельтюковой М.А. не вызывает сомнений.

В работе Бельтюковой М.А. получен ряд новых и интересных научных и практических результатов. Проведено детальное исследование процесса спекания и установлен асимптотически логарифмически нормальный закон распределения концентраций Cr, Co, Mo, что позволяет оптимизировать параметры спекания и получать материал с заданным уровнем концентрационной неоднородности. На основе аппроксимации экспериментальных данных определены коэффициенты уравнения гомогенизации и энергия активации. В результате этого предложена модель гомогенизации, позволяющая численно оценивать и прогнозировать уровень концентрационной неоднородности при спекании сплава Fe-Cr-Co-Mo с добавкой 0,5% Sm. Экспериментально определено оптимальное содержание легирующей добавки KC25ДЦ, составляющее 2,9 – 4,4%, которое позволяет получать магниты с высоким уровнем магнитных свойств: $B_r > 1,3$ Тл, $H_c > 55$ кА/м и $(BH)_{\max} > 40$ кДж/м³; показано что повышение содержания добавки выше 4,4% приводит к росту остаточной пористости и ухудшению характеристик материала. Использование указанной добавки позволяет снизить содержание дорогостоящего кобальта в сплаве за счёт его частичного введения в составе добавки KC25ДЦ, что позволяет использовать рециклинг бракованных магнитов. Практическая значимость подтверждается апробацией роторов гиromотора ДНГ из исследуемого в работе сплава и заявкой на патент.

Достоверность результатов работы подтверждается использованием современных методов исследований и корреляцией полученных зависимостей со многими исследованиям порошковых магнитотвердых материалов.

К замечаниям по автореферату следует отнести следующее:

1. Для параметра K_n (коэффициент прямоугольности петли гистерезиса) стоило дать расшифровку при его первом упоминании в тексте, как это было сделано для коэрцитивной силы H_c и остаточной индукции B_r .

2. На стр. 8 указано: «Микроструктура сплава после закалки представляла α – твердый раствор Cr, Co, Mo и Si. Sn находился в виде отдельных включений.» Не упоминается железо, которое является основным компонентом сплава. Какая была температура нагрева под закалку?

3. На рис. 1.5 отсутствует шкала времени по оси y , из-за чего довольно сложно оценить насколько отличаются фактические и расчётные значения времени спекания.

4. Для микроструктур на рис. 1.10 отсутствует размерная линейка. Поскольку α_1 и α_2 фазы после спинодального распада являются наноразмерными, при описании методов исследования возможно стоило также упомянуть, что использовалась сканирующая электронная микроскопия высокого разрешения для исследования таких структур. Обычно исследования тонкой структуры Fe-Cr-Co сплавов проводят с помощью просвечивающей микроскопии.

Приведенные замечания являются незначительными и никак не снижают впечатление о проделанной научной работе.

Работа Бельтюковой М.А. соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утвержденным постановлением правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Бельтюкова М.А. заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Выражаю согласие на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Бельтюковой Марии Александровны.

Рецензент: Устюхин Алексей Сергеевич, кандидат технических наук (05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы), младший научный сотрудник лаборатории Физикохимии поверхности и ультрадисперсных материалов федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

Адрес: 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 49

Тел.: 8 (499) 135-8641

e-mail: austyukhin@imet.ac.ru, fcbneo@yandex.ru

Устюхин А.С.

03.12.2024

Подпись Устюхина А.С. заверяю

референт ИМЕТ РАН, к.т.н.
Ирина Николаевна

