

## ОТЗЫВ

Научного руководителя на диссертационную работу Гаврикова И.С. по теме: «Формирование высококоэрцитивного состояния в постоянных магнитах Fe-Cr-Co, полученных методами селективного лазерного плавления и инъекционного формования», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 – «Физика магнитных явлений»

### *Общая характеристика соискателя*

Гавриков Иван Сергеевич в 2019 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», получив степень магистра. После чего продолжил свое обучение в аспирантуре по направлению 22.06.01 «Технологии материалов». В 2023 году успешно окончил аспирантуру, получив степень «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

За время обучения и работы проявил себя как ответственный, добросовестный, инициативный исследователь, способный четко формулировать цель и задачи исследования, целеустремленно и настойчиво работать для достижения поставленных целей.

Полученные соискателем теоретические и практические результаты, получившие апробацию на предприятии Акционерного общества «Спецмагнит» за время его работы в научно-техническом отделе в должности научного сотрудника, позволяют сделать вывод о высокой квалификации автора, способного глубоко осмысливать, анализировать предмет исследования и успешно применять математические методы для решения поставленных задач, грамотно обрабатывать и интерпретировать полученные результаты, используя современные методы обработки данных.

### *Актуальность темы диссертации, теоретическая и практическая значимость результатов исследования*

Диссертационная работа Гаврикова И.С. посвящена изучению условий формирования высококоэрцитивного состояния в постоянных магнитах на основе сплавов системы Fe-Cr-Co, изготовленных методами инъекционного формования и селективного лазерного плавления. Актуальность темы обусловлена выбором в качестве технологий производства объектов исследования современных технологических процессов, таких как технология аддитивного формирования и технология инъекционного формования. При

этом стоит отметить, что высокоэрцитивное состояние в сплаве Fe-Cr-Co достигается в результате спинодального распада твердого раствора на две изоморфные фазы (сильномагнитную и слабомагнитную) при термомагнитной обработке. При этом в процессе термообработки сплавов Fe-Cr-Co вклад в общую энергию реакции вносят магнитные поля, границы зерен и поля напряжения-деформации. Физические процессы, лежащие в основе этих реакций, еще не до конца понятны. Другими словами технология производства данных постоянных магнитов за счет различных условий протекания реакции спинодального распада определяет магнитные и механические характеристики готового продукта. Вместе с тем, на данный момент не изученным остается влияние условия протекания реакций при использовании предложенных методов на магнитные и механические свойства постоянных магнитов системы Fe-Cr-Co.

В ходе выполнения работы И.С. Гавриков получил ряд результатов, обладающих как научной новизной, так и практической значимостью:

1. Впервые проведены исследования магнитных свойств образцов ПМ сплава марки 25X15КА, синтезированных с использованием технологий инжекционного формования и селективного лазерного плавления. Установлены зависимости между микроструктурой, которая обуславливает магнитные характеристики образцов, и остаточным углеродом из связки, временем и температурой спекания «коричневой детали» при отработке технологии инжекционного формования, а также зависимости от мощности лазера и скорости печати при применении технологии селективного лазерного плавления.

2. Впервые исследованы механические свойства образцов ПМ сплава марки 25X15КА, синтезированных с использованием технологий инжекционного формования и селективного лазерного плавления. Сравнительный анализ значений прочности на растяжение и твердости показал, что из-за более крупного зерна и отсутствия текстуры в образцах, полученных по технологии инжекционного формования, значения механических параметров для них незначительно уступают образцам, полученных по технологии селективного лазерного плавления.

Гавриков И.С. принимал активное участие в постановке задач и выборе объектов исследования. Все экспериментальные и теоретические результаты получены автором лично. Во время обучения в аспирантуре И.С. Гавриков являлся один из ключевых исполнителей грантов РФФИ и ФЦН.

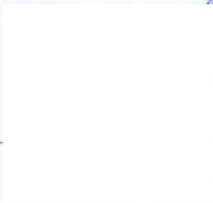
Гавриков И.С. принимал непосредственное участие в обработке и анализе экспериментальных данных и в написании научных статей. Он участвовал в работе ряда

международных конференций и семинаров, на которых представлял результаты своих исследований.

*Общее заключение*

Личностные качества соискателя, его компетенции в предметной области исследования, объем его работы с литературными источниками, теоретическая и практическая значимость диссертации, личный вклад автора в полученные результаты позволяют считать, что диссертационная работа Гаврикова Ивана Сергеевича по теме: «Формирование высококоэрцитивного состояния в постоянных магнитах Fe-Cr-Co, полученных методами селективного лазерного плавления и инжекционного формования» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам соискатель заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 – «Физика магнитных явлений».

Научный руководитель,  
доцент кафедры функциональных наносистем  
и высокотемпературных материалов  
НИТУ МИСИС  
к.ф.-м.н.

—  Д.Ю. Карпенков