

Отзыв

на автореферат диссертации Яцко Дмитрия Сергеевича «Создание магнитного материала из порошков Sm, Co и Fe методом лазерной аддитивной технологии на немагнитной подложке в постоянных магнитных полях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение

Разработка новых композиционных материалов, обладающих магнитными свойствами, является перспективным направлением материаловедения. По этой причине развитие новых способов получения магнитных материалов для различных отраслей промышленности **является актуальной задачей.**

В настоящее время внедрение аддитивных технологий (АТ) производства является одним из наиболее экономически обоснованных способов получения изделий с заданным комплексом механических и физико-механических свойств. Развитый в работе подход к исследованию процессов формирования магнитных композиционных материалов методами селективного лазерного плавления (СЛП) на немагнитных подложках позволил автору работы получить материалы с высокими характеристиками магнитных свойств.

Автором работы Яцко Д.С. предложены научно обоснованные технические решения, позволяющие совместить два направления исследований - аддитивные технологии и магнитные материалы. Целью диссертационной работы является разработка новой методологии формирования композитных магнитных материалов (сплавов) из порошков Sm, Co, Fe, реализуемой посредством лазерного аддитивного сплавления порошковых композиций для получения постоянных магнитов, в том числе со сложной формой магнитного поля.

Наиболее важными в научном и практическом отношении результатами диссертационной работы Яцко Д.С. являются следующие:

- разработан процесс изготовления магнитного материала из порошков Sm, Co, Fe на немагнитной подложке методом лазерной аддитивной технологии, позволяющий создавать постоянные магниты с магнитными полями сложной формы;
- определены рациональные характеристики защитной среды и параметры лазерного излучения для аддитивного формирования порошковых композиций $\text{Sm}_{20}\text{Fe}_{80}$ и $\text{Sm}_{37}\text{Co}_{63}$ со связующим веществом в постоянном магнитном поле индукцией 500-540 мТл на металлической немагнитной подложке без последующего дополнительного спекания;
- установлены закономерности формирования микроструктуры при лазерной наплавке порошковых композиций $\text{Sm}_{20}\text{Fe}_{80}$ и $\text{Sm}_{37}\text{Co}_{63}$ на немагнитную металлическую подложку;
- результаты диссертационной работы использованы при освоении и внедрении в производство технологических процессов восстановления деталей ремонтируемой авиационной техники в АО «322 АРЗ».

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов обеспечивается теоретической проработкой поставленных в работе задач и использованием современных экспериментальных методов и оборудования исследования структуры и свойств аддитивных материалов.

Научная новизна диссертации заключается в разработке направления научных исследований, ориентированного на получение многокомпонентных металлических магнитных материалов с использованием аддитивной технологии селективного лазерного плавления (СЛП). Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных результатов в различных отраслях промышленности (авиастроение, электротехническая промышленность).

В целом в кандидатской диссертации Яцко Д.С. разработан единый комплексный подход к решению важной практической задачи – созданию магнитных материалов с

требуемыми эксплуатационными характеристиками методами аддитивного производства (АП). Результаты выполненных исследований, составившие диссертацию, опубликованы в рецензируемых российских научных журналах, рекомендованных ВАК (3 публикации), в научных изданиях, включенных в наукометрические базы данных Scopus (7 публикаций).

По прочтению автореферата возникли следующие **замечания**.

1. В тексте автореферата цель работы, а также решаемые задачи по-разному формулируют суть решаемой проблемы: а) «контролируемый синтез»; б) «создание/изготовление магнитного материала»; в) «лазерное сплавление порошков»; г) «лазерная наплавка композиции порошков»; д) «технология производства постоянных магнитов». При этом для обоснования использования термина «синтез» целесообразно было привести формулы, описывающие соответствующие реакции в исследуемых порошковых системах.
2. В автореферате встречается ряд неудачных формулировок: стр. 5. «закономерности между структурой, направлением наплавки и магнитного поля и магнитными свойствами материала»; стр. 6 «автор выражает благодарность коллективу ИАПУ ДВО РАН, участвовавшему в процессе выполнения работ»; стр. 8 «Эксперимент показал, что подложка из сплава АМгЗ затрудняет получение образцов с высокой адгезией»; стр. 10 «малые зерна (5...20 мкм) серого цвета отделены один от другого и встроены в матрицу белого цвета»; стр. 10. «Влияние магнитного поля на направление роста зерна не обнаружено, также были обнаружены микротрещины»; стр. 10 «Работа выхода электронов из редкоземельных металлов (в частности Sm) значительно меньше, чем у переходных металлов, поэтому яркая матрица соответствует составу, обогащённому Sm, но в состав более тёмных (серых) зёрен входят в основном атомы железа (для образцов $\text{Sm}_{20}\text{Fe}_{80}$) и кобальта (для образцов $\text{Sm}_{37}\text{Co}_{63}$)»; стр. 11 «при кристаллизации в магнитном поле большая часть атомов самария располагается в областях белого цвета, а в серые области Sm входит в незначительном количестве (единицы атомных процентов) самария»; стр. 11 «в структуре образцов выявлено два основных вида дефектов: карбиды и оксиды самария»; стр. 12 «равномерное распределение элементов означает, что элементы подложки попадают в наплавленный металл исключительно из ванны расплава»; стр. 12 «но гораздо больше в наплавленном металле присутствует С и О»; стр. 13 «рисунок 8 – микроструктура образца наплавки порошков $\text{Sm}_{20}\text{Fe}_{80}$ с применением полистирола»; стр. 14 «независимо от состояния микроструктуры, состава сплавов, сформированных на основе атомов железа и различий в распределении атомов Sm по толщине слоя, намагниченность насыщения и коэрцитивная силы изменяются незначительно»; стр. 14 «основной вклад из металлов в структуру образца №4 вносят Sm (гексагональный) и сплав SmCo_5 (гексагональный)»; стр. 21 «ориентация доменной структуры сохраняется по направлению линий магнитной индукции вне зависимости от направления процесса кристаллизации металла».
3. Приведенные в автореферате данные о магнитных свойствах не содержат информации о разбросе результатов измерений, что затрудняет понимание их статистической значимости.
4. В работе говорится, что «применения полистирола качестве связующего агента для удержания порошков в магнитном поле позволяет повысить трещиностойкость получаемых образцов магнитного материала». Однако данное заключение делается не на основе стандартной методики измерения трещиностойкости, а из анализа структуры шлифа после формирования валика наплавленного материала.

Перечисленные замечания носят, скорее, частный характер и не касаются сути основных защищаемых положений и выводов.

Диссертация «Создание магнитного материала из порошков Sm, Co и Fe методом лазерной аддитивной технологии на немагнитной подложке в постоянных магнитных полях», является законченным исследованием, отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Яцко Д.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

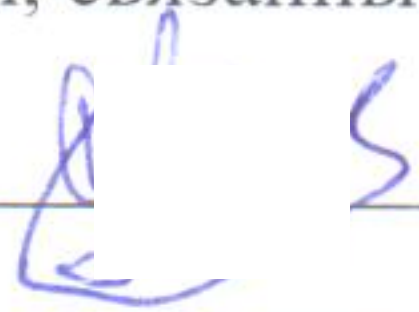
Заведующий лабораторией механики полимерных композиционных материалов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, член-корр. РАН,
доктор технических наук, профессор (01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела)

Панин Сергей Викторович

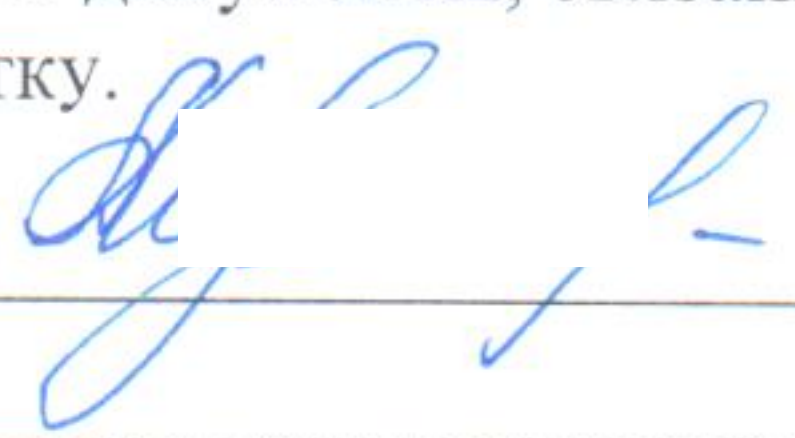
Старший научный сотрудник
лаборатории механики полимерных композиционных материалов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,
кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
(01.04.07 – физика конденсированного состояния)

Корниенко Людмила Александровна

Я, Панин Сергей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 Панин С.В.

Я, Корниенко Людмила Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 Корниенко Л.А.

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики прочности
и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук
г. Томск, проспект Академический 2/4, 634055
Тел. +7 (3822) 286-904
E-mail: svp@ispms.ru, rosmc@ispms.ru

Подписи С.В. Панина и Л.А. Корниенко удостоверяю
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН,
к.ф.-м.н.

Н.Ю. Матолыгина

08.09.2025