ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Мальцевой Виктории Евгеньевны «МАГНИТНЫЕ ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ СВОЙСТВА МАГНИТОТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений

Актуальность и перспектива использования результатов работы. Диссертационная работа Мальцевой Виктории Евгеньевны рассматривает вопросы, связанные с исследованием магнитных свойств магнитотвердых материалов, полученных из порошков сплавов на основе соединения $Nd_2Fe_{14}B$ с помощью селективного лазерного спекания (СЛС). Получение постоянных магнитов определенного размера и форм с высокими функциональными свойствами, анализ микроструктурных особенностей и механизмов, приводящих к высококоэрцитивному состоянию является актуальной научной и технологической задачей, представляющей значительный интерес для разработки новых преобразователей механической энергии в электрическую, используемых в электронной промышленности и народном хозяйстве.

Структура и основное содержание диссертации. Диссертационная работа Мальцевой В.Е., изложенная на 131 странице машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения и библиографического списка литературы, включающего 92 наименования.

Во **введении** кратко обоснована актуальность тематики диссертационной работы, сформулированы ее цели и задачи, представлены научная новизна и практическая значимость, положения, выносимые на защиту, указана достоверность полученных результатов, а также сведения об опубликованных материалах.

В **Первой главе описаны** объекты исследования. Автором проведен критический обзор имеющихся сегодня научных данных по теме диссертации.

Рассмотрены магнитные гистерезисные свойства магнитотвердых материалов на основе соединения $Nd_2Fe_{14}B$, а также различные способы получения таких материалов. Подробно описаны известные методики создания наноструктурных и микрокристаллических магнитотвердых материалов с высокой коэрцитивной силой. Приведены примеры успешного применения методики аддитивного производства из порошков магнитных сплавов для получения изделий для медицины, электронной промышленности и сельского хозяйства. Подробно рассмотрено влияние связующего полимера на магнитные свойства образцов, полученных с помощью различных видов аддитивных технологий. Описаны особенности структуры и окисление магнитных материалов на основе соединения $Nd_2Fe_{14}B$, полученных с помощью селективного лазерного сплавления.

Во второй главе описаны экспериментальные методики получения и характеристики выбранных для исследования образцов и порошков для селективного лазерного спекания. Подробно описан процесс изготовления образцов из полученного порошка магнитотвердых сплавов с помощью лазерного 3Д принтера. Описаны методики исследования и расчетов с использованием метода конечных элементов в программном пакете Comsol Multiphysics.

Третья, четвертая и пятая главы являются оригинальными, в которых представлены результаты выполненной в диссертации работы.

Глава 3 содержит результаты анализа быстрозакаленных нанокристаллических сплавов на основе $Pr_2Fe_{14}B$, использованных для получения порошка для лазерного 3Д принтера.

Главы 4 и 5 содержат результаты исследования магнитотвердых образцов, полученных из порошков сплавов на основе соединения $Nd_2Fe_{14}B$ с помощью селективного лазерного спекания. Мальцевой В.Е. были предложены модели процессов перемагничивания и описаны механизмы перемагничивания нанокристаллических сплавов R-Fe-B. Определено влияние параметров печати лазерного 3Д принтера на коэрцитивную силу

исследованных образцов, максимальное значение коэрцитивной силы в полученных СЛС образцах составило 23 кЭ. Установлены причины получения низкой коэрцитивной силы в СЛС образцах, которые связаны с отсутствием обогащенной редкоземельным металлом прослойки. Показано, что высококоэрцитивное состояние преимущественно обусловлено задержкой образования зародышей обратной магнитной фазы.

Эти результаты являются новыми и не противоречат существующим представлениям о свойствах и структуре магнитных сплавов.

Диссертация хорошо структурирована, результаты данной работы отвечают принятым критериям **научной значимости**, **новизны** и **достоверности**. Основные результаты работы неоднократно апробированы на российских и международных конференциях, защищаемые положения достаточно полно отражены в научных публикациях. Автореферат полностью отражает содержание и структуру диссертации, а также ее ключевые аспекты.

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1) В отличие от автореферата, в диссертации личный вклад автора не выделен.
2) Заключение к работе слишком пространное, плохо сформулировано и не совсем согласуется с целью и количеством поставленных задач.
3) В цели работы стоит «..разработка физических основ получения магнитотвердых материалов методом селективного лазерного спекания..». Какие физические основы были разработаны?

Вышеуказанные замечания и вопросы не снижают общий высокий уровень диссертационной работы. Диссертация Мальцевой В.Е. является законченной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений, а также отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» в УрФУ. Автор диссертации Мальцева В.Е. заслуживает присуждения ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник
лаборатории аддитивных технологий
ФГБУН «Институт физики металлов
имени М.Н. Михеева» УрО РАН,

Казанцева Наталия Васильевна _____ «19» мая 2025 г.

Контактная информация:
Тел.: +7 (343) 374-02-30,
e-mail: kazantseva@imp.uran.ru
620108, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18

Подпись главного научного сотрудника лаборатории аддитивных технологий ФГБУН «Институт физики металлов имени М.Н. Михеева» УрО РАН, Н.В. Казанцевой удостоверяю:

ИФМ УрО РАН
И.Ю. Арапова
«19» мая 2025 г.