

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.316.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСК-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «26» сентября 2025 г. № 11
о присуждении Яцко Дмитрию Сергеевичу, гражданину
Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Создание магнитного материала из порошков Sm, Co и Fe методом лазерной аддитивной технологии на немагнитной подложке в постоянных магнитных полях» **по специальности** 2.6.17. Материаловедение (технические науки) принята к защите «25» июля 2025г., протокол № 9 диссертационным советом 24.2.316.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольск-на-Амуре государственный университет» (Россия, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от «2» ноября 2012 г., приказ 350/нк от «29» июля 2013 г., приказ 419/нк от «15» июля 2014 г., приказ 633/нк от «12» ноября 2014 г., приказ 423/нк от «28» апреля 2015 г., приказ 512/нк от «28» апреля 2016 г., приказ 641/нк от «15» июня 2018 г., приказ 1046/нк от «15» октября 2021 г., приказ 86/нк от «26» января 2022 г., приказ №581/нк от «11» июня 2024 г., протокол № 889/нк от «25» сентября 2024 г., протокол 1209 от «17» декабря 2024 г.).

Соискатель Яцко Дмитрий Сергеевич, 1992 года рождения, в 2014 г. окончил Дальневосточный федеральный университет по специальности «Материаловедение в машиностроении» с присвоением квалификации

инженер. В период с 2015 по 2019 гг. обучался в Институте автоматике и процессов управления ДВО РАН в очной аспирантуре по программе подготовки научно-педагогических кадров направления подготовки 01.06.01. Математика и механика с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

В период подготовки диссертации, начиная с 2015 года по настоящее время работает в Центре лазерных технологий, Лаборатории прецизионных оптических методов измерений (№21) ИАПУ ДВО РАН в должности младшего научного сотрудника.

Яцко Дмитрий Сергеевич сдал кандидатские экзамены по следующим дисциплинам: Иностранный язык (2.6.17. материаловедение – технические науки), «удовлетворительно» – «09» ноября 2023 г.; История и философия науки (2.6.17. материаловедение – технические науки) «отлично» – «23» января 2024 г.; Специальная дисциплина – Материаловедение (2.6.17. материаловедение – технические науки) – «отлично», «09» февраля 2024 г.

Диссертация выполнена в Центре инженерных разработок ФГБУ ИАПУ ДВО РАН

Научный руководитель – академик РАН, доктор физико-математических наук Кульчин Юрий Николаевич, научный руководитель ИАПУ ДВО РАН.

Официальные оппоненты:

Савин Валерий Васильевич – доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией физического материаловедения, профессор Высшей школы нанотехнологий и инженерии Образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» (БФУ им. И. Канта).

Люхтер Александр Борисович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки» ФГБОУ ВО

«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ИРНИТУ), г. Иркутск., в своём положительном заключении, подписанном к.т.н., доцентом Балановским Андреем Евгеньевичем, заведующим кафедрой материаловедения, сварочных и аддитивных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», утверждённом ректором ИРНИТУ д.т.н. Корняковым Михаилом Викторовичем указала, что диссертационная работа Д.С. Яцко на тему «Создание магнитного материала из порошков Sm, Co и Fe методом лазерной аддитивной технологии на немагнитной подложке в постоянных магнитных полях» соответствует требованиям, установленным в пп. 9-11,13,14 положения «О порядке присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, Яцко Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ и 7 работ, приравненных к ним в изданиях, входящих в международные базы Scopus / Web of Science. Вклад соискателя в работы, опубликованные в соавторстве, состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальных работ, выполнении теоретической части работы, интерпретации данных и анализе результатов.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. **Яцко, Д.С.** Структура и магнитные свойства слоёв, сформированных методом лазерного наплавления порошков на немагнитных подложках / Н.Г. Галкин, Д.С. Яцко, Е.П. Субботин, Ю.Н. Кульчин, И.Н. Завестовская. – Текст: электронный // Краткие сообщения по физике физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук. — 2015. — Т. 42. — №12. — С. 50-55. — Перечень ВАК.

2. **Яцко, Д. С.** Аддитивные технологии для создания магнитных материалов / Д. С. Яцко. – Текст: электронный // Научноёмкие технологии в машиностроении. 2023. №11 (149). С.17-23. doi: 10.30987/2223-4608-2023-17-23.

– К2. – Перечень ВАК.

3. **Яцко, Д. С.** Исследование влияния органических связующих на микроструктуру образцов лазерной порошковой наплавки порошков SmFe в магнитном поле / Д. С. Яцко. – Текст: электронный // Научноёмкие технологии в машиностроении. 2024. №2 (152). С.3-11. doi: 10.30987/2223-4608-2024-3-11. – К2. – Перечень ВАК.

4. **Yatsko, D. S.** Direct laser welding of Sm and Fe powders for creation of magnetic alloys on the stainless steel substrate: microstructure and magnetic properties / N.G. Galkin, D. S. Yatsko, E. P. Subbotin, Y. N. Kulchin, A. A. Kostyanko, D. C. Pivovarov. – Текст: электронный // Proceedings of SPIE (Fundamental and Applied Problems of Photonics: Selected papers of APCOM'2016). — 2016. — V. 10176. — COM16-53. — Scopus.

5. **Yatsko, D. S.** On the principles of the additive technology implementation of composite magnetic coating's formation on non-magnetic substrates by laser welding of micro powders / N. G. Galkin, E. P. Subbotin, D. S. Yatsko, V. M. Dolgorook. – Текст: электронный // Solid State Phenomena (Physics and Technology of Nanostructured Materials III). — 2016. — Vol. 245. — P. 230-237. — DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.245.230. — Scopus.

6. **Yatsko, D. S.** Magnetic properties of laser welded coatings from Sm and Fe powders with and without magnetic field on Al based substrate / N. G. Galkin, D. S. Yatsko, M. E. Stebliy, E. P. Subbotin, Y. N. Kulchin. – Текст: электронный // Proceedings of SPIE (Fundamental and Applied Problems of Photonics: Selected papers of APCOM'2016). — 2016. — V. 10176. — COM16-56. — Scopus.

7. **Yatsko, D. S.** Layer laser fusing of Sm and Fe powders on the non-magnetic stainless steel substrates with and without additional magnetic field: composition and ferromagnetic properties / N. G. Galkin, E. P. Subbotin, Y. N. Kulchin, D. S. Yatsko, M. E. Stebliy, A. V. Nepomnyaschiy. – Текст: электронный // Proceeding of the 14th Sino-Russia Symposium on Advanced Materials and Technologies. — Sanya, China, 28.11.2017-02.12.2017. — 2017. — P.251-260. — Scopus.

8. **Yatsko, D. S.** Investigations of Young's modulus and microhardness of laser-fused Sm-Fe and Sm-Co coatings on two types of substrates / N. G. Galkin, E. P. Subbotin, Y. N. Kulchin, D. S. Yatsko, A. V. Nepomnyaschiy. – Текст: электронный // Proceeding of the 14th Sino-Russia Symposium on Advanced Materials and Technologies. — Sanya, China, 28.11.2017-02.12.2017. — 2017. — P.266-272. — Scopus.

9. **Yatsko, D. S.** Comparative study of laser powder fusing of Sm-Co and Sm-Fe systems on the duralumin substrate: microstructure and magnetic properties / N. G. Galkin, Y. N. Kulchin, D. S. Yatsko, E. P. Subbotin, A. I. Nikitin, M. E. Stebliy, A. V. Nepomnyaschiy. – Текст: электронный // SPIE 11024, Asia-Pacific Conference on Fundamental Problems of Opto- and Microelectronics 2017. — 2019. — 1102410. — DOI: 10.1117/12.2314709. — Scopus.

10. **Yatsko, D. S.** Experimental Study of Magnetic Materials Obtained via Fusing with Laser Radiation / Y. N. Kulchin, D. S. Yatsko, D. S. Pivovarov, P. A.

Nikiforov, M. E. Stebliy. – Текст: электронный // Materials Science Forum. – 2021. – Vol. 1085. – pp 93-99. — Scopus.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов (все отзывы положительные).

Отзывы на диссертацию:

1. Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ИРНИТУ), г. Иркутск.

Замечания:

1) В работе отсутствует детальный анализ существующих методов контроля качества получаемых магнитных материалов, что затрудняет оценку достоверности полученных результатов и воспроизводимости эксперимента.

2) В разделе, посвящённом исследованию магнитных свойств, не представлен сравнительный анализ полученных результатов с теоретическими расчётами и литературными данными, что снижает научную ценность работы.

3) Методика подготовки образцов для исследования требует более детального описания, особенно в части гомогенизации смесей порошков и контроля их качества перед наплавкой.

4) В работе недостаточно внимания уделено вопросам влияния параметров лазерного излучения на микроструктуру получаемых материалов, что могло бы расширить понимание механизмов формирования магнитных свойств.

5) В описании экспериментальной части не представлены данные о воспроизводимости результатов и статистической обработке полученных данных, что является важным для подтверждения достоверности выводов.

6) Методика фиксации порошков в магнитном поле требует более детального описания и обоснования выбора конкретных связующих

материалов (канифоль, полистирол).

2. **Официальный оппонент Савин Валерий Васильевич**, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией физического материаловедения, профессор Высшей школы нанотехнологий и инженерии Образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» (БФУ им. И. Канта), г. Калининград.

Замечания:

1) Несмотря на усилия по созданию защитной атмосферы проблема окисления порошков остаётся нерешённой. Автор предлагает возможные пути минимизации этого влияния, например, изменение скорости подачи аргона. Это возможно, но требует оптимизационных исследований и существенно зависит от других технических и технологических параметров процесса. Т.е. это многофакторный оптимизационный процесс и его, безусловно, надо проводить, но как самостоятельное научно-производственное исследование. Кроме этого существуют и альтернативные технические и технологические методы защиты материала при реализуемом процессе (защитные камеры с инертной или восстановительной средой) или наплавка под флюсом. К сожалению, автор в диссертации не анализирует такие возможности хотя бы в разрезе применимости их к предложенному методу.

2) Выполненные диссертационные исследования в большинстве своем опираются на результаты, полученные при неравновесной кристаллизации многокомпонентных сплавов. Наиболее близким аналогом реализуемого процесса – это закалка из жидкого состояния (ЗЖС). Выбранные для исследований сплавы (как минимум сплавы системы Co-Sm) хорошо изучены при получении с помощью метода ЗЖС. К сожалению, диссертант в своих исследованиях, прежде всего при интерпретации наблюдаемого структурно-фазового состояния и химической

неоднородности в сплаве материала полученных экспериментальных образцов, хотя неравновесные условия для аддитивного процесса наплавочной технологии и для ЖЗС технологии сопоставимы, практически не использовал такие данные. Их применение для анализа полученных экспериментальных данных в диссертационных исследованиях позволило бы существенно усилить сформулированные выводы, а главное, опираться не только на качественные, но и количественные характеристики неравновесного процесса для его оптимизации.

3) Применение в качестве шихтового материала порошка железа не совсем оправдано и избыточно. Введение указанного компонента в аддитивный процесс наплавочной технологии на подложку из нержавеющей стали аустенитного класса существенно усложняет анализ перераспределения элементов в сплаве и между сплавом и подложкой. Возникает неоднозначность оценки перераспределения атомов железа при описании процесса. А выигрыш в функциональных свойствах от введения атомов железа в магнитный сплав на основе системы Co-Sm выглядит спорным и недостаточно обоснованным.

4) Безусловно, реализованная инновационная технология аддитивного процесса наплавки магнитного сплава в магнитном поле требует применения связующего. Возможно, выбранный автором для этих целей полистирол и обеспечил достижение поставленной в диссертационных исследованиях цели. Однако указанное связующие вносит в сплав новые неметаллические легирующие компоненты, а в технологическую атмосферу - газовые компоненты. В первом случае это изменяет термодинамические условия сплавления, а во втором – физико-химические закономерности этого процесса. Обе составляющие влияют на структурно-фазовое состояние в получаемом сплаве в неравновесных условиях затвердевания и кристаллизации расплава. Причем для исследуемой системы дополнительные неметаллические элементы являются аморфизующими добавками и могут вызывать аморфное затвердевание расплава в локальных объемах

(формирующихся многокомпонентных низкоплавких эвтектик) быстро охлаждаемого расплава (где достигаются соответствующие переохлаждения) в условиях неравновесного аддитивного процесса при наплавочной технологии. В диссертации автор этому, к сожалению, не уделил достаточного внимания.

5) В диссертационной работе весьма подробно описаны технологические режимы процесса лазерной наплавки (мощность, скорость подачи порошка и т. д.), но не всегда указаны погрешности измерений приводимых параметров. Для повышения достоверности результатов желательно привести данные статистической обработки экспериментальных результатов (если это возможно, например, стандартное отклонение по нескольким образцам).

6) В разделе 4.1.4 упоминается, что SmCo_5 и $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ являются "жёсткими ферромагнетиками", но не приводятся конкретные значения их магнитных параметров для понимания и сопоставления с результатами диссертационных исследований (например, из ГОСТ 21559-76 или ТУ).

7) В разделе 4.2.2 сравниваются свойства порошка КС25ДЦ и образца №11, но не объясняется, почему коэрцитивная сила снижается после наплавки. Такой результат не кажется очевидным и требует дополнительного пояснения.

8) Учитывая, что представленная к защите диссертация содержит много новых (зачастую оригинальных) экспериментальных данных и может быть использована как хороший справочный материал для ученых и практиков, то правомерно сделать следующее замечание (которое носит рекомендательный характер): заменить низкокачественные изображения микроструктур на более чёткие снимки с расшифровкой структурных и фазовых составляющих.

9) Данное замечание в современных условиях подготовки кадров высшей квалификации становится уже привычным. В диссертации присутствуют грамматические ошибки, пунктуационные и стилистические

неточности. Безусловно, их лучше устранить и многие неточности (согласование подлежащего и сказуемого; правильное использование падежей; устранение лишних предлогов) диссертант уже исправил. И даже можно отметить, что в конечном варианте диссертации их существенно меньше. Правильнее обратить внимание диссертанта на повторяющиеся специфические (скорее принятые в терминологии реального промышленного производства) выражения и определения (профессиональный жаргон). Одно такое определение («жесткий ферромагнетик») я уже приводил в ранее сделанном замечании. Но это, наверно, правомерно отнести к междисциплинарному характеру выполненных исследований: физическое материаловедение; магнитные материалы; металлургия аддитивного процесса; сварочные наплавочные технологии. Поэтому данное замечание я бы свел к рекомендации по формированию у диссертанта более совершенного индивидуального стиля научного письма и более требовательного отношения к общепринятой научной терминологии.

10) В целях повышения научной ценности и практической значимости полученных результатов рекомендую при дальнейших исследованиях сосредоточиться на следующих принципиальных моментах. Прежде всего, разграничить полученные экспериментальные данные и провести их более детальный сравнительный анализ, в том числе опираясь на результаты литературных данных, как минимум, о полученных для технологии ЗЖС (закалка из жидкого состояния на барабан или газового распыления расплава инертным газом) и осаждения из парогазовой фазы (например, магнетронное напыление) по структурно-фазовому состоянию и магнитным свойствам сплавов систем Sm-Co и Sm-Fe. Расширить область исследований на другой вид подложек. Здесь перспективными с точки зрения формирования промышленно значимых магнитных систем являются подложки из материала с высокой магнитной проницаемостью (трансформаторные стали и другие магнитомягкие материалы).

3. **Официальный оппонент Люхтер Александр Борисович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир.

Замечания:

1) В работе не представлено комплексное решение проблемы окисления редкоземельных компонентов (в особенности химического элемента Sm) в процессе выполнения технологических операций лазерной наплавки. Необходимо проведение более детального изучения процессов формирования и оптимизации газовой защитной среды в рабочей зоне лазерной обработки частиц порошковой смеси.

2) В диссертации недостаточно чётко отражена проблема масштабирования технологии для условий серийного производства постоянных магнитов, в том числе вопросы оценки и определения граничных условий экономической целесообразности промышленного производства постоянных магнитов при увеличении программы выпуска изделий.

3) Отсутствуют данные о стабильности параметров и магнитных характеристик полученных материалов в условиях длительной эксплуатации изделий, в том числе в режиме термоциклирования и при воздействии внешних дестабилизирующих факторов.

4) При изложении текста диссертации соискатель зачастую использует недопустимые разговорные обороты (см. п.3 ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления»; а также см. п.5.3 ГОСТ Р 2.105-2019 «Общие требования к текстовым документам»).

5) Оформление списка литературы в диссертации и в автореферате не в полной мере соответствует требованиям ГОСТ 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

б) В тексте диссертации и автореферата имеются ошибки, опечатки и отступления от ряда нормативных требований Положения ВАК и ГОСТ Р 7.0.11-2011, ГОСТ Р 2.105-2019, а именно в части изложения текста и оформления оглавления, заголовков, межстрочных интервалов, рисунков и таблиц. Печатный объем автореферата превышает один авторский лист.

Отзывы на автореферат:

1. **Евтихий Николай Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессора, генеральный директор ООО «НТО «ИРЭ-ПОЛЮС», г. Фрязино.

Замечания:

1) Несмотря на принятые в работе меры по минимизации воздействия атмосферных факторов на формируемые образцы, следует отметить, что применение герметичных защитных камер с контролируемой атмосферой позволило бы существенно повысить воспроизводимость результатов и качество синтезируемых материалов за счет более эффективного подавления процессов окисления.

2) Требуется дополнительное обоснование выбора именно указанных порошковых систем (Sm-Fe, Sm-Co) в аспекте их фазообразования, кинетики спекания и формирования заданных магнитных характеристик. Целесообразно представить более развернутую аргументацию, учитывающую термодинамические и структурно-фазовые аспекты взаимодействия в данных системах.

2. **Котова Светлана Павловна**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. зав. лабораторией, и.о. зам. директора по науке филиала ФИАН в г. Самара.

Замечания:

1) Проведенное сравнение магнитных свойств исходного порошка марки КС25ДЦ и синтезированного образца требует более детальной интерпретации полученных результатов с позиций микроструктурного анализа и фазового состава.

2) В тексте автореферата присутствуют пунктуационные погрешности и опечатки.

3. **Панин Сергей Викторович**, члена-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией механики полимерных композиционных материалов и **Корниенко Людмила Александровна**, кандидата физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск.

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 C и O»; 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 сила 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.

4. **Попович Анатолий Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, директор Института машиностроения, материалов и транспорта, профессор научно-образовательного центра «Конструкционные и

функциональные материалы», г. Санкт-Петербург.

Замечания:

1) Использование железосодержащей подложки и железа в качестве основного компонента наплавляемого материала осложняет интерпретацию данных по анализу структуры и состава синтезируемых образцов, что может приводить к увеличению погрешности исследований.

2) Несмотря на обоснованность применения полистирола в качестве связующего вещества для фиксации порошка в магнитном поле, в условиях эксперимента существует риск выделения токсичных продуктов термического разложения полистирола. В работе описана экспериментальная установка, однако отсутствуют данные о наличии системы газоотвода, что требует дополнительного пояснения.

5. **Громов Виктор Евгеньевич**, доктор физико-математических наук (01.04.07 физика конденсированного состояния), профессор, заслуженный деятель РФ в области науки и техники, лауреат премии РАН им. И. П. Бардина, заведующий кафедрой естественных дисциплин имени профессора В. М. Финкеля и **Невский Сергей Андреевич**, доктор технических наук, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля Федерального бюджетного государственного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Замечания:

1) Более детальное рассмотрение существующих методов изготовления постоянных магнитов и преимуществ от применения адаптивных технологий позволит лучше оценить преимущество от результатов диссертационной работы.

2) В диссертационной работе использованы порошки трёх типов: Sm, Co, Fe. Однако отсутствует обоснование выбора указанных порошков с учётом их формы и морфологии.

6. **Александров Евгений Викторович**, доктор химических наук

(1.4.4.- Физическая химия), директора Центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва.

Замечаний нет.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов для развития аддитивных технологий и создания новых магнитных материалов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией в области материаловедения, магнитных материалов и аддитивных технологий, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований, их согласием.

Выбор ведущей организации обусловлен признанными достижениями Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ИРНИТУ), г. Иркутск в областях материаловедения, машиностроения, металлургии и физики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** новые методики изготовления магнитных материалов из порошков Sm, Co, Fe на немагнитной подложке, реализуемые посредством лазерной аддитивной технологии и позволяющие создавать постоянные магниты с магнитными полями сложной формы без дополнительного спекания;

- **предложен** оригинальный подход к изготовлению постоянных магнитов с применением лазерных аддитивных технологий сплавления металлических порошков Sm, Co, Fe, удерживаемых на подложке связующими веществами;

- **доказана** перспективность применения лазерных аддитивных

технологий для контролируемого сплавления магнитных металлов из композиций порошков $\text{Sm}_{20}\text{Fe}_{80}$ и $\text{Sm}_{37}\text{Co}_{63}$ с использованием связующих материалов;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **доказана** обоснованность методики получения магнитных материалов на основе порошковых систем Sm-Co, Sm-Fe методом лазерной аддитивной технологии в постоянном магнитном поле, что вносит вклад в расширение практического применения магнитных материалов сложной формы;

– **применительно к проблематике диссертации** эффективно **использован** комплекс современных физических методов исследования, включающий сканирующую электронную микроскопию, энергодисперсионный рентгеновский микроанализ, рентгеноструктурный анализ и вибромагнитометрию, что позволило установить связи между параметрами сплавления, микроструктурой и магнитными свойствами получаемых магнитных материалов;

– **изложена** идея применения аддитивных технологий для изготовления магнитных материалов, являющихся неотъемлемой частью конструкции;

– **раскрыты** взаимосвязи между режимами изготовления, структурой и магнитными свойствами полученных образцов магнитного материала, наплавленного на немагнитную подложку в постоянном магнитном поле.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– **разработана и внедрена** в производственный процесс АО «322 АРЗ» новая технология восстановления деталей ремонтируемой авиационной техники;

- **внедрена** в учебный процесс ФГАОУ ВО ДВФУ методика изготовления магнитных материалов из порошков Sm, Co, Fe методом лазерной аддитивной технологии, приняты к использованию практические результаты;
- **создана** система практических рекомендаций по применению связующих компонентов, параметров процесса лазерного сплавления порошков Sm, Co, Fe при изготовлении магнитных материалов;
- **представлены** практические рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии для аддитивного производства и восстановления деталей с заданными магнитными и прочностными характеристиками в авиа- и машиностроении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** использовано высокоточное, автоматизированное оборудование с программным управлением на базе роботизированного комплекса, стабильный источник постоянного магнитного поля и материалы, подвергшиеся разностороннему входному контролю;
- **теория** построена на известных принципах изготовления магнитных материалов и согласуется с опубликованными данными о составе и свойствах магнитных материалов;
- **идея базируется** на комплексном анализе практического опыта и теории современных методов промышленного производства, с учётом применения дорогостоящих материалов;
- **использованы современные** методики анализа микроструктуры и состава металлических материалов, обеспечивающие высокую точность и воспроизводимость результатов исследования и их корректное сравнение с ранее полученными данными.

Личный вклад соискателя состоит в:

- постановке цели и задач исследования;
- планировании и проведении экспериментов;
- анализе и интерпретации результатов проводимых экспериментов;
- апробации и публикации основных результатов исследований в научных журналах;
- формировании научной новизны и практической значимости, положений и выводов, выносимых на защиту, написании диссертационной работы и автореферата.

Диссертационная работа охватывает основные вопросы сформулированной цели исследования и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается логичной структурой, непротиворечивостью методик и взаимосвязью результатов и выводов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- соискатель плохо ориентируется в терминах: метод, методика, методология;
- целесообразно расширить сравнение полученных магнитных характеристик с коммерчески доступными аналогами (например, спеченными магнитами SmCo_5);
- в работе отсутствует детальный экономический анализ предлагаемых методик при масштабировании на промышленный уровень.

Соискатель **Яцко Дмитрий Сергеевич** дал ответы на все заданные вопросы и критические замечания, приведя убедительную аргументацию.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Яцко Дмитрия Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации

№ 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 26 сентября 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Яцко Дмитрию Сергеевичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки, заключающиеся в создании новых магнитных материалов состава Sm-Fe, Sm-Co методом лазерного сплавления на немагнитной подложке и установлении закономерностей формирования их структуры и магнитных свойств, являющиеся существенным вкладом в развитие материаловедения и аддитивных технологий.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, участвовавших в заседании, из 19 человек, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за «12», против «1», недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного
совета, д.т.н., профессор



Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н.



Э.А. Дмитриев

А.Е. Проценко

Дата оформления заключения 26 сентября 2025 г.