



Экз. № 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ  
РАКЕТНЫХ И АРТИЛЛЕРИЙСКИХ  
НАУК»

107564, Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр.

3

тел.: (495) 963-38-63, факс: (495) 734-59-07,

E-mail: [rajan@bk.ru](mailto:rajan@bk.ru)

«    »    20    г. №     
на №   

УТВЕРЖДАЮ  
Президент ФГБУ РАРАН  
доктор технических наук,  
профессор



В.М. Буренок

« 26 » апреля 2025 г.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Жукова Антона Сергеевича на тему «Разработка технологии селективного лазерного сплавления ферромагнитных материалов системы Fe-Cr-Ni(-Co) для получения на их основе элементов навигационной техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение» (технические науки)

Диссертация Жукова А.С. посвящена вопросам разработки новой аддитивной технологии селективного лазерного сплавления (СЛС) порошков ферромагнитных сплавов, которая обеспечивает изготовление деталей сложной геометрии с высокой степенью точности и сокращение сроков производства новых изделий навигационной техники.

Актуальность работы обусловлена необходимостью производства элементов конструкций гироскопов с повышенными магнитными свойствами (кольцевые постоянные магниты, магнитоэкранирующие корпуса).

Целью диссертации является обеспечение требуемых характеристик элементов изделий навигационной техники заданной геометрической формы, изготовленных селективным лазерным сплавлением порошков прецизионных магнитотвердых и магнитомягких сплавов.

Научными результатами, полученными лично автором, являются:

экспериментальные зависимости пористости прецизионных сплавов 80НХС, 25Х15К и ЮНДК, изготовленных селективным лазерным сплавлением, от гранулометрического состава сплавляемых порошков соответствующих марок и параметров энерговложения;

|                    |        |
|--------------------|--------|
| ЦНИИ КМ «Прометей» |        |
| вх. № 1315/17      | в ДЕЛО |
| 29.04.2025 г.      | №      |
| Осн. 3 л.          | подп.  |
| Прил. — л.         |        |

метод повышения коэффициента использования порошка прецизионного сплава 25Х15К за счет доизмельчения сферического порошка дисперсностью более 80 мкм и смешивания получаемого осколочного порошка дисперсностью менее 80 мкм со сферическим порошком дисперсностью менее 80 мкм.

Научная новизна результатов исследования заключается, в основном, в предложенном способе получения смесей порошковых магнитотвердых сплавов 25Х15К, защищённым патентом на изобретение № 2751498.

Теоретическая значимость работы заключается в решении комплекса прикладных задач, необходимых для разработки технологии селективного лазерного сплавления ферромагнитных материалов системы Fe-Cr-Ni(-Co).

Практическая значимость работы заключается:

- в разработке технологического процесса получения экспериментальных образцов порошков магнитотвердых сплавов методом распыления расплава и методом струйного измельчения, что позволило впервые получить порошки магнитотвердых сплавов необходимой текучести и фракции менее 80 мкм, пригодные для СЛС;

- создании установки струйного измельчения порошков прецизионных сплавов 25Х15К и ЮНДК для получения порошков осколочной формы дисперсностью менее 80 мкм из сферических порошков дисперсностью более 80 мкм;

- в разработке технологического процесса изготовления постоянных селективным лазерным сплавлением порошка сплава 25Х15КА магнитов кольцевой формы с минимальными допусками на механическую обработку, высокими магнитными и механическими свойствами;

- в разработке технологического процесса изготовления селективным лазерным сплавлением порошка сплава 80НХС экранирующих корпусов гироскопов с минимальными допусками на механическую обработку, требуемыми магнитными свойствами.

Достоверность основных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается большой статистикой результатов испытаний изготовленных образцов с воспроизводимыми параметрами выполненных экспериментов и воспроизводимыми свойствами, использованием современных методов исследований и современного поверенного исследовательского и опытно-производственного оборудования, непротиворечивостью обоснованных выводов.

К недостаткам автореферата можно отнести:

1. Анализ ранее проведенных работ по технологиям изготовления деталей сложной геометрии с высокой степенью точности приведен автором в недостаточно полном объеме.

2. Не приведена экономическая оценка предложенной технологии селективного лазерного сплавления ферромагнитных материалов, а также ее основных технологических процессов.

Отмеченные недостатки обусловлены ограниченным объемом автореферата и не снижают общей положительной оценки полученных автором научных результатов.

#### **Вывод:**

1. Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.6.17 «Материаловедение» (технические науки).

2. Представленная соискателем Жуковым Антоном Сергеевичем диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит решение актуальной научной задачи, заключающейся в разработке новой аддитивной технологии селективного лазерного сплавления порошков ферромагнитных сплавов, обеспечивающих функционирование образцов техники, с учетом современных технологий, и имеющей важное значение для обороноспособности страны.

В целом работа отвечает требованиям второго абзаца пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор Жуков Антон Сергеевич **достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук.**

Ведущий научный сотрудник ФГБУ РАРАН

кандидат технических наук

старший научный сотрудник



И.В. Хомяков

«16» апреля 2025 г.

Почтовый адрес организации: 107564, Россия, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., д. 3, стр. 3.

Е-mail: [raan@bk.ru](mailto:raan@bk.ru), тел.: (499) 169-00-89, факс: (495) 734-59-07.

Подпись Хомякова Игоря Викторовича удостоверяю.

Начальник отдела кадров ФГБУ РАРАН




М.А. Серeda

«12» апреля 2025 г.

*оформлен*  
29.04.25