

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«РОСАТОМ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»
(ООО «РосАТ»)

О Т З Ы В

НИИ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 1486/17 «14» 05 2025 г.	в ДЕЛО № _____
Осн. 3 л.	подп. _____
Прил. — л.	

Москва

№ _____

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 посвящена важной задаче замещения стандартных технологий изготовления элементов навигационной техники из материалов системы Fe-Cr-Ni(-Co) на технологию селективного лазерного сплавления. Такие элементы играют существенную роль в навигационных устройствах: служат источником или усилителем основного сигнала, определяя точность и надежность системы, являются экранирующими элементами. Поскольку традиционные методы их изготовления имеют существенные недостатки (большое количество отходов, образование литевых дефектов), что снижает механические и магнитные свойства деталей, выдвигаемая работа является актуальной.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Разработаны технологические инструкции на процесс 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.

2. Создана установка струйного измельчения порошков прецизионных сплавов 25X15K и ЮНДК для получения порошков осколочной формы дисперсностью менее 80 мкм из сферических порошков дисперсностью более 80 мкм.

3. Разработана технологическая инструкция на процесс изготовления постоянных магнитов методом селективного лазерного сплавления. Разработан и освоен новый технологический процесс изготовления селективным лазерным сплавлением порошка сплава 25X15КА магнитов кольцевой формы с

минимальными допусками на механическую обработку, высокими магнитными и механическими свойствами (коэрцитивная сила по индукции 46,5 кА/м, индукция на полюсах 31 мТл, синусоидальная форма распределения магнитной индукции в контрольной системе с показателями ангармоничности $K_2 = 2,85 \%$ и $K_3 = 22,36 \%$ при установленных требованиях к данным коэффициентам не более 25 %, твердость 482 МПа вместо 354 МПа и ударная вязкость 65 Дж/см² вместо 7,85 Дж/см²) и с исключением операции гомогенизационного отжига при термомагнитной обработке, что подтверждено актом внедрения и патентом.

4. Разработан и освоен новый технологический процесс изготовления селективным лазерным сплавлением порошка сплава 80НХС экранирующих корпусов гироскопов с минимальными допусками на механическую обработку, требуемыми магнитными свойствами и вакуумной плотностью $1,2 \cdot 10^{-11}$ мЗ·Па/с, что подтверждено актом внедрения и патентом на изобретение.

Наиболее значим результатом является то, что в работе предложен 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. При лазерном сплавлении смеси сферического и осколочного порошков прецизионного сплава 25Х15К дисперсностью менее 80 мкм, полученных газовым распылением расплава и струйным измельчением, соответственно, в соотношении от 1:1 до 1:4, пористость материала увеличивается не более чем в 2 раза по сравнению с лазерным сплавлением сферического порошка той же марки. Таким образом, в технологическом процессе изготовления элементов навигационной техники задействовано практически 100 % материала.

Обоснованность выводов по 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.

По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, из них 9 статей в журналах, рекомендованных перечнем ВАК, 10 публикаций в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, 3 патента. Полученные результаты докладывались на ведущих научных конференциях по тематике диссертации.

Таким образом, тематика диссертационной работы является перспективной и решает задачи по производству бездефектных элементов навигационной техники из ферромагнитных сплавов. Диссертационная работа полностью соответствует специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки) и п.9

Положения о порядке присуждений ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями, утвержденными Постановлениями Правительства РФ, а ее автор, Антон Сергеевич Жуков, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Заместитель
генерального директора
по науке

Теплов Сергей
Владимирович



оформлено
16.05.25

**Общество с ограниченной ответственностью «Росатом Аддитивные технологии»
(ООО «РосАТ»)**

115409, Москва, Каширское ш., д. 49, телефон (495) 988-82-82

Email: rosat@rosatom.ru <https://rosat.tvel.ru/>