

**ОДК****КЛИМОВ**

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ОДК-КЛИМОВ»

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рогалева Алексея Михайловича «Формирование структуры и физико-механических свойств синтезированного материала жаропрочного никелевого сплава ЭП648, полученного методом селективного лазерного сплавления», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Сплав ЭП648 широко распространен в конструкциях современных авиационных двигателей и представляет наибольший интерес для практического применения, особенно для изготовления сложнопрофильных статорных деталей горячего ГВТ методом аддитивного производства, что делает настоящую диссертационную работу актуальной и востребованной.

В научном плане автору удалось установить взаимосвязь формирования поверхностей деталей из синтезированного материала жаропрочного никелевого сплава ЭП648 от подводимой плотности энергии и определить максимально допустимое содержание суммарного кислорода в синтезированном материале, полученного в защитной среде азота, не более 150 ppm. В работе также выявлены наноразмерные нитриды хрома, наличие которых положительно сказывается на сопротивлении ползучести синтезированного материала.

В практическом плане разработан и защищен патентом RU 2623537 способ изготовления сложнопрофильных деталей селективным лазерным сплавлением металлических порошков жаропрочных сплавов на основе никеля, включающий в себя проведение процесса синтеза в среде азота, барометрическую и термическую обработки, и на его основе разработаны и внедрены в серийное производство АО «ОДК-Авиадвигатель» и АО «НПО Энергомаш» технологии изготовления сложнопрофильных статорных деталей.

Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 8 научных работах, из них в рецензируемых научных изданиях ВАК опубликовано 6 статей, 2 статьи опубликованы в изданиях, индексируемых в базах Scopus, получено 2 патента РФ.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения по работе, списка литературы из 153 наименований, приложения.

Общий объем диссертации составляет 132 страницы, включая 62 рисунка и 21 таблицу.

В качестве замечаний к работе можно отметить следующее:

1. По рис. 8 автореферата, с материаловедческой точки зрения непонятно объяснение отличий показателей роста объемной доли трещин от содержания кислорода в зависимости от направления построения XY и XZ. Нам представляется, что с увеличением содержания кислорода, независимо от направления, возможно, изменяется стехиометрия соединения CrN (нитрид Cr) на Cr–O–N (оксинитрид Cr), что сопровождается увеличением твёрдости и увеличением сжимающих остаточных напряжений, по сравнению с чистым CrN. При, примерно, одинаковых параметрах кристаллической решетки нитрида хрома и оксинитрида хрома фиксируется уменьшение размеров наночастиц соединений при росте оксинитридной составляющей, и, следовательно, исходя из соотношения Холла-Петча, ожидается дополнительное увеличение прочности и твердости. Последнее, не исключено, приводит к увеличению объемной доли микротрещин, что мы и наблюдаем из графика.

2. Из автореферата не прослеживаются технологические и практические последствия выполненной работы, а именно:

- планируется ли в дальнейшем выполнение аналогичных работ для многолазерных установок, в частности, для зон одновременной работы нескольких лазеров;

- какова температура подогрева платформы построения в установке применялась для данных работ, и проводились ли исследования по влиянию

температуры подогрева платформы на качество получаемого синтезированного материала;

- могут ли быть перенесены рекомендации, полученные в ходе настоящей работы (в частности, в части касающейся плотностей энергии, мощности и скорости лазера для различных элементов синтезируемого материала), на однолазерные установки, отличные от указанных в паспорте №975;

- планируются ли испытания материала ЭП648 на установках, конструктивно аналогичных установкам 3D Systems по принципу инертизации камеры построения (предварительное вакуумирование), с целью определения разницы содержания кислорода в материале относительно прочих установок, в которых принцип инертизации – накачка камеры инертным газом.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают общую положительную и высокую в научном и практическом отношении оценку выполненной работы и проведенных исследований в целом, не умаляют научной значимости работы Рогалева А.М., являются в основном рекомендательными и направлены на повышение научной и практической ценности работы для специалистов, занимающихся аддитивными технологиями, проектированием и внедрением новых синтезированных материалов в конструкции.

Результаты работы могут быть востребованы и адаптированы при разработке новых перспективных проектов авиационных двигателей АО «ОДК-Климов».

Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, которая выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов испытаний и имеет существенное значение для науки и промышленности. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. к кандидатским диссертациям, а ее автор Рогалев Алексей Михайлович заслуживает

присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. -
Материаловедение.

Генеральный конструктор

Проданов Евгений Степанович

Главный металлург

Кузьмин Олег Вадимович

Заместитель главного конструктора
по перспективным разработкам, к.т.н

Липин Алексей Владимирович

Начальник лаборатории
по исследованию материалов, к.т.н

Музафарова Светлана-Виктория
Рустамовна

Руководитель группы научных
программ- секретарь НТС

Орлова Елена Юрьевна

Отзыв составил:

Ведущий специалист
– руководитель группы УГМет
АО «ОДК- Климов»

Живушкин Алексей Алексеевич

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку
моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации
Рогалева А.М.

Подписи Е.С.Проданова, О.В. Кузьмина, А.В. Липина, С.-В.Р. Музафаровой,
Е.Ю.Орловой и А.А.Живушкина заверяю.

Живушкин Алексей Алексеевич
АО «ОДК-Климов»
12.12.2025

Контактный телефон: (812) 640-69-73, доб.7322, +7 (911) 121-32- 84
Адрес: 194100, С.-Петербург, Кантемировская ул., д.11, стр.1 (ул. акад.
Харитона, д.8), Акционерное Общество «ОДК-Климов» (АО «ОДК-Климов»)).
Факс: +7(812) 647-00-29; электронный адрес: klimov@ klimov.ru