

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Баскова Ф.А.

«Разработка технологии селективного лазерного сплавления сложнопрофильных изделий из жаропрочных никелевых сплавов с интерметаллидным упрочнением»

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

В настоящее время разработка аддитивных технологий производства ответственных деталей и узлов силовых установок авиационной и ракетно-космической техники является актуальной научно-технической задачей. Внедрение аддитивных технологий в ключевые отрасли промышленности позволяет сократить количество технологических операций и время производства изделий сложной геометрии, повысить их надежность, снизить количество брака и повысить тактико-технические характеристики. Повышенная надежность аддитивных изделий в сравнении с традиционными обусловлена полным исключением или значительным сокращением количества сварных соединений, а также высокой химической и структурно-фазовой однородностью синтезированного материала.

К наиболее сложным материалам для производства изделий аддитивными методами относятся высоколегированные жаропрочные никелевые сплавы (ЖНС) с интерметаллидным упрочнением, склонные к образованию горячих трещин под воздействием термических и усадочных напряжений, характеризующиеся кристаллографической текстурой роста зерен и анизотропией механических свойств в синтезированном состоянии. Однако, данные сплавы широко применяются для статорных и роторных деталей горячего тракта газотурбинных установок, что определяет потребность их апробации в аддитивных технологиях послойного синтеза изделий с последующим внедрением в производство.

Высокая практическая значимость разработки подтверждается выпущенной технологической инструкцией ТИ ЛДВТ.251514.1387, актуальность работы – проведением комплексных исследований взаимосвязи структуры и свойств синтезированных материалов марок ЭП741НП и АЖК после различных видов и режимов постобработки в рамках выполнения научных работ:

- Проект Российского научного фонда № 19-79-10226 «Разработка нового класса жаропрочных интерметаллидных сплавов и технологий получения узкофракционных порошков для аддитивных технологий производства ответственных деталей газотурбинных двигателей», 2019-2022.

– Государственное задание Министерства науки и высшего образования РФ по проекту 0718-2020-0034 «Разработка иерархически структурированных дискретно-армированных и дисперсно-упрочненных термостабильных материалов для теплонагруженных узлов перспективной ракетно-космической техники» (тема 3164024), 2020-2023.

Среди наиболее значимых научных достижений соискателя, прежде всего следует выделить установление методом *in-situ* ПЭМ растяжения ламелей положительного влияния карбидов типа MeC и Me_{23}C_6 на механические свойства синтезированных материалов ЖНС марок ЭП741НП и АЖК после комбинированной постобработки за счет торможения микротрещин и изменения траектории их распространения. Кроме того, особый научно-практический интерес вызывает значительный рост всех показателей механических свойств синтезированного материала сплава ЭП741НП после применения комбинированной постобработки в результате снижения остаточной пористости, заживления микротрещин, гомогенного распределения γ' -фазы размером менее 0,3 мкм и выделения карбидов $(\text{Ti}, \text{W})\text{C}$, $(\text{Nb}, \text{Ti})\text{C}$, Cr_{23}C_6 , $\text{Cr}_{21}(\text{Mo}, \text{W})_2\text{C}_6$ внутри и на границе зерен матричной γ -фазы.

По материалам диссертационной работы имеется 16 публикации, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК и входящих в базы данных Scopus, Web of Science, 12 тезисов докладов в сборниках трудов международных конференций и 1 «Ноу-хау».

Вместе с тем по тексту автореферата диссертации имеются следующие замечания:

1. Понятие «3D принтер», используемое в тексте, является сленговым, корректнее употреблять «аддитивная установка».

2. Некоторые понятия и сокращения, введенные при описании технологии селективного лазерного сплавления порошков, не соответствуют стандартной терминологии ISO/ASTM.

3. В работе уделено недостаточно внимания особенностям отработки технологических параметров селективного лазерного сплавления применительно к изготовлению заготовок деталей РКТ.

Заключение

Указанные замечания не затрагивают основных положений диссертационной работы и не влияют на её общую положительную оценку. По актуальности, научной и практической значимости полученных результатов, подтвержденной зарегистрированным ноу-хау, выпущенной технологической и нормативной документацией, полноте их

освещенности на Международных конференциях и в научных статьях, диссертационная работа «Разработка технологии селективного лазерного сплавления сложнопрофильных изделий из жаропрочных никелевых сплавов с интерметаллидным упрочнением» в полной мере отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям и Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а ее автор Басков Федор Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Начальник сектора лаборатории № 616

«Порошковая металлургия и аддитивное производство»

НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ, к.ф.-м.н.



И.А. Богачев