

УДК 669.245

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЖАРОПРОЧНОГО ИНТЕРМЕТАЛЛИДНОГО СПЛАВА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

Никита Андреевич Головлев

*Студент 4 курса,**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,**Научный руководитель: О.А. Базылева,**кандидат технических наук, заместитель начальника лаборатории по науке**«Жаропрочные сплавы на никелевой основе» ФГУП ВИАМ*

Требования, предъявляемые к современным газотурбинным двигателям, диктуют необходимость применения новых жаропрочных сплавов для изготовления элементов конструкций. В настоящее время для серийного производства статорных деталей ГТД, в том числе сопловых лопаток с равноосной структурой, применяются литейные жаропрочные никелевые сплавы ЖС6У и ВЖЛ12У. Однако, их применение ограничено рабочими температурами до 1050 °С и относительно высокой, до 8,4 г/см³, плотностью, что влияет на весовую эффективность газотурбинного двигателя.

В качестве наиболее перспективного материала для изготовления статорных деталей ГТД в последнее время рассматриваются сплавы на основе интерметаллидной фазы Ni₃Al (γ' -фаза). Количество упрочняющей γ' -фазы в сплавах ВКНА благодаря более высокому содержанию алюминия составляет 85...90 %, что обеспечивает им наиболее высокие рабочие температуры среди никелевых жаропрочных сплавов при значительном выигрыше по плотности [1].

Получение заготовок деталей с применением аддитивных технологий открывает перспективы более широкого внедрения сплавов на основе интерметаллида никеля. Это происходит за счет полной автоматизации процесса лазерного синтеза деталей, исключения влияния человеческого фактора на стадии производства при гарантированном качестве исходного материала – металлопорошковой композиции [2]. Технология селективного лазерного сплавления (СЛС) позволяет уйти от ограничений литейной технологии и перейти к проектированию и изготовлению деталей с применением топологической оптимизации (бионического дизайна), что обеспечит значительную экономию массы деталей двигателя [3].

Цель настоящей работы заключается в установлении влияния технологических параметров селективного лазерного сплавления на пористость интерметаллидного сплава ВКНА-4УР.

В качестве основных варьируемых технологических параметров СЛС были выбраны мощность лазерного излучения, скорость сканирования, межтрековое расстояние. Исследования проводили при фиксированных значениях толщины слоя порошка и температуры подогрева платформы. Образцы изготавливали с применением ленточной штриховки с постоянной толщиной ленты.

Для предотвращения трещинообразования сплава типа ВКНА-4УР рабочую платформу установки EOSM290 подогревали до максимально возможной температуры 200°С.

Микропористость определяли на нетравленных шлифах на металлографическом комплексе фирмы «Leica» при увеличениях $\times 50$, $\times 100$. Съемку изображений

проводили при помощи цифровой камеры VEC-335 (3 мегапикселя). Подготовку изображений к количественному анализу и их математическую обработку выполняли при помощи компьютерной программы Image Expert Pro 3x.

В результате структурных исследований установлено увеличение микропористости синтезированного материала при уменьшении межтрекового расстояния при постоянной скорости сканирования и незначительном изменении мощности лазера, что связано с увеличением глубины проплавления треков за счет их большего перекрытия и лучшей теплопроводности сплавленного материала.

Полученные результаты свидетельствуют о пригодности сплава типа ВКНА-4УР для изготовления деталей методом СЛС. Потенциальными потребителями являются предприятия, входящие в интегрированную структуру АО «ОДК» [4].

Литература

1. *Каблов Е. Н., Колобов Ю.Р.* Структура и свойства интерметаллидных материалов с нанофазным упрочнением. - М.: Издательский дом МИСиС, 2008. - 328 с.
2. *Каблов Е.Н., Петрушин Н.В., Светлов И.Л., Демонис И.М.* Никелевые литейные жаропрочные сплавы нового поколения //Авиационные материалы и технологии. - 2012. - № 1. - С. 36-51.
3. *Каблов Е.Н.* Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» //Авиационные материалы и технологии. - 2015. - № 1. - С. 3-33.
4. *Шмотин Ю.Н., Старков Р.Ю., Данилов Д.В., Оспенникова О.Г., Ломберг Б.С.* Новые материалы для перспективного двигателя ОАО «НПО «Сатурн» // Авиационные материалы и технологии. - 2012. - № 2. - С.6-8.