

## МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ВЖ-159, СИНТЕЗИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЕЙ СЛС

Алексеев В.П.<sup>1</sup>, Кяримов Р.Р., Сивишкин Н.А.  
Самарский университет, г. Самара,<sup>1</sup> email: alexeev\_v.p@mail.ru,

*Ключевые слова:* аддитивные технологии, структура материала, режимы изготовления, селективное лазерное сплавление (СЛС).

Метод селективного лазерного сплавления (СЛС) с применением порошковых металлических материалов в настоящее время является перспективным направлением в авиа- и двигателестроении. Метод позволяет производить изделия сложной геометрии при меньших затратах на оснастку и упростить их прототипирование. Особо остро в настоящее время существует необходимость применения металлических порошков жаропрочных сталей в двигателестроении. В свою очередь, структура изделий зависит от режимов изготовления и напрямую влияет на механические свойства конечной заготовки [1]. Применение металлографических методов исследования структуры материала позволяет определить оптимальные параметры синтеза.

В данной работе представлены результаты исследования структуры жаропрочного сплава ВЖ-159, синтезируемого технологией СЛС.

Образы для исследования структуры были изготовлены металлического порошка (средний диаметр частиц составляет 15...53 мкм) жаропрочного сплава ВЖ-159 на установке SLM 280HL. Технологический режимы сплавления: мощность 250-350 Вт, скорость сканирования 600-800 мм/с, шаг сканирования 0,12 мм. Микроанализ структуры образцов проводился на инвертированном микроскопе Axio Vert.A1 на шлифах, изготовленных вдоль направления роста при СЛС по всей ширине образцов на расстоянии примерно 10...15 мм от торца.

При микроанализе наблюдалась разная морфология трековой структуры материала образцов. Структура материала образцов режимов № 1...4 однородна, представляет собой «рыбью чешую» (рис. 1), в материале образцов режима № 5 на локальных участках наблюдались удлиненные зерна, в материале образцов вариантов № 6 и 7 наблюдалось чередование зон с разной шириной треков. Структура материала образцов режима № 8 и 9 представляет собой практически однородную структуру с широкими вытянутыми треками с локальными участками более округлых узких треков. В материале образцов режима № 5 обнаружены трещины длиной до 0,05 мкм, распространяющиеся от боковых непроплавов, на режимах № 6, 7, 8, 9 – единичные непроплавы.



Рисунок 1 – Структура материала образца №1, увеличение X100

Исследовано влияние параметров сплавления на микроструктуру изделий, выращенных методом SLM. В результате был подобран оптимальный режим для производства заготовок из сплава ВЖ-159, что обеспечивает наименее дефектную микроструктуру образца.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме: «Организация высокотехнологичного производства промышленных ГТД с интеллектуальной системой конструкторско-технологической подготовки для повышения функциональных характеристик» (Соглашение о предоставлении гранта № 075-11-2021-042 от 24.06.2021 г.).

### **Список литературы**

1. Смелов В.Г., Кокарева В.В., Чупин П.В., Дмитриев Д.Н. Проектирование технологического процесса селективного лазерного сплавления жаропрочного сплава для изготовления горелочного устройства / Вестник Московского авиационного института. – 2023. – Т. 30. – № 1. – С. 131-141.

### **Сведения об авторах**

Алексеев Вячеслав Петрович, аспирант кафедры технологий производства двигателей, Самарский университет. Область научных интересов: контроль точности производственных процессов, аддитивные технологии, селективное лазерное сплавление.

Кяримов Рустам Равильевич, аспирант кафедры технологий производства двигателей, Самарский университет. Область научных интересов: аэрокосмическая отрасль, аддитивные технологии, селективное лазерное сплавление.

Сивишкин Никита Алексеевич, студент группы 2310, Самарский университет. Область научных интересов: двигатели летательных аппаратов, аддитивные технологии, селективное лазерное сплавление.

## **STUDY OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF SAMPLES PRODUCED FROM VZH-159 METAL POWDER BY SELECTIVE LASER MELTING TECHNOLOGY**

Alekseev V.P.<sup>1</sup>, Kyarimov R.R., Sivishkin N.A.

Samara National Research University, Samara, Russia <sup>1</sup> email: alexeev\_v.p@mail.ru

*Keywords: additive technology, material structure, manufacturing modes, selective laser melting (SLM).*

In this paper, the study of the method of selective laser melting (SLM) with the use of powdered metal materials is currently a promising direction in aircraft and engine construction. The method makes it possible to produce products of complex geometry at lower tooling costs and simplify their prototyping. Especially acute at present is the need for the use of metal powders of heat-resistant steels in the engine industry. In turn, the structure of the products depends on the manufacturing modes and directly affects the mechanical properties of the final workpiece. The use of metallographic methods for studying the structure of the material allows us to determine the optimal synthesis parameters.