

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТД С ПОМОЩЬЮ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ПОДВОДА ЭНЕРГИИ И МАТЕРИАЛА

Балякин А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, [balaykinav@ssau.ru](mailto:balaykinav@ssau.ru)

*Ключевые слова:* аддитивное производство, прямое лазерное выращивание, жаропрочный сплав, камера сгорания.

В настоящее время жаропрочные сплавы на никелевой основе широко применяются при создании изделий в энергетическом и аэрокосмическом машиностроении [1]. Изготовление деталей из них проводится традиционными методами – литьем, обработкой давлением и порошковой металлургией [2, 3]. Однако, стоит отметить, что такие методы требуют создания дорогостоящей оснастки, что существенно увеличивает время и стоимость производства [4-6]. В решении этих проблем помогают аддитивные технологии, такие как 3D-печать металлических изделий посредством наплавки металлических порошков. Они позволяют создавать детали прямо по 3D-модели, минимизируя количество отходов и уменьшая затраты на производство. Кроме того, аддитивные технологии позволяют создавать детали с более сложной геометрией, которую традиционными способами не всегда можно получить, а также позволяют экономить на дорогостоящей оснастке.

Наиболее перспективной аддитивной технологией изготовления крупногабаритных заготовок из сталей и сплавов является прямое лазерное выращивание (ПЛВ) [7]. Преимущества ПЛВ заключаются в возможности создания крупногабаритных заготовок из сложно легированных, жаропрочных сплавов с высокой точностью и повышенной прочностью. Также этот метод позволяет сократить время изготовления и уменьшить количество отходов, что делает его экономически выгодным для производства. Однако, стоит отметить, что ПЛВ является достаточно дорогостоящей технологией, которая требует высокой квалификации персонала и комплексной подготовки оборудования. Кроме того, для обеспечения стойкости к высоким температурам, детали, изготовленные этим методом, должны пройти дополнительную термическую обработку, что может повысить их стоимость и сложность производства. Таким образом, несмотря на некоторые ограничения, ПЛВ является перспективной технологией для производства крупногабаритных деталей из жаропрочных сплавов и может быть использована в дополнение к традиционным методам производства для повышения эффективности и качества производства.

Технология производства заготовок для деталей камеры сгорания ГТД с помощью процесса ПЛВ обладает способностью создавать сложнопрофильные, крупногабаритные заготовки, а также выполнять ремонт и восстановление изношенных или корродированных поверхностей деталей без полной их замены. Этап технологической подготовки производства заготовок крупногабаритных деталей камеры сгорания ГТД с использованием технологии ПЛВ требует проведения значительного объема исследовательских и опытных работ, в том числе работ, связанных с определением рационального технологического режима выращивания и его влияния на механические свойства материала, с разработкой геометрии заготовок деталей, с исследованием влияния применяемых технологических параметров на точность изготовления.

Для достижения желаемых результатов при ПЛВ необходимо учитывать множество влияющих на процесс параметров. В работе изложены основные характеристики и критерии качества изготовления заготовок методом ПЛВ, с учетом возможных дефектов, которые могут возникать в процессе. Постоянный контроль за этими параметрами является важным условием для достижения однородности и повторяемости процесса ПЛВ. На основе теоретических и экспериментальных исследований, проведенных автором работы, разработана методика проектирования технологических процессов ПЛВ, которая позволяет значительно сократить

затраты материальных и временных ресурсов на технологическую подготовку производства крупногабаритных заготовок.

Финансирование: Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме: «Организация высокотехнологичного производства индустриальных 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. Khaimovich A.I., Balaykin A.V., Kondratiev A.I., 2014. Methodology of rheological material properties phenomenological modeling at high speed cutting by reverse analysis. Research Journal of Applied Sciences, 9(11), pp. 753-760.
2. Vdovin, R.A. 2019, "Improving the quality of the manufacturing process of turbine blades of the gas turbine engine", Journal of Physics: Conference Series.
3. Bi Z., Qin, H., Dong Z., Wang X., Wang M., Liu Y., Du J., Zhang J. 2019, "Residual Stress Evolution and Its Mechanism During the Manufacture of Superalloy Disk Forgings", Jinshu Xuebao/Acta Metallurgica Sinica, vol. 55, no. 9, pp. 1160-1174.
4. Saleil J., Mantel M., Le Coze J. 2020, "Stainless steels making: History of production processes developments. Part III. Casting methods, hot and cold forming processes", Materiaux et Techniques, vol. 108, no. 1.
5. Balyakin A.V., Dobryshkina E.M., Vdovin R.A., Alekseev V.P. 2018, "Rapid Prototyping Technology for Manufacturing GTE Turbine Blades", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
6. Balaykin A.V., Bezsonov K.A., Nekhoroshev M.V., Shulepov A.P. 2018, "Developing Parametric Models for the Assembly of Machine Fixtures for Virtual Multiaxial CNC Machining Centers", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
7. Turichin G.A., Somonov V.V., Babkin K.D., Zemlyakov E.V., Klimova O.G. 2016, "High-Speed Direct Laser Deposition: Technology, Equipment and Materials", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.

### Сведения об авторах

Балякин Андрей Владимирович, старший преподаватель, Область научных интересов: 3D печать, быстрое прототипирование, прямое лазерное выращивание.

## MANUFACTURING OF LARGE-SCALE BLANKS FOR GTE COMBUSTION CHAMBER USING THE PROCESS OF DIRECT SUPPLY OF ENERGY AND MATERIAL

Balyakin A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara National Research University, Samara, Russia, [balaykinav@ssau.ru](mailto:balaykinav@ssau.ru)

*Keywords: additive manufacturing, direct laser cultivation, heat-resistant alloy, combustion chamber.*

The paper outlines the main characteristics and quality criteria for the manufacture of blanks by the PLV method, taking into account possible defects that may occur in the process. To achieve the desired results with PLV, it is necessary to take into account many parameters influencing the process. Constant monitoring of these parameters is an important condition for achieving uniformity and repeatability of the process of shaping in the PLV. On the basis of theoretical and experimental studies carried out in this work, large-sized blanks of the GTE combustion chamber were manufactured using the PLV technology from a nickel-based heat-resistant alloy metal powder.