

DOI: 10.25728/avtprom.2021.10.04

*Ю.Н. Кульчин, В.В. Грибова, В.А. Тимченко, М.В. Полоник, Д.С. Пивоваров,
Д.С. Яцко, П.А. Никифоров, А.И. Никитин (ИАПУ ДВО РАН)*

Методология проектирования лазерного аддитивного процесса формирования решетчатой периодической структуры на поверхности пластины из алюминиевого сплава

Представлены результаты исследования аддитивного технологического процесса типа «прямой подвод энергии лазера и порошкового металлического материала», направленного на улучшение механических свойств тонкостенных деталей из листового алюминиевого сплава АМгЗ, путем создания на поверхности решетчатой структуры из порошкового материала АК4-1. На основе результатов математического моделирования процесса распространения тепловых полей, образующихся в области взаимодействия лазерного излучения с обрабатываемым материалом, определены параметры лазерного пучка и скорость его перемещения. Создано программное обеспечение, реализующее численные расчеты для представленной математической модели аддитивного процесса. Предложена схема удаленного взаимодействия интеллектуального сервиса поддержки принятия решений операторами установки аддитивного производства с созданным программным обеспечением. Полученные результаты численных расчетов в системе технических вычислений Wolfram Mathematica совместно с экспертной информацией, аккумулированной в портале знаний облачной платформы IASPaas, являются перспективными для обучения и принятия решений операторами лазерного технологического оборудования.

Ключевые слова: лазерные технологии, аддитивное производство, лазерное сплавление порошка в процессе нанесения, математическая модель, система поддержки принятия решений.

Кульчин Юрий Николаевич - академик РАН, д-р физ.-мат. наук, научный руководитель Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИАПУ ДВО РАН),

Грибова Валерия Викторовна – д-р техн. наук, заместитель директора по научной работе ИАПУ ДВО РАН, Тимченко Вадим Андреевич – канд. техн. наук, старший научный сотрудник,

Полоник Марина Васильевна – канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник,

Яцко Дмитрий Сергеевич - младший научный сотрудник,

Никифоров Павел Александрович – канд. техн. наук, старший научный сотрудник,

*Никитин Александр Иванович - ведущий инженер
ИАПУ ДВО РАН.*

*E-mail: kulchin@iacp.dvo.ru, gribova@iacp.dvo.ru, vadim@dvo.ru, polonik@mail.ru,
diamante_gdi-1@mail.ru, d.s.yatsko@mail.ru, nikiforova@gmail.com, anikitin@iacp.dvo.ru*

Список литературы

1. Gibson I., Rosen D., Stucker B. Additive Manufacturing Technologies. Springer: New York. USA. 2010. 447 p.
2. Gu D.D., Meiners W., Wissenbach K., Poprawe R. Laser additive manufacturing of metallic components: Materials, processes and mechanisms // International Materials Reviews. 2012. 57(3). P 133–164.
3. Bian L., Shamsaei N., Usher J. M. Laser-based additive manufacturing of metal parts: modeling, optimization, and control of mechanical properties. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis, 2018. 328 p.
4. Sanfilippo E.M., Belkadi F., Bernard, A. Ontology-based knowledge representation for additive manufacturing // Computers in Industry, vol. 109. 2019. pp. 182–194.
5. Wang YuanBin, Zheng Pai, Peng Tao, Yang HuaYong, Zou Jun Smart additive manufacturing: Current artificial intelligence-enabled methods and future perspectives // Science China Technological Sciences. 63(9). 2020. pp. 1600-1611.
6. Gribova V., Kulchin Y., Nikitin A., Timchenko V. The Concept of Support for Laser-Based Additive Manufacturing on the Basis of Artificial Intelligence Methods // Lecture Notes in Computer Science. 2020. vol. 12412. Pp. 403-415.
7. Yatsko D.S., Polonik M.V., Dudko O.V. Optimization of fiber laser parameters at local high-temperature exposure to metal. Proc. SPIE. 10176. Asian-Pacific Conference on Fundamental Problems of Opto- and Microelectronics. 1017624. 2016.
8. Кульчин Ю.Н., Никитин А.И., Субботин Е.П. Лазерная подводная очистка корпусов морских судов // Прикладная фотоника. 2020. Т. 7. № 4. С. 86-101.
9. Малащенко А.А., Мезенов А.В. Лазерная сварка металлов. М.: Машиностроение. 1984. 44 с.

Kul'chin Yu.N., Gribova V.V., Timchenko V.A., Polonik M.V., Pivovarov D.S., Yatsko D.S., Nikiforov P.A., Nikitin A.I. **Design techniques for a additive laser process of the development of lattice periodic structure on the aluminum alloy plate's surface**

The paper presents investigation results of an additive process “direct supply of laser energy and powder metal material” aimed at the improvement of mechanical properties of thin-wall parts made of AMr3 aluminum alloy by developing a surface lattice structure from AK4-1 powder material. Laser beam parameters and its travel speed are determined based on the results of mathematical modeling of the propagation of thermal fields resulting from the interaction between the laser radiation and the work material. The software implementing the calculations of the additive process model is developed. A scheme of remote interaction between the intelligent decision-making support service and the software developed is offered. The results of numerical calculations in Wolfram Mathematica environment coupled with the expert information accumulated on the knowledge portal of IACPaaS cloud platform look promising for training and decision-making of laser equipment operators.

Keywords: laser technologies, additive manufacturing, laser alloying of powder in process of coating, mathematical model, decision-making support system.