

Лазерное аддитивное производство биорезорбируемых магниевых имплантатов и средства его автоматизации

Ю.Н. Кульчин, А.И. Никитин^{*}, П.А. Никифоров,
Д.С. Пивоваров, Д.С. Яцко, В.А. Тимченко

Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН

**E-mail: anikitin@iacp.dvo.ru*

DOI: 10.31868/RFL2020.154-155

Магний и его сплавы относятся к классу разлагаемых биоматериалов, имеющих механическую прочность подобную прочности кости. Оперативное создание из магниевого порошка индивидуального имплантата по электронной геометрической модели в результате лазерного аддитивного процесса исключает необходимость проведения повторной операции по его удалению. Однако сложность процесса лазерного сплавления при выполнении цикла построения детали из-за высокой химической реактивности магния, создающей риск возгорания, пока не позволяет на практике применять этот материал в медицинских приложениях: ортопедия, травматология и педиатрия. В ходе выполнения планов фундаментальных научных исследований РАН междисциплинарной группой сотрудников ДВО РАН изучено воздействие множества факторов, влияющих на механические характеристики и характеристики разложения, послойно созданных образцов из магниевого порошка МПФ-4 [1–3] в процессе аддитивного производства «прямой подвод энергии лазера и материала» (laser powder-based directed energy deposition – LPDED). Проведенный анализ вариантов применения 3D-моделирования и трехмерной печати в хирургии [4] и результаты собственных исследований [5] позволили разработать алгоритм перехода от исходной информации, содержащейся в файлах компьютерной томографии, к программному коду, задающему аддитивный процесс формирования физической формы наконечного имплантата путем сплавления металлического порошкового материала при воздействии энергии лазера.

Процесс поэтапного формирования концептуального прототипа наконечного имплантата из порошка магния МПФ-4 схематично представлен на рисунке 1.

Для автоматизации этапа проектирования аддитивного технологического процесса синтеза имплантата по его модели предложена концепция программно-информационного комплекса поддержки принятия решений в сфере лазерного аддитивного производства LPDED на основе онтологического подхода [6].

Результаты проведенного исследования аккумулированы в информационных базах портала знаний о технологических процессах аддитивного производства металлических изделий с использованием лазерных технологических комплексов. Данный портал, в основу которого положена концепция [6], создан на облачной платформе IASaaS [7,8] и предназначен для отработки оптимальных (по критерию качества процесса аддитивного производства) технологических режимов, пригодных для практического применения.

Исследовательская работа, направленная на создание программы синтеза деталей заданной формы в процессе лазерного аддитивного производства, носила научно-практический характер, поскольку полученные результаты могут быть

использованы в медицине, в частности, в хирургии, при изготовлении биорезорбируемых магниевых индивидуальных имплантатов для накостного остеосинтеза.

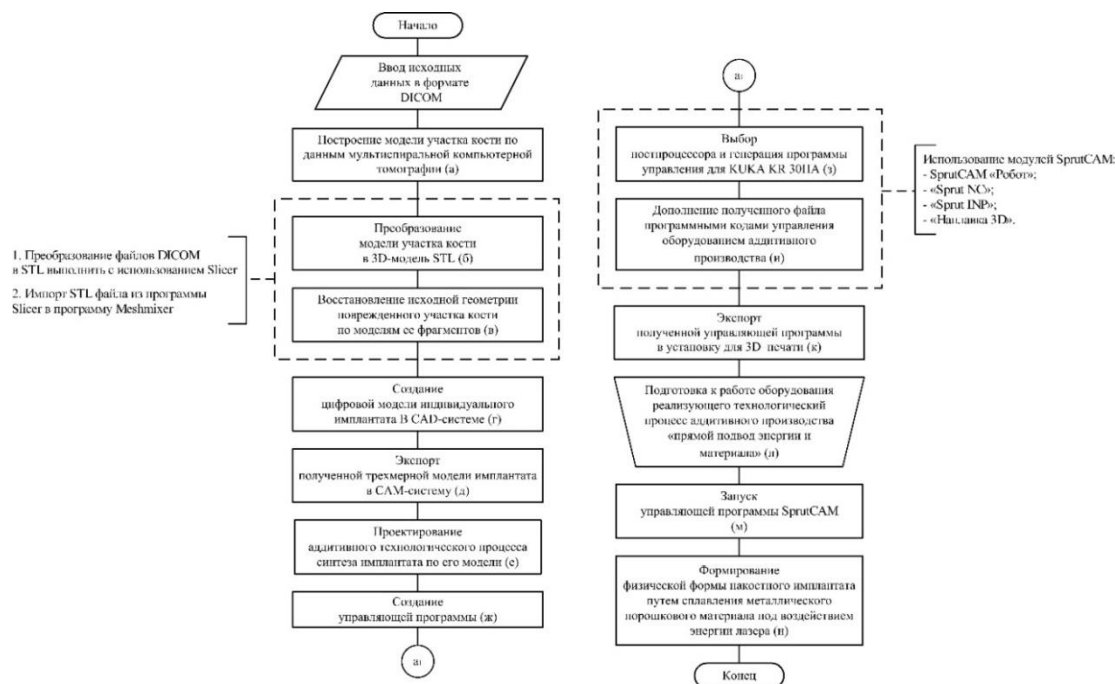


Рис. 1. Схема процесса формирования накостного имплантата по виртуальной модели для процесса аддитивного производства «прямой подвод энергии лазера и порошкового материала».

Информационные базы портала знаний будут полезны в процессе обучения операторов лазерных комплексов, а их формализованное представление обеспечит возможность использования этой информации программными системами для поддержки принятия решений.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект №20-01-00449).

Литература

- [1] Y.N. Kulchin, A.I. Nikitin et al, *International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies (FarEastCon2019)* **992**, 780-785 (2019).
- [2] V.I. Sergienko, A.S. Gnednikov et al, *29th International Ocean and Polar Engineering Conference, ISOPE 2019 Honolulu; USA*. I-19-284 ISOPE Conference Paper (2019).
- [3] S.V. Gnednikov, S.L. Sinebryukhov et al, *Journal of Alloys and Compounds* **808**, 151629 (2019).
- [4] А.Н. Николаенко, Применение 3D-моделирования и трехмерной печати в хирургии (обзор литературы), *Medline.ru* **19(2)**, 20-44 (2018).
- [5] Sinebryukhov S.L., Gnednikov S.V., Kulchin Y.N. et al, *Asia-Pacific Conference on Fundamental Problems of Opto- and Microelectronics 2017* **11024**, (2017).
- [6] В.В. Грибова, В.А. Тимченко, *Онтология проектирования* **10(2)**, 176-189 (2020)
- [7] В.В. Грибова, А.С. Клещев и др., *Программные продукты и системы* **31(3)**, 527-536 (2018).
- [8] Gribova Valeria, Kleshev Alexander et al, *Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем* **3**, 21-24 (2019).