

2. Steven M. Kurtz, (2004) The UHMWPE handbook: ultra-high molecular weight polyethylene in total joint replacement, Academic press, 379 p.
3. Galetz M.C., Blar T., Ruckdaschel H., Sandler K.W., Alstadt V., (2007) Carbon Nanofibre-Reinforced Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene for Tribological Applications, Journal of Applied Polymer Science, 104, pp. 4173-4181.
4. Yas Khalil, Adam Kowalski, and Neil Hopkinson. (2016) Influence of laser power on tensile properties and material characteristics of laser-sintered UHMWPE. Manufacturing Rev. 3 (15). pp. 1-9.
5. Прут Э.В., Зеленецкий А.Н. Химическая модификация и смешение полимеров в экструдере-реакторе // Успехи химии.- 2001 (70), №1, 72-87.
6. Краснов А.П., Саид-Галиев Э.Е., Афоничева О.В. и др. Поведение при трении смесей несовместимых полимеров сверхвысокомолекулярного полиэтилена и полиметилметакрилата, полученных в среде сверхкритического диоксида углерода // Трение и износ.- 2007(28), № 3, 288-295.
7. Панин С.В., Корниенко Л.А., Ваннаси С. и др. Сравнительный анализ влияния нано- и микронаполнителей окисленного Al на фрикционно-механические свойства СВМПЭ // Трение и износ.-2010(31), №5, 353-360.

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛА, ПОЛУЧАЕМОГО МЕТОДОМ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Г.Е.ДУБИНЕНКО

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: [dubinenko.gleb@gmail.com](mailto:dubinenko.gleb@gmail.com)

Аддитивные технологии предполагают изготовление физического объекта (детали) методом послойного нанесения материала, в отличие от традиционных субтрактивных методов формирования детали, за счёт удаления материала из массива заготовки. Послойное формирование представляет собой процесс построения в среде воздуха или инертного газа с нагревом и охлаждением определенных зон материала, либо подачей уже нагретого материала непосредственно в зону построения изделия. К числу широко используемых в настоящее время аддитивных технологий относятся моделирование методом послойного наплавления (FDM), выборочное лазерное плавление (SLM), электронно-лучевое плавление (EBM) [1-5].

При формировании отдельного слоя изделия из объема неуплотненного металлического порошка реализуются уникальные условия соединения контактирующих частиц порошка, обеспечивающиеся спеканием порошинок. Важным условием получения сплошной структуры отдельного слоя с необходимыми конечными свойствами является правильный подбор технологических параметров процесса аддитивного производства. На сегодняшний день существует проблема выбора технологических параметров процесса аддитивного плавления для новых и экспериментальных материалов, производство изделий из которых еще не было отработано [6-8].

Отдельный интерес представляют энергетические условия взаимодействия контактирующих частиц металлического. Источник энергии, подводя тепло непосредственно в область формирования слоя материала, инициирует оплавление частиц порошка, тем самым запуская механизмы соединения между отдельными порошинками. Прочность такого соединения порошинок в отдельном сформированном слое, в совокупности с правильно подобранным гранулометрическим составом порошка, имеет прямое влияние на плотность и пористость конечного изделия, полученного методом аддитивной технологии [4].

Целью работы было изучение процесса формирования отдельного слоя материала методом лазерного аддитивного плавления. Для достижения цели были разработаны физическая и математическая модели процесса, позволившие написать компьютерную программу «Freuja» для выполнения численного моделирования лазерного аддитивного плавления металлического порошка. В качестве модельных материалов использовались чистые металлы: Ti, Al, Ni. На основании полученных результатов численного моделирования было оценено влияние технологических параметров на энергетические условия формирования отдельного слоя. В частности, были выявлены зависимости требуемой для оплавления слоя металлического порошка заданной толщины мощности лазерного излучения от скорости сканирования лазерного луча, толщины слоя металлического порошка, насыпной плотности неуплотненного металлического порошка и коэффициента поглощения лазерного излучения модельными металлами.

### **Список литературы**

1. Зленко. М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. – М.: ГИЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 18-23 с.
2. I. Gibson, D. W. Rosen, B. Stucker. Additive Manufacturing Technologies. Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing // Springer Science+Business Media, LLC 2010.
3. Haize Galarraga, Diana A. Ladosa, Ryan R. Dehoffb, Michael M. Kirkab, Peeyush Nandwanab. Effects of the microstructure and porosity on properties of Ti-6Al-4V ELI alloy fabricated by electron beam melting (EBM)//Additive Manufacturing. – 2016. - № 10. – С. 47-57.
4. X.P.Lia, K.M. O'Donnellb, T.B. Sercombea. Selective laser melting of Al-12Si alloy: Enhanced densification via powder drying //Additive Manufacturing.2016. -№ 10.- С. 10-14.
5. D.J. Thomas, Z. Tehrani, B. Redfearn. 3-D printed composite microfluidic pump for wearable biomedical applications // Additive Manufacturing. – 2016. – № 9. – С. 30-38.
6. Pavel Hanzl, Miroslav Zetek, Tomas Baksa, Tomas Kroupa. The Influence of Processing Parameters on the Mechanical Properties of SLM Parts // Procedia Engineering. - 2015. - №100. - С. 1405 – 1413.
7. Athanasios Goulas, Russell A. Harris, Ross J. Friel. Additive manufacturing of physical assets by using ceramic multicomponent extra-terrestrial materials // Additive Manufacturing. - 2016. - № 10. - С. 36-42.
8. J.J.S. Dilipa, G.D. Janaki Ramb, Thomas L. Starrc, Brent StuckerdaRapid. Selective laser melting of HY100 steel: Process parameters, microstructure and mechanical properties // Additive Manufacturing. - 2017. - № 13. - С. 49-60.