

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

*Слабченко В.С., Сериков Д.Д., Янчевский Д.Н.
АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино*

Ключевые слова: аддитивные технологии, селективное лазерное плавление, SLM, печать.

Аннотация. В данной работе рассматривается способ изготовления деталей методом селективного лазерного плавления. Приводится пример изготовления детали на 3D принтере для печати прецизионных изделий. Данной технологией возможно изготовить изделия, которые невозможно получить механической обработкой с помощью режущего инструмента. Описываются режимы обработки с существенным сокращением времени.

Аддитивные технологии (от английского Additive Fabrication) – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или CAD-модели) методом послойного добавления (add, англ. – добавлять, отсюда и название) материала [1].

Технология селективного лазерного плавления одна из наиболее востребованных. Селективное лазерное плавление или Selective laser melting (SLM) - название закреплено за компанией SLM Solutions (Германия). Инновационная технология производства сложных изделий посредством лазерного плавления металлического порошка по математическим CAD-моделям (3D-печать металлом). Технология является методом аддитивного производства и использует лазеры для создания трехмерных физических объектов. Данный процесс успешно заменяет традиционные методы производства, так как физико-механические свойства изделий, построенных по технологии SLM, зачастую превосходят свойства изделий, изготовленных по традиционным технологиям.

Послойный метод построения изделий дал новые возможности, снял многие технологические ограничения. Можно вырастить «деталь в детали» (см. рис. 1), можно вырастить деталь с переменными по толщине свойствами материала «градиентные материалы», можно выращивать «сетчатые конструкции», которые невозможно получить ни литьем, ни механообработкой.



Рис. 1. Пример выращенной сборочной единицы

Этапы технологии селективного лазерного плавления (см. рис. 2):

- 1) на плиту построения наносится слой порошка заданной толщины;
- 2) нанесенный слой выборочно (селективно) сканируется лучом лазера, сплавляя порошок в соответствии с текущим сечением CAD-модели;

3) сплавленный слой опускается внутрь колодца камеры построения, после чего на построенном слое формируется следующий слой будущего изделия.

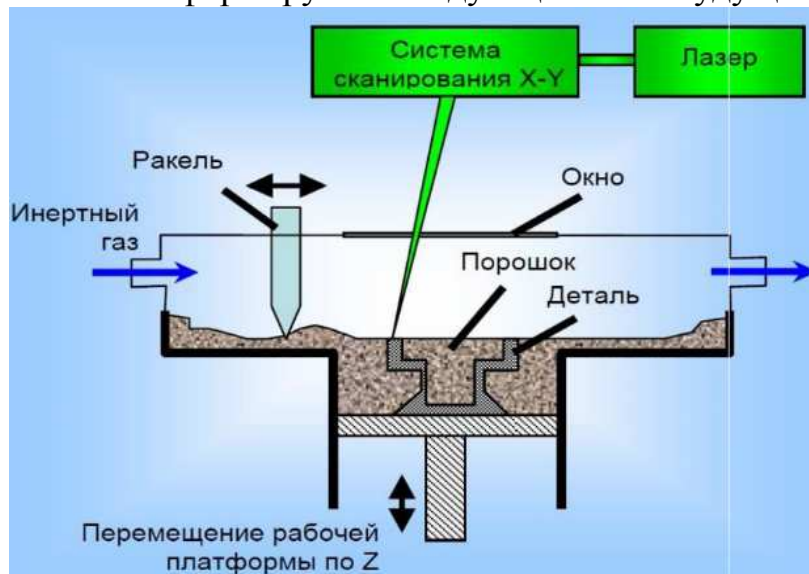


Рис. 2. Описание метода селективного лазерного плавления

Основные параметры технологии: толщина слоя построения: 20 - 150 мкм; номинальная мощность лазеров: 50 - 1000 Вт; диаметр пятна лазера 12 мкм (100Вт Realizer) – 700 мкм (1000 Вт); точность позиционирования оси луча лазера: +/- 50 мкм в пределах 100 x 100 мм; точность позиционирования платформы построения: +/- 10 мкм; производительность: до 120 см³/час (на 4-х лазерной машине); шероховатость поверхности: от Rz10; плотность построенных изделий: до 99,9%; типовые порошки: стали, кобальт-хром, медные, алюминиевые, титановые сплавы.

Правильная ориентация изделия при построении предоставляет возможность:

- уменьшить тепловыделение в строящемся слое изделия, организовать отведение тепла из строящегося слоя для минимизации напряжений в строящемся изделии;
- избежать коробления изделия в процессе построения и (или) после отделения построенного изделия от плиты построения;
- минимизировать объем (вес, время плавления) необходимых для построения изделия поддержек;
- минимизировать объем финишной обработки построенного изделия (удаление поддержек, шлифовка, полировка частей изделия, плиты построения с целью удаления следов поддержек);
- минимизировать себестоимость построения изделия (время плавления, объем финишной обработки, потребление электроэнергии, инертного газа, порошка на поддержки).

Рассмотрим оборудование для печати прецизионных мелкогабаритных изделий - Mlab cusing Concept Laser, SLM Solutions Германия (см. рис. 3). Предназначен для построения изделий сложной структуры из реактивных и неактивных порошков, с высокими требованиями к качеству поверхности и точности.



Рис. 3. Перчаточный ящик и 3D принтер Mlab R

Основные параметры оборудования: колодец построения (рабочая зона) - 90 x 90 x 80 (h) мм; платформа без подогрева; диаметр пятна лазера - 12 мкм; производительность: 1-5 см³ (в зависимости от типа порошка и стратегии сплавления); толщина слоя: 15 – 50 мкм; пиковая потребляемая мощность 1,5 кВт; потребление инертного газа в установившемся режиме (при плавлении): прибл. 0,6 – 0,8 л/мин. Оснащен подсветкой, вакуумным экстрактором для очистки построенного изделия от порошка. Имеет встроенный датчик кислорода.

Может быть проведена топологическая оптимизация, которая снизит вес изделия и соответственно расход порошка до 40%, при этом прочностные характеристики не ухудшатся. Возможно создание «сетчатой структуры» оболочек, что также уменьшит вес и расход порошка.

Рассмотрим пример построения прецизионной мелкогабаритной детали $\varnothing 4 \times 55$ мм с глубокими сквозными отверстиями $\varnothing 0,5$ мм (см. рис. 4) в данном 3D принтере. Цельное изделие механической обработкой получить невозможно, что значительно увеличивает время изготовления.

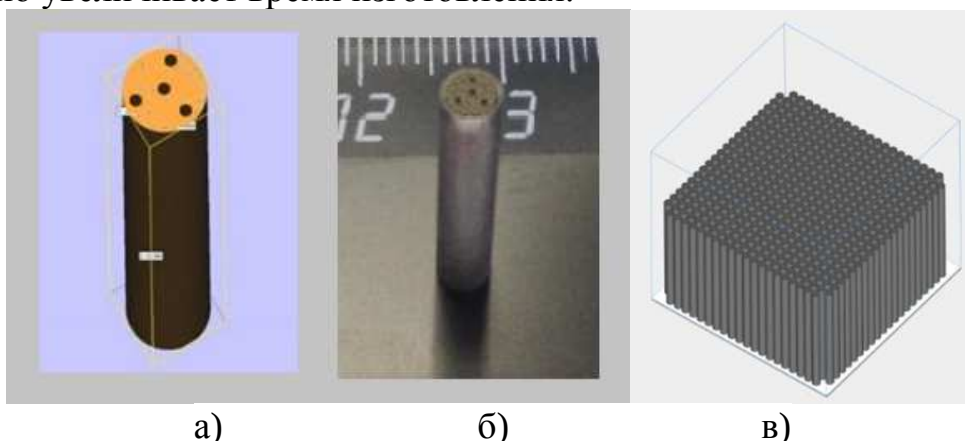


Рис. 4. а) 3D модель; б) готовое изделие; в) расположение на плите построения Mlab R

Расчет параметров построения детали на MLab R (1 x 100 Вт): материал: Al; толщина слоя построения - 50 мкм (для более точного качества поверхности можно уменьшить до 15 мкм; количество построенных за один цикл построения изделий - более 400 шт.; время построения - 96 часов; объем материала на построение изделий - 700 гр.; объем материала на построение поддержек 2%.

Итого – время на получение готового изделия сокращается до 5 раз.

В результате можно сделать следующие выводы, что технология селективного лазерного плавления (SLM) позволит:

- 1) сократить время и издержки по отдельным производимым серийным изделиям;
- 2) производить изделия любой формы и сложности;
- 3) минимизировать количество сборочных единиц, входящих в изделие;
- 4) производить изделия с внутренними каналами, которые произвести традиционными методами невозможно;
- 5) производить «градиентные материалы», обладающих переменными по толщине свойствами материала;
- 6) производить «сетчатые» пространственные неразборные изделия.

Список литературы

1. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2013.

Сведения об авторах:

Слабченко Вадим Сергеевич – инженер-программист АО «НПП «Исток» им.Шокина», г. Фрязино;

Серигов Дмитрий Дмитриевич – инженер-технолог АО «НПП «Исток» им.Шокина», г. Фрязино;

Янчевский Денис Николаевич – инженер-технолог АО «НПП «Исток» им.Шокина», г. Фрязино.

PARTS MANUFACTURING METHOD SELECTIVE LASER MELTING

Slabchenko V.S., Serikov D.D., Yanchevskiy D.N.

Keywords: additive technology, selective laser melting, SLM, print.

Abstract. This paper discusses the method of manufacturing parts by the method of selective laser melting. An example of manufacturing parts on a 3D printer for printing precision products is given. With this technology it is possible to manufacture products that cannot be obtained by machining with a cutting tool. Describes processing modes with a significant reduction in time.

References

1. Zlenko M.A., Popovich A.A., Mutylyna I.N. Additive technologies in mechanical engineering: Manual. – St. Petersburg: SPbGU, 2013.