

Анализ технологического процесса лазерного послойного синтеза и влияния его параметров на качество получаемых изделий

А.И. Обухов,
к.т.н., ст. преп., obukhov@ncsystems.ru,
Д.А. Лукьянов,
магистр, Dm.Luka@yandex.ru,
МГТУ "СТАНКИН", г. Москва

В докладе рассматривается структура системы послойного порошкового синтеза и принципы управления технологическим оборудованием установки. Приведены результаты экспериментов по определению интервалов оптимальных технологических параметров для плавления порошка нержавеющей стали.

The report considers structure of the laser sintering system and principles of control for its technological equipment. The results of experiments to determine the intervals of optimum technological parameters for melting stainless steel powder are shown.

Послойный синтез изделий из порошковых материалов методом селективного лазерного плавления заключается в нанесении на рабочую плоскость тонких слоев металлического или керамического порошкового материала и последующем его плавлении с помощью сканирующего лазерного луча.

Используемая для экспериментов установка послойного синтеза (рис. 1.) включает в себя автономный программируемый логический контроллер (ПЛК) и систему контролируемого отклонения лазерного луча в рабочей плоскости (так называемую систему дефлексии).

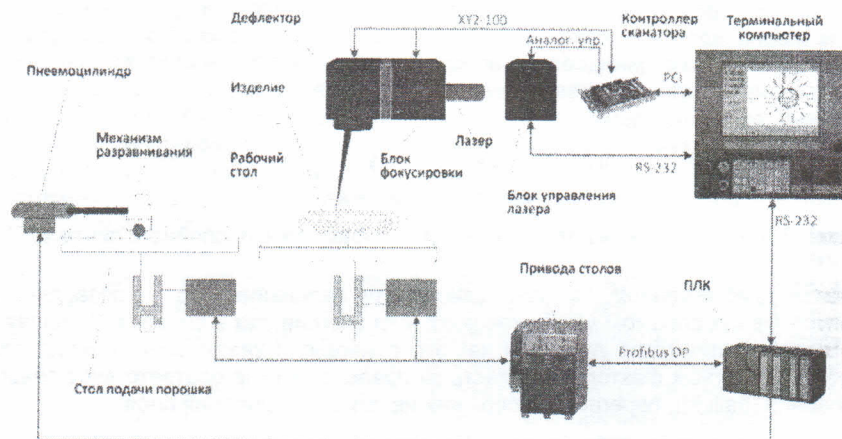


рис.1 Программно-аппаратный комплекс послойного лазерного синтеза

Рабочий стол и стол подачи порошка перемещаются по вертикальной оси с помощью приводов подач в режиме позиционирования от ПЛК. Механизм разравнивания слоя порошка выполнен в виде ролика, перемещаемого между начальной и конечной позициями с помощью пневмоцилиндра с дискретным управлением. Система дефлексии лазерного луча имеет контроллер с автономным интерполятором.

Система управления установкой позволяет оператору задавать необходимые технологические параметры обработки. Интерфейс пользователя дает возможность выбирать ряд режимов для проведения технологических экспериментов. На рис. 2 приведены одни из первых результатов синтеза изделий из порошка нержавеющей стали¹.

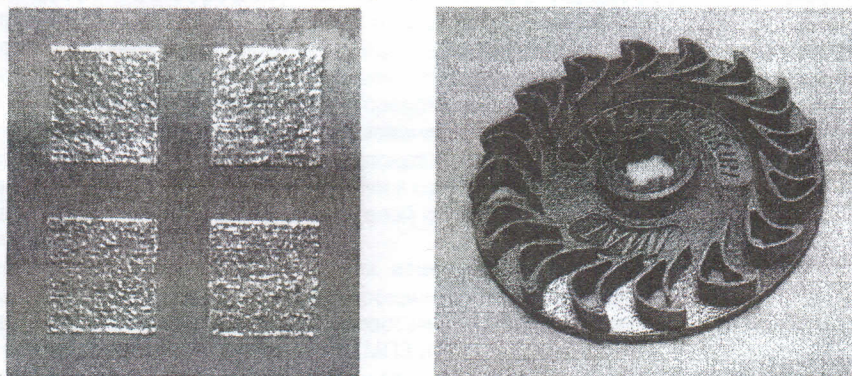


рис. 2 Экспериментальные образцы слоев и готовые изделия, полученные методом послойного синтеза

¹ Работа выполнена в рамках программы государственной поддержки ведущих научных школ: НШ-3890.2014.9 и при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного заседания в сфере научной деятельности.

В левой части рис. 2 приведено фото экспериментального образца 80-мкм слоев, полученных при разной скорости луча и величине шага штриховки. Строки соответствуют скоростям 80 и 120 мм/сек, столбцы – шагу штриховки в 75 и 100 мкм. Средняя мощность излучения равна 168 Вт, диаметр луча 150 мкм. Данные образцы получены в атмосфере аргона с примесью воздуха.

В правой части рисунка показано готовое изделие, полученное при толщине слоя 80 мкм, скорости луча 80 мм/сек и средней мощности излучения 168 Вт. Выращивание изделия осуществлялось в атмосфере практически чистого аргона.

Проведённые тесты показали характер влияния технологических параметров на качество изделий. Основной целью экспериментов при отработке технологии послойного синтеза было определение зоны параметров, позволяющих получить твердотельную модель из порошка нержавеющей стали при допустимом качестве поверхности. Оценивалось отношение 2 основных параметров: скорости подачи пятна луча и величины шага штриховки слоя порошка. Мощность излучения при всех экспериментах устанавливалась максимальной (168 Вт средней мощности при номинале лазера в 200 Вт).

На рис. 3 показано окно допустимых параметров в виде заштрихованного многоугольника. Данные получены при толщине слоя в 80 мкм.

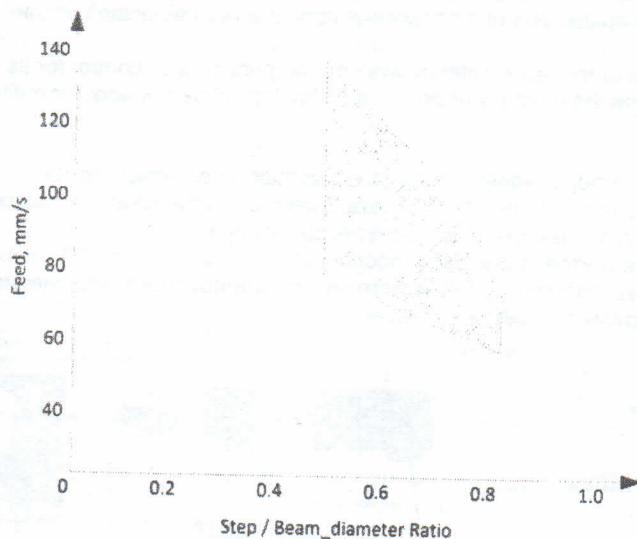


рис. 3 Зона допустимых технологических параметров послойного синтеза

Этот рисунок является приближением, так как зависимости нелинейны. Но он позволяет оценить основные закономерности. Недопустима как слишком малая концентрация энергии, так и слишком большая. Шаг штриховки не может быть меньше половины диаметра луча, так как это приводит к увеличению температурных градиентов и проявлению других неблагоприятных факторов. Область за пределами окна соответствует появлению характерных дефектов: каплеобразования (balling), перегара окислов или неполного плавления слоя.

Литература

1. Мартинова Л.И., Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Обухов А.И. Практические аспекты применения отечественной многофункциональной системы ЧПУ "АксиОМА Контрол" // Автоматизация в промышленности. 2012. №5. с.36-40.
2. Hauser C, Childs THC, Dalgarno KW, Eane RB. Atmospheric control during direct selective laser sintering of stainless steel 314S powder. SOLID FREEFORM FABRICATION PROCEEDINGS, pp. 265-272, aug. 1999.