

УДК 621.373.826

ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Мишин Дмитрий Александрович⁽¹⁾, Григоров Максим Романович⁽²⁾, Колесов Петр Владимирович⁽³⁾

Студент 5 курса⁽¹⁾, студент 6 курса⁽²⁾, аспирант 1 года⁽³⁾

кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Д.С. Колчанов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

Современная наука развивается в чрезвычайно быстром темпе. В каждой области техники и технологий присутствует своя мотивация для роста. В частности, для коммерческих компаний – выпуск более конкурентоспособного продукта или создание изделия с уникальными параметрами с целью увеличения прибыли. Однако ряд сфер преследуют более важную цель. Речь идет об областях, трудящихся на развитие ОПК, медицины, космического превосходства и других сторон развития нашего государства.

Селективное лазерное плавление (СЛП) является одной из технологий аддитивного производства (АП), активно разрабатываемой с конца XX века. На сегодняшний день методы АП считаются малопроизводительными и экономически невыгодными, но данные факторы отходят на второй план, если требуется создание изделий с уникальным функционалом или принципиально новых предметов человеческой жизнедеятельности. А в случае правильной постановки задачи удается существенно сократить цикл производства и стоимость изделий.

В процессе СЛП качество получаемых изделий зависит от большого количества различных факторов, начиная от параметров технологического режима выращивания (мощность лазерного излучения, скорость сканирования, толщина наносимого порошкового слоя, шаг штриховки, размер пятна лазерного луча на платформе выращивания) и заканчивая факторами, зависящими от технологической установки: давления газа, количества остаточного кислорода и температуры в камере выращивания; температуры подогрева платформ построения и подачи; точности перемещения и взаимного расположения платформ; плавности и скорости перемещения устройства нанесения и разравнивания порошкового слоя.

Неправильный подбор параметров процесса СЛП ведет к появлению различных дефектов, являющихся основной причиной пористости из-за недостаточного или избыточного проплавления между слоями или недостаточного перекрытия между единичными дорожками. Форма и размеры единичной дорожки соответствуют геометрическим параметрам ванны расплава и напрямую зависят от параметров процесса СЛП.

При селективном лазерном плавлении необходимо обеспечивать полное сплавление слоев и при этом исключить или минимизировать переход к режиму глубокого кинжального проплавления. При этом режиме локально создаётся температура, достаточная для испарения материала, образуя парогазовый канал. Такой тип ванны расплава неустойчив, и при схлопывании парогазового канала может происходить захват газа, формирующего пору при застывании материала. Образовавшиеся поры залегают настолько глубоко, что сплавление следующего слоя или даже повторная переплавка текущего не сможет удалить эти поры [1].

Стоит отметить, что низкие значения удельной энергии (E) приводят к снижению температуры ванны расплава и увеличивают скорость охлаждения, что препятствует росту зерна. С другой стороны, высокие значения удельной энергии формируют непрерывные дорожки расплава и хорошую связь между соседними слоями, но могут вызывать термические напряжения. При очень высоких значениях E возможен переход к режиму кинжального проплавления.

Процесс построения проходит в атмосфере инертного газа с поддержанием его давления в камере. Это не допускает окисления частиц порошка и изменения химических и физико-механических свойств изделий. К дефектам и явлениям, обусловленным наличием в атмосфере камеры кислорода и/или неправильной циркуляции инертного газа в ней, следует отнести сфероидизацию, несплавления, поры и возгорание. Допустимое значение остаточного кислорода в камере варьируется в зависимости от обрабатываемого материала. Несоответствие нанесенного слоя необходимым значениям, неравномерное распределение порошка или его отсутствие может приводить к образованию пустот и несплавлений [2].

Температура внутри камеры выращивания должна оставаться определенном диапазоне, для обеспечения повторяемости процесса. Выход температуры за границы диапазона может свидетельствовать о неполадках технологического оборудования.

Нарушение подогрева платформы построения является серьезной проблемой, так как она отвечает за снижение возникающих термических напряжений, свойственных лазерным методам обработки материалов. Напряжения вызывают коробление, трещины, отрыв поддерживающих структур и деформацию платформы построения. Оптимальные значения температуры подогрева варьируются в зависимости от материала и режима выращивания.

Точность перемещения и взаимное расположение платформ построения и подачи являются одними из главных критериев качества установки, так как определяют толщину порошкового слоя. Точность позиционирования, должна измеряться единицами микрометров и обеспечиваться как самими приводами, так и средствами обратной связи.

Толщина порошкового слоя оказывает значительное влияние на качество и характеристики деталей, выращенных методом СЛП. Чрезмерно тонкий слой ведет к снижению прочности и недостаточному качеству поверхности. С другой стороны, повышенная толщина слоя порошка может привести к неравномерности распределения энергии и неэффективному использованию материала. Нарушение толщины порошкового слоя может привести к заклиниванию ножа и его износу [3].

Таким образом, все описанные выше факторы могут привести к дефектам и браку, а также стать причиной износа оборудования и порчи порошкового материала, что скажется на увеличении времени изготовления деталей и их стоимости.

Литература

1. *Агаповичев А.В., Сотов А.В., Смелов В.Г.* Математическое моделирование процесса селективного лазерного сплавления порошка титанового сплава ВТ6 // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2020. Т. 19, № 2. С. 53-62. DOI: 10.18287/2541-7533-2020-19-253-62
2. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / [А.Г. Григорьянц и др.]; под ред. А.Г. Григорьянца. – Москва: Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2018. - 278 с.
3. *Колчанов Д.С.* Разработка оборудования и технологии выращивания изделий методом селективного лазерного плавления порошков нержавеющей стали: диссер. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.02.07) / Колчанов Дмитрий Сергеевич; ФГБОУ ВО

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», 2018. - 138 с.
