

Обработка технологического режима прямого лазерного выращивания наклонных стенок

К.С. Кретов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

Обоснование. Аддитивные технологии (АТ), в частности прямое лазерное выращивание (ПЛВ), находят широкое применение в высокотехнологичных отраслях, включая авиастроение, космическую индустрию, энергетику и атомную промышленность. Преимущества АТ заключаются в сокращении производственных издержек, повышении эффективности и возможности создания деталей со сложной геометрией. Однако при изготовлении наклонных элементов возникают отклонения от заданных параметров, что снижает качество изделий. Данное исследование направлено на изучение влияния угла наплавления на формирование стенок заготовок с целью оптимизации процесса ПЛВ.

Цель — анализ зависимости качества тонкостенных конструкций от угла их наклона при ПЛВ. В рамках исследования поставлены следующие задачи:

1. Определить критические углы наклона, при которых нарушается стабильность процесса выращивания при вертикальном положении оси инструмента.
2. Разработать рекомендации по настройке технологических параметров для минимизации отклонений.
3. Оценить точность компьютерного моделирования процесса ПЛВ в сравнении с экспериментальными данными.

Методы. Для проведения исследования были изготовлены тонкостенные образцы из нержавеющей стали 316L на установке ПЛВ ИЛИСТ-L. Угол наклона стенок варьировался от 45° (наклонная стенка) до 90° (вертикальная стенка) с шагом 5°. Основные параметры процесса:

- мощность лазера — 1200 Вт;
- скорость наплавки — 20 мм/с;
- диаметр лазерного пятна — 2 мм;
- толщина слоя — 0,6 мм.

После изготовления образцов проводились замеры их геометрических параметров с использованием оптических и контактных измерительных систем. Полученные данные сопоставлялись с результатами численного моделирования в САЕ-системе.

Результаты. Эксперимент показал, что угол наклона стенки существенно влияет на стабильность процесса ПЛВ:

- при углах более 70° наблюдался срыв формирования стенки, что свидетельствует о наличии критического угла выращивания;
- наилучшее качество поверхности достигнуто при углах от 75 до 90°;
- сравнение с моделью подтвердило низкую точность прогнозирования геометрии заготовок. Моделирование процесса требует корректировки.

Для снижения отклонений предложены корректировки режимов, такие как изменение скорости наплавки, оптимизация подачи порошка, а также регулировка мощности лазера.

Выводы. Проведенное исследование позволило установить ключевые закономерности влияния угла наплавления на качество заготовок при ПЛВ. Полученные результаты могут быть использованы для повышения точности изготовления деталей со сложной геометрией. Перспективным направлением дальнейших работ является разработка адаптивных алгоритмов управления технологическими параметрами в реальном времени.

Ключевые слова: аддитивные технологии; прямое лазерное выращивание; нержавеющая сталь; параметры процесса; угол наплавки.

Сведения об авторе:

Кирилл Сергеевич Кретов — студент, группа 3103-090401D, передовая инженерная аэрокосмическая школа; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: kretov2002@yandex.ru

Сведения о научном руководителе:

Александр Исаакович Хаймович — доктор технических наук, доцент; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: khaymovich.ai@ssau.ru