

УДК 621.373.826

ВЫРАЩИВАНИЕ МЕДНЫХ СТРУКТУР ЭЛЕМЕНТОВ СОПЛА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ЛАЗЕРНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Якубова Ширин Уктамжон кизи⁽¹⁾, Лютикова Ольга Алексеевна⁽²⁾, Гебеш Алина
Владиславовна⁽³⁾

Студенты 5 курса⁽¹⁾

кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Д.М. Мельников,

к.т.н., доцент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

В настоящее время технология КЛП является актуальной не только для восстановления деталей методом лазерной наплавки, но и для выращивания тонкостенных объектов, таких как детали ракетно-космической отрасли, в частности элементов жидкостных ракетных двигателей. Сложность данного направления обусловлена техническими ограничениями в достижении комбинации параметров: тонких равномерных потоков порошка с требуемым расходом, минимизации экранировки излучения боковыми частями потока порошка, достаточная защита зоны сплавления. Помимо отработки параметров процесса необходимо добиваться стабильности получаемых заготовок, а также проводить различные механические испытания.[1]

В качестве исходного материала в технологии КЛП используется металлический порошок, который должен соответствовать ряду требований для обеспечения качества готовых изделий. Так, например, «идеальный» исходный порошок должен иметь определенный гранулометрический состав, строго сферическую форму частиц без внутренней пористости и наростов-сателлитов, а также соответствовать заданному диапазону размеров. Для выполнения работ в качестве исходного материала использовались порошки жаропрочного медного сплава БрХ0,8.[2]

В ходе исследований был проведён ряд экспериментов, направленный на изучение особенностей формирования валиков по ширине в зависимости от длительности импульса и температуры подогрева подложки при наплавке. Первая часть экспериментов была посвящена наплавке медного сплава на медную подложку, а вторая – наплавке на предварительно подогретую медную подложку. По результатам экспериментов появилась возможность сравнения сплавления однородных материалов.

Удалось установить, что в обоих случаях большая часть энергии лазерного излучения отражается от подложки.[3] Поглощения на подложке сильно зависит от выбранных материалов и технических характеристик процесса. Однако, эти потери тепла необходимы для охлаждения и затвердевания бассейна расплава и, следовательно, их нельзя избежать при лазерной наплавке. Но поскольку эта часть энергии не влияет на точность осаждения материала, ее можно компенсировать более дешевыми и более эффективными источниками энергии. Индуктивный нагрев подложки является практически осуществимым способом обеспечения этой дополнительной энергии, который дает возможность для максимального увеличения скорости осаждения.

Исследования, проведённые в данной работе, показали, что получение тонкостенных конструкций с минимальной шероховатостью методом КЛП как при наплавке однородных материалов требует достижения компромисса нескольких

параметров процесса. Задача получения стенки минимальной толщины может быть решена при сравнительно высоких скоростях процесса и расходах порошка. Несмотря на высокую производительность процесса, качество созданных конструкций не полностью соответствует ожиданиям. Это говорит о необходимости более тщательного подбора оптимальных параметров наплавки. Минимальную погрешность стенок показали режимы со сравнительно низкими расходами порошка, но высота стенки при одинаковом количестве валиков была в 2-4 раза меньше. Чтобы стенки получились более плавными, можно проводить выглаживание каждого валика после укладки лазерным излучением без порошка, однако это снижает общую производительность. Металлографические особенности такого подхода также должны быть учтены в дальнейшем.

Литература:

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И., Третьяков Р.С. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2018. – 280 с.
2. А.Л. Артемов, В.Ю. Дядченко, А.В. Лукьяшко [и др.]. Отработка конструктивных и технологических решений для изготовления опытных образцов внутренней оболочки камеры сгорания многофункционального жидкостного ракетного двигателя с использованием аддитивных технологий // Космическая техника и технологии. — 2017. — №1. С.50-62.
3. Григорьянц А. Г., Кошлаков В. В., Ризаханов Р. Н., Мисюров А. И., Фунтиков В. А., Шиганов И. Н. Формирование биметаллических структур методом коаксиального лазерного плавления. // Наукоемкие технологии в машиностроении. - 2019. - № 3. - С. 32-38.