

ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ АДДИТИВНЫМ СПОСОБОМ*

А.Д. Тересов, Е.А. Петрикова, Ю.Ф. Иванов, О.В. Крысина, Н.А. Прокопенко

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Представлен способ финишной обработки поверхности металлических материалов, изготовленных методами аддитивного производства, интенсивным импульсным электронным пучком, который может быть альтернативой традиционным способам обработки. Определены оптимальные режимы облучения образцов титанового сплава ВТ6, изготовленных методом сплавления металлического порошка, и образцов нержавеющей стали 308LSi, изготовленных методом электронно-лучевой наплавки. Показано, что представленный метод обработки приводит к визуальному снижению пористости и кратному снижению шероховатости поверхностного слоя (в 20 раз (R_a)) титанового сплава ВТ6, изготовленного аддитивным способом. Шероховатость поверхности образцов нержавеющей стали 308LSi, изготовленных методом электронно-лучевой наплавки, снижается до 2.1 раза в продольном направлении, до 5.2 раза – в поперечном относительно плоскости наплавки. Показано, что элементный состав, прочностные и трибологические свойства образцов при облучении в оптимальных режимах не изменяются. Испытания облученных образцов на растяжение выявили увеличение предела прочности на 12%, пластичности на 10% (ВТ6) и анизотропию механических свойств в зависимости от направления растяжения относительно плоскости наплавки (308LSi).

Ключевые слова: титановый сплав, нержавеющая сталь, аддитивные технологии, импульсный электронный пучок, финишная обработка, структура, свойства.

Введение

Сегодня сложно найти область производства, где бы не применялись аддитивные технологии: с их помощью изготавливаются детали автомобилей, самолетов, космических аппаратов, инструменты, протезы и имплантаты, ювелирные изделия и др. [1–4]. Суть аддитивного производства заключается в послойном «выращивании» изделия за счет добавления и соединения материала между слоями согласно заранее подготовленной 3D-модели. Этим оно отличается от традиционных методов изготовления изделий, подразумевающих механическую обработку путем удаления лишнего материала из заготовки. Существует несколько методов аддитивного изготовления изделий из металлов и сплавов [2]. Для этого используются технологии на основе селективного лазерного или электронно-пучкового спекания (сплавления) металлического порошка («bed deposition» метод) либо наплавки материала (порошок, проволока), подаваемого непосредственно в область плавления («direct deposition» метод). Общей проблемой, характерной для представленных видов аддитивных технологий, является проблема финишной обработки поверхности полученных из металлического материала изделий. Для порошковых технологий она обусловлена прилипанием отдельных частиц порошка к поверхности изделия в процессе послойного выращивания на границе спекания (сплавления). При этом на поверхности обычно образуется грубая пористая структура, шероховатость которой может достигать нескольких десятков и даже сотен микрометров [2, 3]. В случае технологий наплавки на боковой поверхности изделий обычно возникает грубая волнистая структура, характеризующая каждый отдельный слой наплавки, с шероховатостью до нескольких сотен микрометров. Традиционные способы обработки (механическая обработка, химическое, электрохимическое травление) [5] позволяют получить требуемый уровень шероховатости поверхности, но они обладают рядом недостатков, таких как времязатратность, расход обрабатываемого материала, остаточность обрабатываемого материала в поверхностном слое обрабатываемого изделия и т.д.

В настоящей работе для уменьшения шероховатости поверхности образцов из титанового сплава ВТ6, изготовленных методом электронно-пучкового сплавления металлического порошка, и образцов из нержавеющей стали 308LSi, изготовленных путем послойной электронно-пучковой наплавки материала металлической проволоки, предлагается использовать интенсивный импульс-

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № FWRM-2022-0001.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>