

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-230

ПРИЧИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ ТИТАНОВОГО СПЛАВА В ПРОЦЕССЕ ПРОВОЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Калашников К.Н.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Для изготовления различных металлических деталей в настоящее время используют методы аддитивного производства, которые позволяют производить конструкции разной сложности и размеров в зависимости от выбранного теплового источника и/или сырьевого материала. По типу сырьевого материала аддитивные технологии разделяют на порошковые методы и проволочные, в то время как по типу теплового источника разделяют лазерные, электронно-лучевые, плазменные и дуговые. В основном, для изготовления мелкоразмерных деталей, например, медицинского назначения, используют лазерные или электронно-лучевые порошковые методы, так как они позволяют в точности воспроизвести заданную 3D-модель высокой сложности. Для изготовления крупноразмерных деталей и заготовок наибольшее применение нашли такие методы, как проволочное электронно-лучевое аддитивное производство и проволочное дуговое аддитивное производство, так как позволяют использовать более дешевые и доступные сырьевые материалы, а также обеспечивают максимально возможное отсутствие пористости в сравнении с порошковыми методами. Однако, на формирование структуры в процессе 3D-печати могут оказывать влияние и другие факторы, помимо управляющих параметров аддитивного производства (например, ускоряющего напряжения и тока электронного пучка). В данной работе были исследованы образцы в форме вертикальных стенок, полученные методом проволочного электронно-лучевого аддитивного производства, в которых была сформирована структура двух типов – вытянутые столбчатые зерна и мелкие зерна первичной β -фазы (рисунок 1).



Рис. 1. Макроструктура образца титанового сплава ВТ6, полученного аддитивным методом

Было обнаружено, что мелкозернистая структура материала образуется лишь с одной стороны вертикальной стенки и отделяется от крупнозернистой области границами столбчатых зерен, представленных зернограницной α -фазой. На рисунке 1 представлено продольное сечение образца, вырезанное в зоне с мелкозернистым строением. Из рисунка видно, что на расстоянии до 10 мм от края подложки столбчатые зерна растут во всем объеме образца, однако на расстоянии более 10 мм уже начинается изменение зеренной структуры. В результате было выявлено, что такой характер формирования структуры связан с механическим перемешиванием материала в ванне расплава проволокой, которая сместилась из центра ванны расплава к ее краю. В итоге это привело к уменьшению теплового воздействия на проволоку, за счет чего она расплавлялась лишь частично. Из этого можно сделать вывод, что применение вибрационного воздействия в процессе 3D-печати может позволить уменьшить размеры структурных элементов и улучшить свойства материала, что будет являться целью дальнейшей работы.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2019-0034.