

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-229

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ПОДЛОЖКИ НА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВУЮ 3D-ПЕЧАТЬ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРОВОЛОКИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6

Калашников К.Н.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

В последнее десятилетие аддитивные технологии стали наиболее перспективным и наиболее популярным направлением в современной науке. В первую очередь это связано с тем, что применение аддитивных технологий в различных отраслях промышленности позволяет значительно сократить как время изготовления деталей, так и затраты на производство. Благодаря этому, аддитивное производство металлических изделий активно развивается для применения в авиационной и ракетно-космической отраслях промышленности [1]. Одними из основных материалов в этих отраслях являются титановые сплавы, и, в связи с этим необходимо проведение всесторонних исследований процессов, протекающих при формировании изделий из титановых сплавов методами аддитивного производства [2]. В данной работе было проведено исследование влияния толщины подложек, используемых для нанесения расплавленного материала, на процесс проволоочного электронно-лучевого аддитивного производства изделий из титанового сплава ВТ6. Для изготовления образцов в форме вертикальных стенок были использованы комбинированные подложки: в качестве вспомогательной подложки, находящейся в контакте с рабочим столом, использовались листы нержавеющей стали толщиной 5,0 мм, а в качестве основной подложки, на которую проводилось нанесение материала, листы технического титана ВТ1-0 толщиной 2,5 мм и 5,0 мм. Печать образцов проводилась при одинаковых режимах.

Проведенные исследования показали, что увеличение толщины основной подложки с 2,5 (образец 1) до 5,0 мм (образец 2) оказывает значительное влияние на формирование структуры образцов. Несмотря на то, что каждый из образцов демонстрирует типичную структуру, представленную крупными столбчатыми зёрнами первичной β -фазы, внутри этих зёрен структура отличается значительно. Так, образец, изготовленный на подложке толщиной 2,5 мм в основной части вертикальной стенки, демонстрирует микроструктуру, представленную так называемыми α -колониями разного размера и направленности (рисунок 1). При этом стоит отметить довольно широкую границу зёрна, которая представляет собой зернограничную α -фазу. В свою очередь образец, полученный на 5,0 мм подложке, представлен как небольшими α -колониями, так и довольно крупными включениями структуры типа корзиночного плетения (basketweave α). При этом стоит отметить, что толщина пластин α -фазы примерно одинакова, что также видно из рисунка 1.

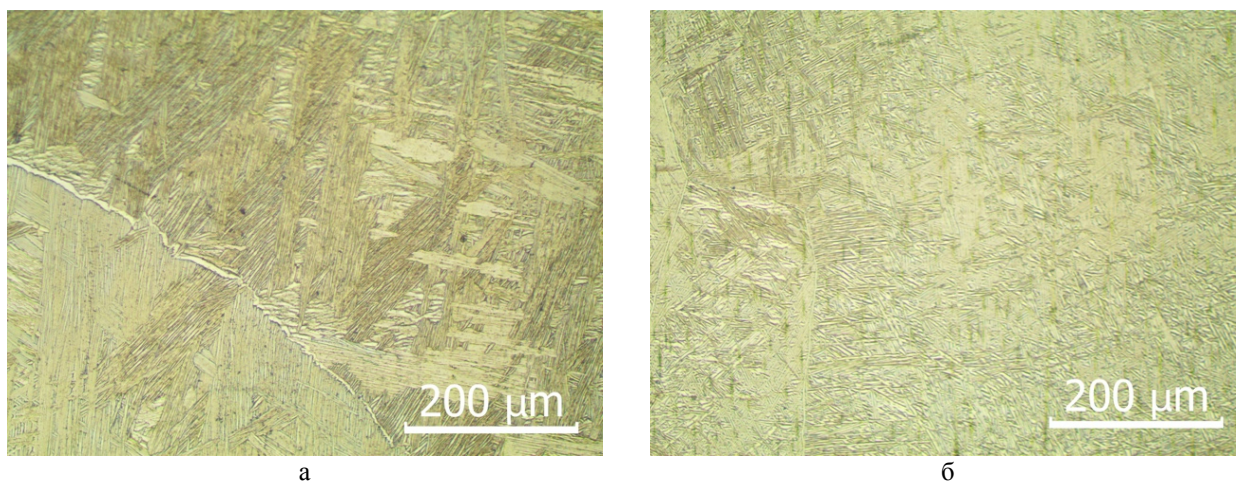


Рис. 1. Микроструктура образца титанового сплава ВТ6, изготовленного на подложке толщиной 2,5 мм (а) и образца, изготовленного на подложке толщиной 5 мм (б), в основной части вертикальной стенки

Механические характеристики полученных образцов также отличаются: образец 1

имеет средний предел прочности на растяжение 782 МПа и относительное удлинение до разрыва порядка 8 %, а образец 2 имеет средний предел прочности на растяжение 761 МПа и относительное удлинение до разрыва порядка 9 %. Следовательно, образец, полученный на подложке толщиной 2,5 мм, имеет более высокие прочностные характеристики и практически такую же пластичность в сравнении с образцом 2.

Таким образом, в результате проведенных исследований было выявлено, что толщина подложки оказывает влияние на условия теплоотвода, которое приводит к изменению микроструктуры материала. В свою очередь, изменение микроструктуры приводит к различиям в прочностных свойствах аддитивно изготовленного материала, что будет иметь важнейшее значение в эксплуатации изделия.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-32-90009.

1. Tofail S. A. M., Koumoulos E. P., Bandyopadhyay A., Bose S., O'Donoghue L., Charitidis C. Additive manufacturing: scientific and technological challenges, market uptake and opportunities // Mater. Today. 2018. Т. 21. № 1. С. 22–37.
2. DebRoy T., Mukherjee T., Milewski J. O., Elmer J. W., Ribic B., Blecher J. J., Zhang W. Scientific, technological and economic issues in metal printing and their solutions // Nat. Mater. 2019. Т. 18. № 10. С. 1026–1032.