

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СО РАН

ФИЗИЧЕСКАЯ МЕЗОМЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ.
ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ
СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ НЕЛИНЕЙНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Международная конференция

5–8 сентября 2022 г.

Томск, Россия

Тезисы докладов

Новосибирск
2022

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНСТРУМЕНТА ПОСЛЕ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ИЗ СПЛАВА ВТ6, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

¹Черемнов А.М., ^{1,2}Калашникова Т.А., ¹Княжев Е.О.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск

Титановые сплавы благодаря физико-механическим свойствам являются важным конструкционным материалом в авиационной и космической промышленности [1]. В виду того, что в последнее время для изготовления деталей, например, шар-баллонов высокого давления, используются различные аддитивные технологии, возникает потребность локального упрочнения или сварки таких составных частей аддитивных изделий [2]. В результате аддитивного производства изделия имеют специфическую структуру, в основном представленную вытянутыми столбчатыми зёрнами первичной α -фазы [3], что может привести к структурной неоднородности и анизотропии механических свойств по разным направлениям [4]. Одним из перспективных методов обработки, который может улучшить структуру и свойства изделий аддитивного производства, является фрикционная перемешивающая обработка. Таким образом, для оценки применимости технологии фрикционной перемешивающей обработки к аддитивно изготовленным титановым сплавам необходимо изучить особенности модификации исходной структуры заготовок при обработке в зоне воздействия инструмента.

В данном исследовании фрикционная перемешивающая обработка применялась к аддитивно изготовленным заготовкам из титанового сплава ВТ6. Заготовки из титанового сплава в форме вертикальной стенки были изготовлены методом электронно-лучевой аддитивной технологии на специальном оборудовании в Институте физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук. После 3D-печати из полученных стенок были вырезаны пластины толщиной 2,5 мм, которые впоследствии были подвергнуты фрикционной перемешивающей обработке в двух направлениях: направление осаждения слоя и направление роста стенки. Обработку выполняли на специальном оборудовании для сварки трением с перемешиванием с использованием защитного газа (аргон) для предотвращения окисления титанового сплава во время механической обработки. После обработки из отверстий от выхода инструмента вырезали металлографические шлифы в планарном сечении для исследования движения металла в зоне перемешивания и выявления модификации микроструктуры материала в слоях переноса. Исследовалась структура под плечами инструмента и по центру зоны перемешивания.

Исследование структуры показало, что в зоне воздействия инструмента под плечами инструмента есть случаи образования трещин, однако, к центру зоны перемешивания структура становится однородной. Видно, что преобразованная структура зоны перемешивания представляет собой $\alpha+\beta$ с крупными зернограницными α -пластинами. Средний размер равной α -фазы в зоне перемешивания составляет около 0,9 мкм. Размер преддеформированной области в зоне перед инструментом составляет 70 мкм.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-20172, <https://rscf.ru/project/22-29-20172/> и средств Администрации Томской области.

1. Leyens C., Peters M. Titanium and Titanium Alloys: Fundamentals and Applications. // John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA. 2003. ISBN 3527305343.
2. Liu H.J., Zhou L., Huang Y.X., Liu Q.W. Study of the Key Issues of Friction Stir Welding of Titanium Alloy. // Mater. Sci. Forum. 2010. V. 638–642. P. 1185–1190. doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.638-642.1185.
3. Xu J., Zhu J., Fan J., Zhou Q., Peng Y., Guo S. Microstructure and mechanical properties of Ti–6Al–4V alloy fabricated using electron beam freeform fabrication. // Vacuum. 2019. V. 167. P. 364–373.

doi:10.1016/j.vacuum.2019.06.030.

4. Kumar P., Prakash O., Ramamurty U. Micro-and meso-structures and their influence on mechanical properties of selectively laser melted Ti-6Al-4V. // *Acta Mater.* 2018. V. 154. P. 246–260. doi:10.1016/j.actamat.2018.05.044.