

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

Томск
Издательский Дом ТГУ
2019

DOI: 10.17223/9785946218412/353

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ АДДИТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
КОМПОЗИТА TiC/ Ti-6Al-4V

^{1,2}Буйлук А.О., ^{1,2}Панин А.В., ¹Казаченок М.С.

¹Институт физики прочности и материаловедения, Томск

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Современные темпы развития промышленности требуют выбора технологий производства, выполняемых в кратчайшие сроки с наименьшими затратами [1]. Наряду с новыми и передовыми технологиями можно отметить быстрое развитие аддитивных технологий, позволяющих создавать металлические изделия уникальной формы. Одним из наиболее распространенных методов аддитивных технологий является электронно-лучевое плавление проволоки (Electron Beam Freeform Fabrication – EBF³). Преимуществами данного метода является дешевизна изготовления деталей, так как отходы во время печати практически отсутствуют, а также довольно высокая, по сравнению с другими технологиями, скорость создания объекта. Недостатком данного метода является формирование неоднородной структуры с крупными столбчатыми зёрнами. Последнее негативно сказывается на механических свойствах 3D-напечатанных изделий. Одним из способов уменьшения размера зёрен, а, следовательно, повышения механических характеристик 3D-напечатанных изделий является введение в ванну расплава тугоплавких порошков, оказывающих влияние на процесс кристаллизации [2]. В данной работе разработана технология одновременного электронно-лучевого плавления проволоки Ti-6Al-4V и порошка TiC, и исследовано влияние параметров 3D-печати на микроструктуру и механические свойства образцов TiC/Ti-6Al-4V.

Для увеличения сыпучести мелкодисперсного порошка TiC, а также с целью изменения объемной доли карбидов титана в 3D-напечатанных образцах TiC/Ti-6Al-4V первоначально получали механокомпозит TiC/Ti-6Al-4V путем механоактивации порошков TiC и Ti-6Al-4V в шаровой мельнице 8000M Mixer/Mill. На установке 6E400 (ООО «НПК ТЭТа», Томск) были изготовлены 2 партии образцов. В первом случае, путем электронно-лучевого плавления проволоки Ti-6Al-4V осуществляли 3D-печать образцов соответствующего состава, а во втором - получали образцы TiC/Ti-6Al-4V за счет одновременной подачи в ванну расплава проволоки Ti-6Al-4V и порошкового механокомпозита TiC/Ti-6Al-4V.

Микроструктуру 3D-напечатанных образцов TiC/Ti-6Al-4V изучали на оптическом микроскопе ZEISS AXIOVERT 40 MAT. Элементный анализ образцов проводили на растровом электронном микроскопе LEO EVO 50, оборудованном приставками Oxford Instruments INCAx-act. Микротвердость измеряли на твердомере ПМТ-3 при нагрузке 50 грамм. Испытания на одноосное статическое растяжение проводили на испытательной машине INSTRON 5582 при комнатной температуре.

Установлено, что микроструктура 3D-напечатанных образцов Ti-6Al-4V, полученных электронно-лучевым плавлением проволоки соответствующего состава, состоит из столбчатых зёрен, поперечный размер которых составляет 1 мм, а их продольный размер ограничивается высотой создаваемого изделия. Внутри зёрен наблюдается пластинчатая морфология разной ориентации. При электронно-лучевом плавлении проволоки Ti-6Al-4V с добавлением механокомпозита TiC/Ti-6Al-4V в образцах формируется структура с более мелкими равноосными зёрнами, размер которых зависит от объемной доли TiC в механокомпозите.

Одновременная подача проволоки Ti-6Al-4V и порошкового механокомпозита TiC/Ti-6Al-4V в процессе 3D-печати обуславливает существенное увеличение микротвердости и прочностных характеристик 3D-напечатанных изделий при испытаниях на одноосное растяжение.

1. Гончарова О.Н., Бережной Ю.М., Бессарабов Е.Н., Кадамов Е.А., Гайнутдинов Т.М., Нагопетьян Е.М., Ковина В.М. Аддитивные технологии – динамично развивающееся производство: Справочник: инженерный вестник № 4.2016.

2. Илларионов А.Г., Попов А.А. Технологические и эксплуатационные свойства титановых сплавов: учебное пособие / А.Г. Илларионов, А.А. Попов. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 137 с.