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»

DOI: 10.17223/9785946218412/374

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ТИТАНОВЫХ ОБРАЗЦОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОННО-
ЛУЧЕВОЙ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Хорошко Е.С., Гусарова А.В., Чумаевский А.В.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Производство деталей сложной формы из легких и прочных сплавов на основе титана для авиационной и ракетно-космической сферы является одной из наиболее актуальных задач современного машиностроения в виду интенсивного развития данных областей техники. Одним из наиболее производительных методов, позволяющих изготавливать детали из титановых сплавов в вакууме является электронно-лучевая технология с проволочным филаментом. С помощью данной технологии изготавливаются детали различного и практически неограниченного размера со структурой и механическими свойствами литого металла. На настоящее время в современной литературе имеется недостаточное количество сведений о влиянии энергетического воздействия при 3D-печати на структуру и механические свойства образцов титанового сплава ВТ6, полученных аддитивным методом. При этом в условиях изменения параметров ускоряющего напряжения или тока пучка энергетическое воздействие на материал расплавляемой проволоки и подложки может существенно изменяться и приводить к существенным изменениям в структуре и свойствам. Также немаловажным является наличие или отсутствие охлаждения подложки в процессе печати, обуславливающее большие или меньшие скорости отвода тепла при печати. В настоящей работе проведены исследования взаимосвязи структуры и свойств сплава ВТ6 после изготовления аддитивным методом.

В работе производилась печать образцов в форме "стенок" высотой до 60-80 мм, длиной до 100-120 мм и шириной до 6-8 мм из проволочного филамента титанового сплава ВТ6 диаметром 1,2 мм. В процессе изготовления образцов производилось регулирование тока пучка в широких пределах. Ускоряющее напряжение составляло 30 кВ. Скорость подачи проволоки и относительного движения образцов относительно проволоки подбирались эмпирически. Из экспериментальных образцов вырезались лабораторные образцы для определения прочностных показателей и металлографические шлифы для исследования внутренней структуры металла при изготовлении, рентгеноструктурного анализа и растровой электронной микроскопии.

Полученные образцы из титанового сплава ВТ6 после изготовления методом аддитивного электронно-пучкового нанесения проволочным филаментом обладают на поверхности ярко выраженной волнистостью, коррелирующей с их слоистой структурой, что обусловлено методикой и этапностью нанесения материала при печати. В структуре преобладает дендритное строение и α -фаза. Размер зерен, формирующихся ростом дендритов, существенный, часть зерен (дендритов) располагается от первого до последнего слоя, нанесенного на подложку. При увеличении или уменьшении тока пучка общий характер формируемой структуры с ярко выраженным направленным строением и большим размером зерен сохраняется, но в ряде случаев происходит уменьшение среднего размера зерна, что при этом слабо сказывается на механических свойствах. Предел прочности образцов в зависимости от режима изготовления может изменяться в пределах 10-15% от среднего значения порядка 860-870 МПа. В условиях проведенных исследований влияние параметров процесса изготовления деталей прослеживалось в изменениях размера зерна и некоторого снижения прочности при отклонении тока пучка от оптимального для заданных условий значения.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23.