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: 10.17223/9785946218412/378

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ АДДИТИВНОМ
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ**

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

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Аддитивное изготовление металлических материалов является широко развиваемой отраслью научно-технических работ за последние годы. В литературе большое количество работ посвящено исследованиям материалов, полученных при печати с использованием электродугового, лазерного или электронно-пучкового способов с внедрением в зону печати проволочного или порошкового филаментов. При печати различных материалов неизбежно возникают дефекты, обусловленные выбранным способом расплавления материала, временем существования ванны расплава, используемым филаментом и др. При формировании материалов электронно-лучевым методом с проволочным филаментом в вакууме образование ряда дефектов при отклонении от оптимальных значений параметров печати является практически неизбежным, другие же дефекты в виду отсутствия атмосферного кислорода, образоваться не могут. Существенное значение при 3D-печати в условиях данного метода имеет то, какими материалами осуществляется печать - мономатериалами (то есть металлами или сплавами на основе одного металла) или полиметаллами (сплавами на основе разнородных металлов). При печати последних особую роль играют свойства материалов и типичные диаграммы состояния, обуславливающие формирование механических смесей, интерметаллидных фаз или твердых растворов в структуре образцов. В работе для определения влияния на процесс формирования дефектов в парах металлов, склонных к формированию интерметаллидных фаз, исследованы различные особенности образования дефектов при печати полиметаллических образцов системы Cu-Al, Ti-Al, Fe-Ti и Cu-Ti.

Образцы получены на экспериментальном оборудовании для аддитивного электронно-лучевого производства металлических материалов в Институте физики прочности и материаловедения. Печать образцов осуществлялась в вакууме на охлаждаемом столе проволочным филаментом диаметром 1-1,2 мм. После проведения изготовления образцов из них производилась вырезка металлографических шлифов для исследований внутренней структуры методом растровой электронной и оптической микроскопии, и вырезка образцов для исследования механических свойств граничной зоны вдоль и поперек направления плоскости контакта разнородных материалов.

Проведенные исследования показывают, что во всех случаях аддитивного изготовления металлических композитов систем Cu-Al, Ti-Al, Fe-Ti и Cu-Ti в граничной зоне обнаружено образование интерметаллидных прослоек или сплошного типа или частиц интерметаллидных фаз. Для образцов системы Cu-Ti и Cu-Al характерно наличие в структуре при недогреве медного филамента не проплавленных частиц меди. Для соединений алюминия с титаном или титана со сталью характерны наименьшие механические свойства и отслоения компонентов системы друг от друга по границе сплавления при перегреве материала в условиях печати. Нанесение меди на поверхность титанового сплава приводит к существенному проплавлению подложки при перегреве системы, более ярко выражена такая особенность при нанесении меди на алюминиевый сплав, что ожидаемо в виду его меньшей температуры плавления. Соединения меди и титана при нормальном соотношении параметров процесса печати отличаются наибольшими механическими свойствами и наименьшей дефектностью по сравнению с остальными системами. Таким образом, проведенные исследования показывают, что в полиметаллических образцах различных систем происходит образование дефектов отличных типов и в различной степени влияющих на структуру и механические свойства.

Работа выполнена при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение № 14.610.21.0013, идентификатор проекта RFMEFI61017X0013)