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: 10.17223/9785946218412/377

**ОБРАЗОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОЛИМЕТАЛЛОВ МЕДЬ-
ТИТАН ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ**

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

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Изготовление материалов из легких и прочных сплавов с износостойким поверхностным слоем является важной задачей с точки зрения авиационного и ракетно-космического машиностроения. Для данных целей в настоящее время возможно применение широкого спектра аддитивных технологий, основанных как на порошковом, так и на проволоочном методе внесения филамента в зону печати. Следует отметить, что при возможном в дальнейшем развитии технологии, появится задача создания упрочненного трибологического поверхностного слоя на телах вращения, что практически недостижимо методами порошкового нанесения и может быть получено с применением проволоочной технологии, что делает её более перспективной для данной цели. Одним из наиболее перспективных методов сообщения материалу теплового воздействия с точки зрения качества материала и печати в вакууме (необходимом для титановых сплавов) является электронно-лучевая технология. Данная технология позволяет изготавливать детали различной и практически неограниченной формы и размеров из большого спектра материалов. Но при печати проволоочным филаментом в образцах возможно образование дефектов различного структурно-масштабного уровня в зависимости от степени несоответствия параметров процесса печати оптимальным значениям. Исследованиям дефектов, формируемых при аддитивном электронно-лучевом нанесении полиметаллических материалов системы Cu-Ti на титановую подложку, посвящена настоящая работа.

Образцы для исследований структуры и образующихся в ней дефектов изготавливали на лабораторном оборудовании для аддитивного получения металлических материалов в Институте физики прочности и материаловедения. В качестве подложки использован листовой прокат титанового сплава ВТ6, в качестве филаментов сплав ВТ6 и медь марки М1. На подложку изначально наносился титановый сплав, на котором производилась печать медью. Образцы получали как в оптимальных, эмпирически определенных режимах, так и в условиях недогрева филамента или перегрева подложки при печати, что способствовало формированию дефектов различного типа. Образцы после проведения печати исследовали путем вырезки металлографических шлифов, их полировки и травления, на растровом электронном микроскопе Zeiss LEO EVO 50 и оптическом микроскопе Altami Met 1C.

Образцы, полученные при недостаточном прогреве материала медного филамента, показали наличие при таком процессе не проплавленных частей проволоки в структуре, по контуру которой выявлено образование интерметаллидных фаз различного состава. При этом, прогрева подложки и сообщаемого тепла было достаточно для того, чтобы медная проволока проникала на достаточно большую глубину в титановый сплав, обладающий при этом большей температурой плавления.

При перегреве материала подложки происходило нарушение макрогеометрии образца в целом с образованием на поверхности перемешанного материала с преимущественно интерметаллидной структурой и наличием большого количества трещин и отслоений. При этом образование трещин происходило как по границе интерметаллидных фаз, так и внутри достаточно крупных зерен интерметаллидов.

Таким образом, формирование дефектов в режимах, отличающихся от режима оптимального тепловложения при печати композиционных материалов системы Cu-Ti, происходит зависимо от степени недогрева или перегрева в зоне печати, что и определяет тип формируемого дефекта и их объемную долю в материале.

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