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: 10.17223/9785946218412/370

**ФОРМИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕННЫХ
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

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

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Изготовление сложной формы из металлических материалов является одной из наиболее актуальных задач в современной авиационной и ракетно-космической сфере. Основными методиками получения деталей являются основанные на снятии стружки с заготовок или получении аддитивно, путем послойного добавления материала. При этом в условиях получения деталей аддитивным методом из различных видов филамента возможно формирование тех или иных видов дефектов, являющихся специфическими для данных видов производства и существенно зависящих как от выбранного способа подвода материала в зону сплавления, так и от метода создания ванны расплава. На настоящее время наиболее развитыми в литературе являются методики, основанные на внедрении в зону сплавления порошкового филамента. Технологии, основанные на внедрении в зону сплавления проволоочного филамента, находят несколько меньшее применение, хотя обладают большей производительностью. Настоящая работа посвящена сравнительному описанию дефектов, формируемых при аддитивном электронно-лучевом производстве деталей из различных металлов и сплавов методом электронно-лучевого сплавления в вакууме.

В работе производилось изготовление моно- и полиметаллических изделий из сплавов ВТ6, АМг5, М1, стали 12Х18Н9Т и др. В качестве полиметаллов выбраны пары из сплавов на основе разнородных металлов в соединении образующих системы Cu-Al, Fe-Ti, Fe-Cu, Ti-Al и Ti-Cu. После получения материалов с разнородной структурой производились исследования методами оптической и растровой электронной микроскопии на микроскопах Altami Met 1С и Zeiss LEO EVO 50.

Проведенные исследования показывают, что в зависимости от режимов изготовления материалов с монометаллическим строением основным элементом формируемых дефектов являются поры. При несоответствии параметров электронного пучка или необходимой скорости подачи образца возможно формирование макроскопических неоднородностей строения образцов. Наиболее подвержен образованию пор в структуре алюминиевый сплав АМг5. Наименьшее количество пор наблюдается в стали 12Х18Н9Т. Среднее количество пор характерно для титанового сплава ВТ6 и меди М1.

При изготовлении полиметаллических материалов системы Fe-Cu (то есть материалов, образующих в контакте только механические смеси и не формирующих интерметаллидных фаз) основными структурными дефектами в граничной зоне являются макроскопические структурные неоднородности и нарушения геометрии образцов. В образцах полиметаллов системы Cu-Al, Ti-Al, Fe-Ti и Ti-Cu помимо пор и частиц интерметаллидных фаз происходит образование крупных интерметаллидных прослоек и формирование трещин различного структурно-масштабного уровня. Формирование трещин происходит или внутри интерметаллидных частиц и прослоек, или путем расслоения по границам последних. Образование пор в образцах полиметаллов происходит схожим образом с аналогичным процессом при печати монометаллических образцов. Дополнительным видом дефектов в полиметаллических образцах, возникающем при существенном несоответствии параметров процесса получения образцов необходимым значениям, являются частицы не проплавленной проволоки в структуре образцов и вплавленных в поверхностные слои.

Проведенные сравнительные исследования показывают, что в образцах и поли- и монометаллических деталей, изготовленных методом проволоочной аддитивной электронно-лучевой технологии, формируются поры и нарушения геометрии образцов. В образцах полиметаллов помимо вышеуказанных дефектов происходит образование трещин и неоднородностей распределения элементов.

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