

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: 10.17223/9785946218412/380

**ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ГИБРИДНЫМ АДДИТИВНО-ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Чумаевский А.В., Калашников К.Н., Калашникова Т.А., Гусарова А.В.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Изготовление металлических материалов аддитивными методами на настоящее время является одним из наиболее перспективных направлений в развитии современного материаловедения. С помощью технологий 3D-печати возможно изготовление практически неограниченного спектра деталей по формам и размерам, из различных металлов и сплавов и их комбинаций. Существующие методы аддитивного производства обладают различными преимуществами и недостатками, к которым относятся формируемые при различном соотношении параметров процесса и применяемых типов филамента дефекты, производительность метода в зависимости от источника нагрева и применяемого филамента, возможность изготовления полиметаллических или функционально-градиентных материалов, минимальный размер наносимого структурного элемента и др. По типу источника тепла для расплавления металла в зоне печати методики аддитивного производства разделяются на электронно-лучевую, лазерную и электродуговую, по типу филамента - на порошковую или проволочную. При этом возможны и комбинированные варианты. Существующие технологии аддитивного производства деталей в широком спектре применяемых методов и способов печати обладают недостатком - наличием в структуре ориентированных в определенном направлении крупных дендритов, обуславливающих сравнительно низкую прочность материалов, например, алюминиевых сплавов, по сравнению с листовым прокатом, находящимся на уровне литого материала. Применением различных способов постобработки возможно с изменением структуры поверхностного слоя произвести упрочнение его по сравнению с литым материалом. Этого можно добиться, например, применением фрикционной перемешивающей обработки, создающей микрокристаллическую равноосную рекристаллизованную структуру в зоне перемешивания с достаточно высокими показателями прочности и пластичности. При этом данным методом совместно с методом аддитивного производства возможно послойное изготовление материалов с чередующимися в структуре слоями с крупнокристаллической дендритной структурой и мелкокристаллической зеренной упрочненной структурой. В настоящей работе прослежено изменение структуры в образцах алюминиевых сплавов после изготовления гибридным аддитивно-термомеханическим методом, составляющими которого являются аддитивное электронно-лучевое изготовление и фрикционная перемешивающая обработка.

Работа выполнена на экспериментальном оборудовании для аддитивного электронно-лучевого производства и лабораторной установке для сварки трением с перемешиванием в Институте физики прочности и материаловедения. В качестве материала для проведения работ выбран алюминиевый сплав АМг5. Аддитивный процесс выполнялся путем сплавления с подложкой проволоки толщиной 1,2 мм. Обработка трением с перемешиванием производилась инструментами различного размера - от 1,5 до 10 мм. Количество этапов выполнения работы варьировалось от 2 до 5. После процесса печати из образцов электроискровым методом производилась вырезка металлографических шлифов для исследований методами оптической и растровой электронной микроскопии. Также из образцов вырезались лопатки для проведения механических испытаний на растяжение в различных направлениях.

Проведенные исследования показывают, что в процессе аддитивного производства формируется достаточно крупнокристаллическая структура с низкими механическими свойствами сплава АМг5. После обработки механические свойства в направлении движения инструмента возрастают вплоть до значений, характерных для листового проката сплава АМг5. Материал в зоне обработки претерпевает существенные изменения, состоящие из измельчения зерен, рекристаллизации, измельчения и перераспределения вторичных фаз и

Секция 7. Аддитивные технологии формирования материалов, изделий и конструкций с иерархической структурой

т.д., дальнейшее нанесение материала на образец аддитивным методом приводит к проплавлению структуры обработанного материала и росту зерен в достаточно широкой зоне, что тем не менее не препятствовало получить в работе материал со слоистой структурой, но с использованием более глубокой обработки материала инструментом с пином длиной 5 мм и более. Таким образом, проведенные работы показывают, что формирование материалов гибридным аддитивно-термомеханическим методом является достижимым и возможным способом получения материалов с гибридной слоистой структурой.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23, и при поддержке Российского научного фонда (проект РНФ № 19-79-00136).