

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: 10.17223/9785946218412/349

**СТРУКТУРА ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ 3D-ПЕЧАТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОВОЛОКИ ИЗ
НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ 12Х18Н9Т И МЕДИ М1**

Осипович К.С., Воронцов А.В., Калашников К.Н., Калашникова Т.А.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Полиметаллические материалы востребованы в приложениях, в которых условия эксплуатации детали меняются в зависимости от локального воздействия окружающей среды, и, следовательно, требования к материалу также меняются в зависимости от окружающих условий. Для применения в экстремальных условиях окружающей среды, например, в аэрокосмической отрасли или в ядерной энергетике, требуются детали, которые, например, должны работать при радикально различных температурах в разных зонах детали. Следовательно, такие свойства, как устойчивость к коррозии и окислению, прочность, ударная вязкость, износостойкость, малый вес и разумная стоимость, могут потребоваться, например, в различных областях компонента двигателя, но редко встречаются в одном материале. Поэтому требуется объединение разнородных материалов, то есть создание полиметаллических изделий.

Полиметаллические изделия из нержавеющей стали 12Х18Н9Т и меди М1 позволяют формировать изделия, обладающие высокими электрофизическими свойствами меди и прочностными и коррозионными свойствами стали. Традиционные методы изготовления деталей не решают проблемы разных физико-химических свойств данных материалов, поэтому изготовление полиметаллических изделий на основе нержавеющей стали и меди затруднено. В настоящее время существуют методы изготовления деталей, в которых процесс формирования протекает в атмосфере высокого вакуума и при высоких температурах при оптимальных параметрах. К таким методам относится электронно-лучевая 3D-печать с использованием проволоки. Поэтому целью данной работы является исследование формирования полиметаллических изделий, изготовленных методом электронно-лучевой 3D-печати с использованием проволоки из нержавеющей стали 12Х18Н9Т и меди М1.

Полиметаллический образец из материалов 12Х18Н9Т и медь М1 был получен последовательным уменьшением подачи нержавеющей стали и увеличением подачи меди таким образом, чтобы первые слои представляли собой только сталь 12Х18Н9Т, а последние – медь марки М1. С помощью использования такой технологии формируется плавная градиентная переходная граница от нержавеющей стали к меди. Структура металла в граничной зоне образца представлена смесью крупных дендритов аустенитной стали и кристаллизовавшейся между дендритами меди. При этом имеется достаточно четко выделяющаяся граница между медными и стальными слоями, по обе стороны от которой имеется убывающий градиент взаимно-перемешанного металла. Протяженность граничной зоны может быть в интервале от 100 мкм до 3 мм, что может превышать толщину наносимого аддитивным методом слоя. Содержание меди в граничных слоях аустенитной стали может достигать более 30%, содержание стали в граничных медных слоях в основном меньше. При удалении от граничной зоны происходит изменение содержания меди в стали. Помимо небольших участков в междендритных пространствах имеются области, занятые медью, размером более 100 ÷ 200 мкм, которые могут находиться на глубине > 1 мм от границы между слоями. Исходя из диаграммы состояния, в системе "Cu-Fe" не образуется приводящих к охрупчиванию интерметаллидных фаз, а исходные компоненты обладают низкой взаимной растворимостью, потому структура металла в граничной зоне представлена механической смесью меди и аустенитной стали.

Исследование формирования структуры полиметаллов Fe-Cu показывают, что в данной паре материалов характерна высокая приспособляемость компонентов полиметаллического образца друг к другу. Данная особенность четко выявляется по толщине переходного слоя

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

между сталью и медью. Разупрочнения на границе материалов не происходит, прочностные свойства системы находятся на уровне меди марки М1 в литом состоянии.

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