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: 10.17223/9785946218412/252

СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ МЕДНОЙ ПОДЛОЖКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИОННЫМ ПУЧКОМ ЦИРКОНИЯ

^{1,2}Федорищева М.В., ^{1,2}Калашников М.П., ^{1,2}Божко И.А., ^{1,2}Сергеев В.П.

¹*Институт физики прочности и материаловедения, Томск*

²*Томский политехнический университет, Томск*

Ионно-плазменные методы нанесения многослойных нанокompозитных покрытий и высокоэнергетические обработки поверхностных слоев позволяют достичь глубокого модифицирования их структурно-фазового состояния. Среди методов перспективным направлением повышения эксплуатационных свойств конструкционных материалов является ионно-пучковая модификация. С помощью обработки сильноточными потоками тяжелых ионов низкой энергии можно эффективно модифицировать структурно-фазовое состояние поверхностного слоя. При этом могут улучшаться триботехнические, механические свойства, в том числе, усталостные характеристики конструкционных материалов [1].

Элементные пары «ионный пучок- обрабатываемый металл» подбираются из тех систем, в которых возможно образование интерметаллидов. В системе Cu-Zr также возможно образование целого ряда интерметаллидных фаз, приводящих к изменению физико-механических характеристик медной подложки. Однако эта проблема в данной системе мало изучена. Цель работы состоит в исследовании влияния обработки ионными пучками циркония на морфологию поверхности, фазовый состав и микроструктуру поверхностных слоев образцов меди.

Морфологию поверхности и микроструктуру облученных образцов исследовали с помощью растрового электронного микроскопа LEO EVO 50 и просвечивающего электронного микроскопа JEM-2100. Элементный состав модифицированных поверхностных слоев определяли методом рентгеновского микроанализа с помощью детектора INCA X-act. Рентгенографические исследования образцов выполняли на дифрактометре ДРОН-7.

Известно, что облучение медной подложки тяжелыми ионами может вызывать изменения рельефа поверхности. Они происходят вследствие явлений, инициированных в приповерхностных слоях ионным или плазменным воздействием. К таким явлениям относятся возникновение ионно-индуцированных напряжений, зарождение и движение дислокаций, рекристаллизация, изменение состава приповерхностного слоя.

В результате проведенных исследований установлено, что бомбардировка ионами Zr^{+} приводит к существенному изменению морфологии поверхности подложки Си. Механически полированная поверхность медной подложки в результате обработки (травления) сильноточным потоком ионов циркония приобретает ячеистую структуру. Средний размер ячеек варьируется в пределах от 100 до 300 нм.

Согласно данным рентгеновского энергодисперсионного микроанализа, в результате бомбардировки ионами циркония поверхностный слой медной подложки характеризуется следующим составом: Си - 80 ат.%, Zr - 20 ат.%. Необходимо также отметить наличие в модифицированном поверхностном слое некоторого количества атомов кислорода и углерода.

Методом рентгеновской дифракции установлено, что в поверхностном слое образцов меди, подвергнутых обработке ионным пучком циркония присутствуют фазы равновесной диаграммы состояния, такие как $CuZr_2$, $Cu_{51}Zr_{14}$ а также различные интерметаллидные фазы системы Cu-Zr (рис. 1). Обнаруженные интерметаллидные фазы системы Cu-Zr являются диаграммными.

Рис.1. Дифракционная картина медного сплава, обработанного ионами циркония при разной продолжительности обработки.

Микроструктурные исследования, проведенные методом просвечивающей электронной микроскопии, выявили в модифицированном поверхностном слое наличие интерметаллидных фаз со средним размером 10-20 нм. Нанокристаллическая структура модифицированного поверхностного слоя образцов меди подтверждается кольцевым строением микроэлектроннограмм. Обнаружено присутствие различных интерметаллидных фаз системы Cu-Zr и оксида циркония ZrO_2 , что хорошо согласуется с данными рентгеноструктурного анализа.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при обработке образцов меди пучком ионов циркония имеет место как формирование интерметаллидного поверхностного слоя, имеющего нанокристаллическую структуру, так и рекристаллизация приповерхностного слоя медной подложки. Методами просвечивающей электронной микроскопии и рентгеноструктурного показано, что модифицированный поверхностный слой состоит из большого количества интерметаллидных фаз системы Cu-Zr и оксида циркония ZrO_2 .

1. Панин В.Е., Сергеев В.П., Панин А.В. Наноструктурирование поверхностных слоев конструкционных материалов и нанесение наноструктурных покрытий. Томск, изд-во ТПУ, 2008, 276 с.

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