

УДК 621.793:539.234:539.534.9

В.В. Поплавский, доц.; О.Г. Бобрович, доц.;
А.В. Дорожко, доц.; В.Г. Матыс, доц.
(БГТУ, г. Минск)

МИКРОСТРУКТУРА И СОСТАВ СЛОЕВ, ФОРМИРУЕМЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЯ И СПЛАВА Д16Т В ПРОЦЕССЕ ИОННО-АССИСТИРУЕМОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Вследствие образования на поверхности алюминия и его сплавов оксидной пленки в атмосферных условиях материалы обладают химической инертностью и могут, в частности, применяться в качестве основы электрокатализаторов. Для достижения необходимых свойств требуется модифицирование поверхности материалов путем формирования каталитически активных и коррозионностойких слоев, что может быть обеспечено легированием поверхности материалов ускоренными ионами металлов [1].

Цель данной работы – исследование микроструктуры и состава слоев, формируемых на поверхности алюминия и алюминиевого сплава в процессе ионно-ассистируемого осаждения металлов из плазмы вакуумного дугового разряда. В качестве подложек использовали образцы из чистого алюминия марки А7 и алюминиевого сплава Д16Т. Основу сплава Д16Т, который относится к группе Al-Cu-Mg с легированием марганцем, составляет алюминий, концентрация которого доходит до 94,7%. Остальная часть массы приходится на магний (1,2–1,8 %), медь (3,8–4,9 %), марганец (0,3–0,9 %) и другие примеси [2]. Слои формировали в процессе ионно-ассистируемого осаждения ряда металлов в режиме, при котором в качестве ассистирующих процессу осаждения используются ионы осаждаемого металла. Осаждение металла и перемешивание осаждаемого слоя с поверхностным слоем подложки ускоренными ($U = 10$ кВ) ионами того же металла проводили в экспериментальной установке, соответственно, из нейтральной фракции пара и плазмы вакуумного ($\sim 10^{-2}$ Па) дугового разряда импульсного электродугового ионного источника. Ионно-лучевое легирование поверхности материалов проводили осаждением переходных металлов (Cr, Zr, Zn, Cd, Er и др.) с целью изменения коррозионных свойств и платины [1] для достижения каталитической активности.

Микроструктуру и состав поверхности образцов исследовали методом сканирующей электронной микроскопии совместно с рентгеновским энергодисперсионным микроанализом, а также с примени-

ем спектрометрии резерфордского рассеяния. Типичные результаты исследований на примере системы Zn/Д16Т приведены на рис. 1, 2.

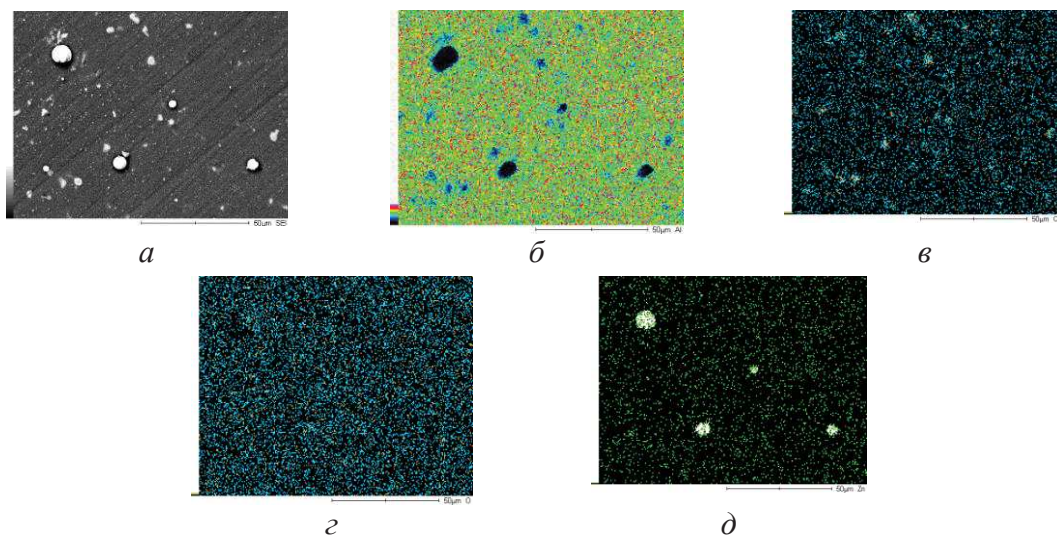


Рисунок 1 – Электронно-микроскопическое изображение (а) участка поверхности сплава Д16Т со слоем, сформированным ионно-ассистируемым осаждением цинка, и карты распределения по поверхности алюминия (б), меди (в), кислорода (г) и цинка (д)

Морфология слоев не претерпевает изменений в процессе ионно-лучевой обработки (рис. 1а). По данным энергодисперсионного анализа в состав исследуемых слоев входят осажденные металлы, компоненты материала подложки (алюминий и кислород, а в случае сплава Д16Т дополнительно медь и магний), а также углерод. Кислород входит в состав поверхностной оксидной пленки, углерод – в состав углеводородных загрязнений. Распределение атомов элементов по поверхности практически однородно за исключением кластеров осажденного металла размером порядка нескольких микрометров, наличие которых обусловлено осаждением капель из электродугового ионного источника (рис. 1). Содержание осажденных металлов невелико и составляет по данным энергодисперсионного анализа несколько процентов.

Исследование слоев методом спектрометрии резерфордского рассеяния подтверждает сведения об их элементном составе, а также дает информацию о распределении элементов в них по глубине, их слоевом содержании. В частности, в слое, сформированном на поверхности сплава Д16Т осаждением цинка, содержание атомов этого металла составляет $\sim 5 \times 10^{15} \text{ см}^{-2}$ (рис. 2). Слоевоe содержание атомов других осаждаемых на поверхность алюминия и алюминиевого сплава металлов составляет $\sim (0,5-5) \times 10^{16} \text{ см}^{-2}$, атомов углерода – $\sim (5-7) \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$, кислорода – $\sim (1-2) \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$.

Толщина формируемых слоев зависит от времени осаждения,

содержания осажденного металла и составляет $\sim(10-50)$ нм.

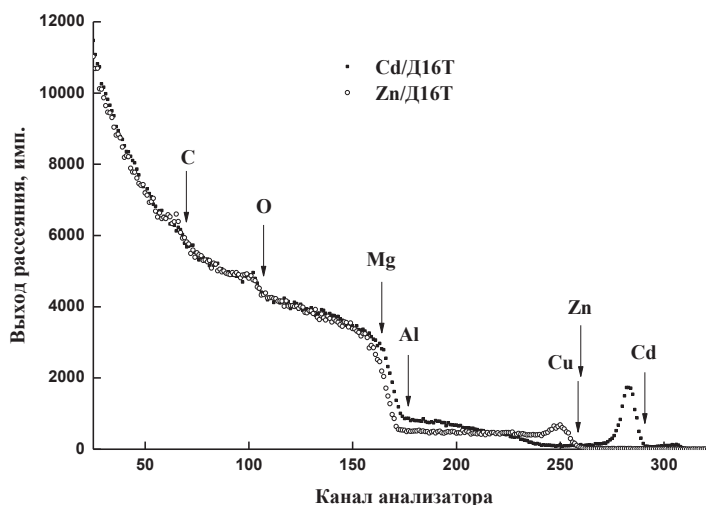


Рисунок 2 – Спектры резерфордовского рассеяния ионов ^4He на ядрах атомов элементов, входящих в состав слоев, сформированных на сплаве Д16Т ионно-ассистированным осаждением кадмия, цинка

Анализ расположения сигналов рассеяния в спектрах (рис. 2) от поверхности образцов свидетельствует о том, что атомы компонентов подложки (Al, Mg, Cu) не выходят на поверхность и исследуемые слои формируются в основном в оксидной пленке на поверхности.

Таким образом, в процессе ионно-ассистированного осаждения металлов из плазмы вакуумного дугового разряда на поверхность алюминия и алюминиевого сплава формируются многокомпонентные аморфные слои, включающие осажденный металл, компоненты подложки, в т.ч. кислород оксидной пленки, и примеси углеводородов. Распределены осажденные металлы в приповерхностном слое толщиной до 50 нм, содержащем значительное количество кислорода.

При осаждении на поверхность исследуемых материалов переходных металлов, обладающих геттерными свойствами, имеют место захват значительного количества газов из остаточной атмосферы вакуумной рабочей камеры и включение их в состав формируемого слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Poplavsky V.V., Mishchenko T.S., Matys V.G. Composition and Electrocatalytic Properties of the Coatings Formed by the Ion-Beam-Assisted Deposition of Platinum from a Pulsed Arc-Discharge Plasma onto Aluminium // Techn. Phys. – 2010. – Vol. 55. – No. 2. – P. 296–302.

2. ГОСТ 4784-97. Алюминий и сплавы алюминия деформируемые. Марки [Текст]. – Введ. 1997-11-21. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 21 с.