**Морфология, состав и термическая устойчивость пористых пленок анодного оксида алюминия в смешанных электролитах на основе серной и щавелевой кислот**

***Пизин М.М.***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: pizinmm@my.msu.ru*

Пористые пленки анодного оксида алюминия (АОА), получаемые электрохимическим окислением алюминия в кислотах, находят широкое применение в науке и технике. Структура материала — вертикальные цилиндрические поры, образующие гексагональный массив лишь в узком диапазоне напряжений анодирования (*U*). Параметры пористой структуры, такие как расстояние между порами (*D*int), строго задаются величиной *U*. Смеси кислот, например серной и щавелевой, позволяют получать АОА с промежуточными значениями *D*int [1, 2]. В частности, в смеси 0,1 М H2SO4 + 0,3 М H2C2O4 показано формирование упорядоченной упаковки каналов в структуре АОА с долей пор в гексагональном окружении более 80 % при напряжении 31-32 В (*D*int = 82 нм) и в диапазоне 80÷100 В (*D*int = 113÷164 нм).

Важнейшей задачей для расширения возможностей практического применения АОА и изучения фундаментальных процессов для оптимизации их получения является исследование термической стабильности и химического состава материала. Целью данной работы является комплексное исследование морфологии и состава пористых плёнок анодного оксида алюминия, полученных в смеси серной и щавелевой кислот.

По данным термогравиметрии (ТГ) с масс-спектроскопией исходящих газов, в диапазоне температур до 350 °C происходит удаление адсорбированной и химически связанной воды, содержание которой выше для АОА с длительным временем выдержки в электролите. При температуре около 980 °C наблюдается резкая потеря массы, сопровождающаяся выделением продуктов разложения сульфат и оксалат анионов в структуре АОА (массовые числа 12, 44, 48, 64). Содержание указанных примесей в материале составляет от 13 до 15 масс. % с трендом на уменьшение при увеличении *U*. По данным РСМА, количество серосодержащих примесей по отношению к алюминию составило около 10 масс. %. При температуре выше 1200 °C, соответствующей кристаллизации в фазу корунда, дальнейшая потеря массы не наблюдалась, что подтверждает образование стехиометрического оксида алюминия, свободного от примесей электролита.

По данным ИК спектроскопии, ниже 1000 см⁻¹ наблюдаются широкий интенсивный максимум, соответствующий колебаниям связей Al–O. Широкая полоса при ~ 1150 см⁻¹ связана с присутствием сульфат-анионов. Двойной минимум пропускания в области около 1500 см⁻¹ отражает симметричные и асимметричные колебания оксалат-ионов. Минимум в области ~ 3300 см⁻¹ связан с содержанием воды, где пик в этой области объясняется колебаниями O–H водородных связей.

**Литература**

1. M.A. Kashi et al. Fabrication of Self-Ordered Nanoporous Alumina with 69–115 nm Interpore Distances in Sulfuric/Oxalic Acid Mixtures by Hard Anodization // Japanese Journal of Applied Physics. 2010. 015202.

2. M.A. Kashi et al. Optimum self-ordered nanopore arrays with 130–270 nm interpore distances formed by hard anodization in sulfuric/oxalic acid mixtures // Japanese Journal of Applied Physics. 2007. 7032-7040.