

УДК 544.65:544.4:661

Магистрант Ю. А. Егорова

Науч. рук.: доц., канд. хим. наук А.А. Черник;

проф., канд. хим. наук И. М. Жарский

(кафедра химии, технологии электрохимических производств  
и материалов электронной техники, БГТУ)

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР АНОДИРОВАННОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА ПРОЗРАЧНОЙ ПОДЛОЖКЕ**

Перспективными объектами для опто-, микро- и наноэлектроники, фотокатализаторов, сенсоров, и других объектов являются микро- и нанопористые матрицы, модифицированные функциональными материалами. При создании матриц на основе алюминия, например, прозрачных электропроводящих алюминиевых наноструктур для жидкокристаллических устройств, используются процессы самоорганизованного роста упорядоченных структур анодного оксида алюминия [1].

Целью настоящей работы является исследование процесса электрохимического формирования пористого оксида алюминия в щавелевокислом электролите.

Пористые структуры анодированного оксида алюминия формировали на стеклянных подложках со слоем чистого алюминия толщиной 1 мкм, напыленного магнетронным методом. Подготовка стеклянных подложек с напыленным слоем алюминия осуществлялась согласно методике [2]: трафаретное нанесение химически стойкого лака по контуру пластины шириной 2 мм и на расстоянии 3 мм от верхнего края пластины; сушка лака продолжительностью 30 мин; обезжиривание в этиловом спирте продолжительностью 0,5 мин.

Подготовка алюминия перед процессом анодирования осуществлялась в несколько этапов: травление – 30 масс. % КОН, 60<sup>0</sup>С, 30 с; промывка в деионизованной воде 20<sup>0</sup>С, 60 с; осветление – 30 масс. % HNO<sub>3</sub>, 20<sup>0</sup>С, 30 с; промывка в деионизованной воде 20<sup>0</sup>С, 1 мин.

Для получения анодированных образцов применяли источник постоянного тока марки МНИПИ Б5-78/7. Для контроля значения температуры использовали терморегулятор ВАРТА. Цифровая регистрация хроноамперограмм проводилась с помощью мультиметра АРРА. В качестве противоиэлектрода использовался титан марки ВТО.

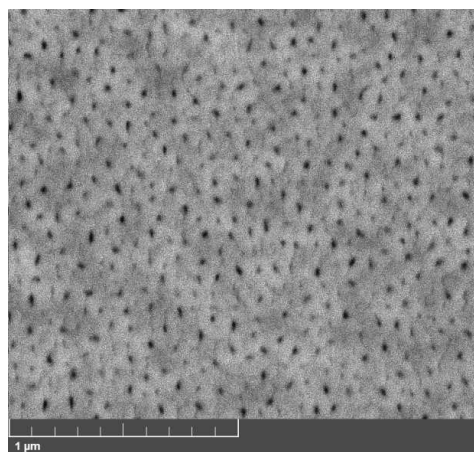
Исследование структуры поверхности анодированных структур оксида алюминия проводилось с помощью растрового электронного микроскопа с системой микроанализа с безазотным энергодисперсионным детектором X-Act ADD + JSM-5900LV (Jeol, Япония), осна-

щенного системой волнодисперсионного микроанализатора, шлюзовой камерой и устройством для подавления электромагнитных помех INCA Energy 250 и INCA Wave500 (Oxford Instruments, Великобритания).

Для формирования пористых структур анодированного оксида алюминия использовали электролит щавелевой кислоты с добавлением структурообразователей, в качестве которых применялись анизотропные ионогенные поверхностно-активные вещества: додецилсульфат натрия (DSN), триметилдодециламмоний бромид (ТМ) и диметилбелзилдодецил-аммоний бромид (DMB).

Кондуктометрическим методом были определены критические концентрации мицеллообразования (ККМ) поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые оказывают непосредственное влияние на формирование упорядоченных структур оксида алюминия. ККМ для DSN, ТМ и DMB при температуре 20 °С составили соответственно, г/л: 0.74, 1.54, 0.55.

В водном растворе на начальной стадии мицеллообразования, в области концентраций вблизи критической концентрации мицеллообразования, образуются сферические мицеллы одинаковых размеров. При достижении ККМ сферические мицеллы начинают взаимодействовать между собой. Это приводит к их деформации и дальнейшей трансформации в цилиндрическую или другую формы [3]. Структура поверхности анодированного оксида алюминия представлена на рисунке.



**Рисунок – Микрофотография поверхности оксида алюминия, полученного в щавелевой кислоте с применением DSN**

На микрофотографии отчетливо наблюдается геометрия пор и упорядоченное расположение ячеек анодированного оксида алюминия.

На основании анализа микрофотографий анодно-оксидного покрытия были определены характеристические параметры. Доля пор на поверхности оксидированного алюминия, полученного с применением DSN, больше и составляет 11 %, по сравнению с долей пор, равной 9 %, полученной при анодировании без добавки. При увеличении температуры электролита доля пор в пленке уменьшается. Такая же зависимость наблюдается и при переходе через критическую концентрацию мицеллообразования. Это свидетельствует о том, что с увеличением концентрации ПАВ и его переходом через ККМ средний диаметр поры увеличивается. Данное явление объясняется явлением полиморфизма мицелл. Средний диаметр пор в анодно-оксидной пленке, полученной при анодировании в щавелевой кислоте, колеблется в диапазоне от 10 до 11 нм, а в присутствии DSN – от 12 до 16 нм в зависимости от концентрации поверхностно-активного вещества. Подобная картина наблюдается и для других видов ПАВ.

Таким образом, введение поверхностно-активных веществ в электролит анодирования позволяет получить более упорядоченные, воспроизводимые и однородные по всей анодируемой площади структуры оксида алюминия. Для изменения соотношения размеров наносетки и пор наносетчатых алюминиевых пленок необходимо варьировать как концентрациями, так и видами поверхностно-активных веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Jaguiro P., Stsiapanau A., Hubarevich A., Mukha Y., Smirnov A., Self-organized nanostructured anodic oxides for display applications, *Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics*, V. 13, N 3. P. 305-308,(2010)

2. Ресурсосберегающий метод формирования ориентирующих структур для жидкокристаллических приборов / Богомазова Н.В., Жилинский В.В., Черник А.А., Вольнец О.С. Безбородов В.С., Жарский И.М. // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26-28 ноября 2014 г.: в 2 ч. – Минск : БГТУ, 2014. – Ч. 2. – С. 241–245.

3. Мчедлов-Петросян, Н.О., Лебедь А.В., Лебедь В. И. Коллоидные поверхностно-активные вещества: Учебно-методическое пособие. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2009.