УДК 621.794.6:621.357.8:661.862'022

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА СТРУКТУРУ МЕМБРАНЫ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Пань Мэнхуа, Цзи Синьюй, Цай Дини

Научный руководитель: доцент, к.х.н., Г.А. Воронова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: 844387070@qq.com

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF VOLTAGE ON THE STRUCTURE OF AN ANODIC ALUMINUM OXIDE MEMBRANE

Pan Menghua, Ji Xinyu, Cai Dingyi

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., PhD., G.A. Voronova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: 844387070@qq.com

Abstract. *The effect of voltage on the morphology of anodized aluminum oxide (AOA) was studied by anodizing aluminum foils at different voltages, and the surface of the samples was characterized using scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AFM). The research results show that the anodizing voltage will affect the pore size, and the pore size increases with the increase of the voltage from 40 to 60 V. The results obtained by SEM and AFM are consistent.*

Введение. Алюминий является активным металлом, который легко окисляется на воздухе и самопроизвольно образует сплошную однородную и плотную оксидную пленку. Анодный оксид алюминия представляет собой слой пористой пленки Al_2O_3, полученный путем анодирования поверхности алюминиевой подложки электрохимическим методом. Будучи пористым наноматериалом, АОА обладает такими характеристиками, как равномерный размер пор, высокая степень упорядоченности, высокая удельная поверхность, стабильные химические и термодинамические свойства, имеет потенциальное прикладное значение в получении металлических нанопроволок, катализе, сенсорах, фильтрации и других областях [1].

Морфология мембраны АОА регулируется такими параметрами процесса получения, как напряжение, время, температура и тип электролита [1, 2]. Контролируя условия и оптимизируя последующие процессы, структуру АОА можно задавать в процессе получения. В связи с этим в данной статье основное внимание уделяется изучению влияния напряжения анодирования на морфологию анодированного алюминия.

Экспериментальная часть. Готовили мембраны анодного оксида алюминия из фольги алюминия чистотой 99,99 % и толщиной 0,5 мм методом анодного оксидирования в два этапа. Алюминий сначала отжигали на воздухе при температуре 450 – 500 °C в течение 4 часов в муфельной печи для снятия остаточных напряжений в структуре металла. Затем образцы подвергали электрополировке в растворе H_3PO_4 (85% по объему) + CrO_3 (92 г/л) при постоянном напряжении 20 В и температуре 60 °C в течение 3

мин для удаления барьерного оксидного слоя. После электрохимической полировки образцы подвергали первой стадии анодирования в электролите 0,3 М HCOOH при постоянном напряжении 60 В в интервале 0 – 5 °С в течение 1 часа. Оксидный слой АОА, полученный на первой стадии, удаляли с помощью электрохимическоого травления в электролите H_3PO_4 (85% по объему) + CrO_3 (92 г/л). Этот процесс занимал около 30 с при температуре 60 °С. После стравливания оксидного слоя, в том же самом электролите (0,3 М HCOOH) проводили вторую стадию анодирования при напряжении 40 В (образец №1) и 60 В (образец №2) при температуре 0 – 5 °С в течение 5 часов. Поверхность образцов анализировали с помощью сканирующего электронного микроскопа и атомно-силового микроскопа.

Результаты. На рис. 1 и 2 представлены результаты АСМ-анализа образцов № 1 и № 2. Изображения АСМ были обработаны с использованием программы Gwyddion. Были получены средние значения шероховатости (Ra) 23,7 нм и 33,2 нм для образцов № 1 и 2 соответственно.

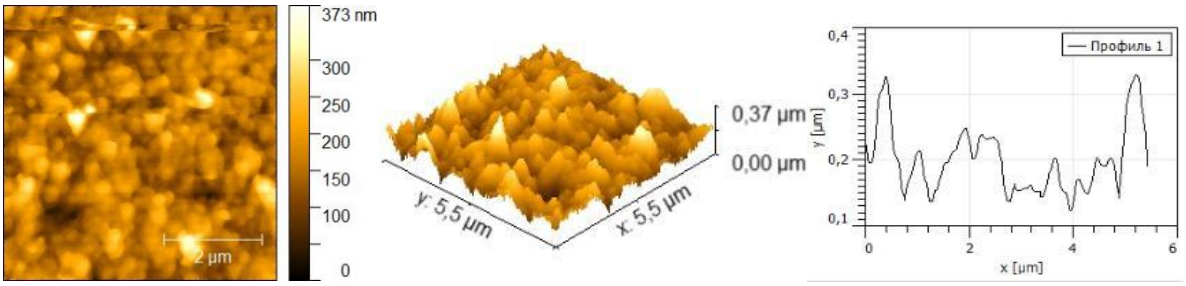

Рис. 1. 2D- и 3D- АСМ-изображения и средний профиль поверхности образца №1

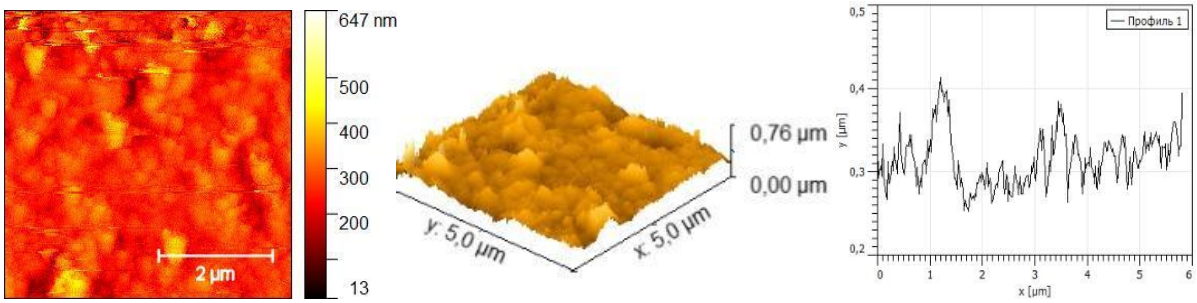

Рис. 2. 2D- и 3D- АСМ-изображения и средний профиль поверхности образца №2

Морфология поверхности пленок АОА образцов № 1 и № 2, изученная методом СЭМ, показана на рис. 3 – 4. Видно, что пленка АОА имеет упорядоченную наноструктуру. При 40 В средний размер пор АОА был меньше, 14 ± 5 нм, а при 60 В средний размер пор составлял 23 ± 7 нм.

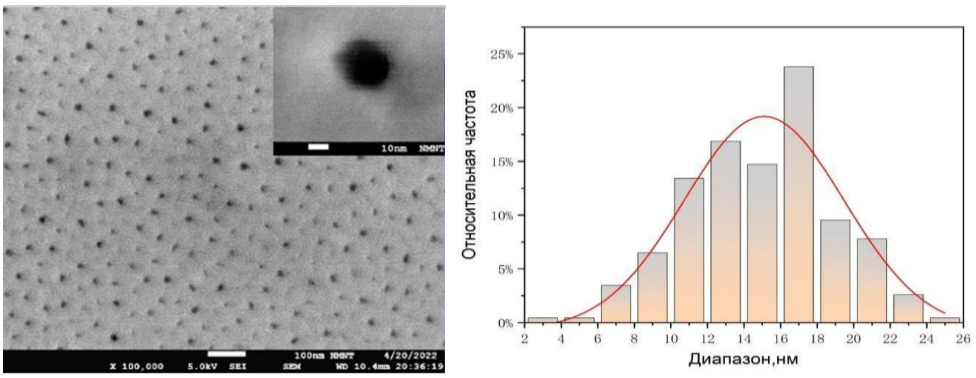

Рис. 3. Слева – СЭМ изображение АОА № 1 (во вставке приведено изображение отдельной поры), справа – распределение пор по размерам

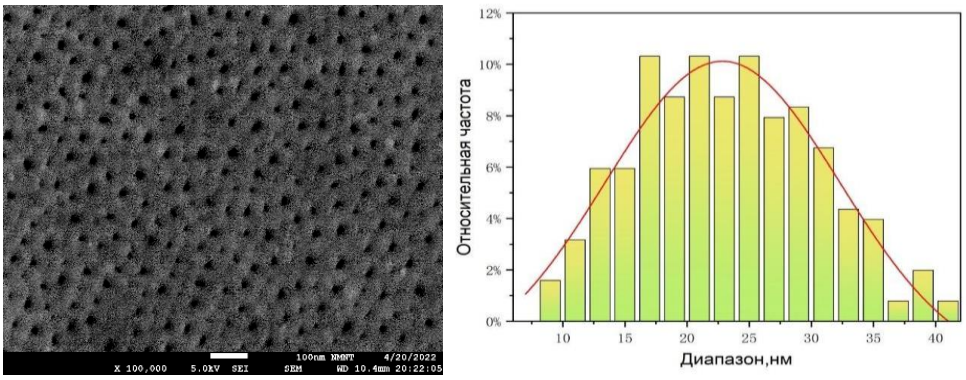

Рис. 4. Слева – СЭМ изображение АОА № 2, справа – диаграмма распределения пор по размерам

Расхождения в размерах, полученных методами СЭМ и АСМ связано с тем, что в методе АСМ зонд сканирует поверхность и получает общий профиль с учетом не только самих пор с диаметром, но и стенок пор.

Заключение. Согласно данным АСМ и СЭМ, напряжение оказывает влияние на свойства АОА. При фиксированной концентрации электролита, температуре и времени анодирования размер пор и шероховатость поверхности АОА увеличиваются с увеличением напряжения анодирования от 40 до 60 В. При 40 В средний размер пор АОА был меньше, 14 ± 5 нм, а при 60 В средний размер пор составлял 23 ± 7 нм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cao Guobao, Zhu Wen, LI Jingren, et al. Research progress in preparation of porous anodic aluminum oxide templates // Material Review. – 2014. – V. 28, № 7. – P. 153−157.
2. Han Ting, Wen Peiyuan, Wang Chenyu, et al. Progress in the preparation of porous anodic alumina templates // Materials Review. – 2010. – V. 24, № 1. – P. 115−119.