

## Дополнительные материалы

# Электрокристаллизация металлов в каналах пористых пленок анодного оксида алюминия: реальная структура темплата и количественная модель электроосаждения

А.А. Ноян<sup>a,b,\*</sup>, И.В. Колесник<sup>b,c</sup>, А.П. Леонтьев<sup>b</sup>, К.С. Напольский<sup>b,c,\*\*</sup>

<sup>a</sup>Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия

<sup>b</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва, Россия

<sup>c</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет наук о материалах, Москва, Россия

\*e-mail: [alekseynoyan@gmail.com](mailto:alekseynoyan@gmail.com)

\*\*e-mail: [kirill@inorg.chem.msu.ru](mailto:kirill@inorg.chem.msu.ru)

### Приложение 1.

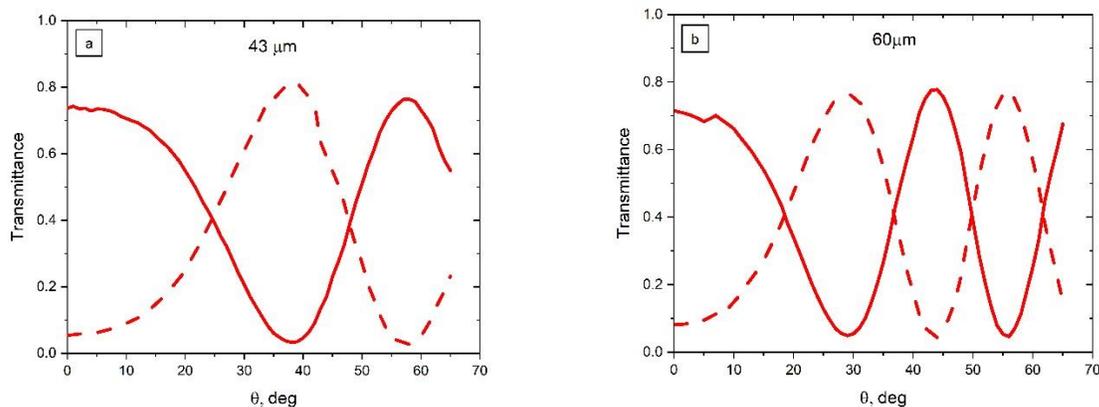


Рис. S1. Зависимости коэффициента пропускания от угла поворота для пористых пленок АОА, расположенных между скрещенными (пунктирная линия) и параллельными (сплошная линия) поляризаторами. Толщина оксидных плёнок указана на рисунках.

## Приложение 2.

Объем конусного канала высотой  $H$  с верхним диаметром  $d_{up}$  и нижним диаметром  $d_{down}$ :

$$V_{con_1} = \frac{1}{12} \pi H (d_{up}^2 + d_{up}d_{down} + d_{down}^2) \quad (S2.1)$$

Обозначим скорость растворения АОА  $v$ . Тогда диаметр пор сверху и снизу связаны соотношением:

$$d_{up} = d_{down} + 2vt, \quad (S2.2)$$

где  $t$  – продолжительность анодирования.  $d_{down}$  считаем одинаковым у всех пленок.

Объем элементарной ячейки структуры АОА, содержащей одну пору:

$$V_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} d_{int}^2 H \quad (S2.3)$$

Пористость выражается как отношение (S.1) к (S.3):

$$p = \frac{V_{con_1}}{V_0} = \frac{\pi}{6\sqrt{3}} \frac{1}{d_{int}^2} (d_{up}^2 + d_{up}d_{down} + d_{down}^2) \quad (S2.4)$$

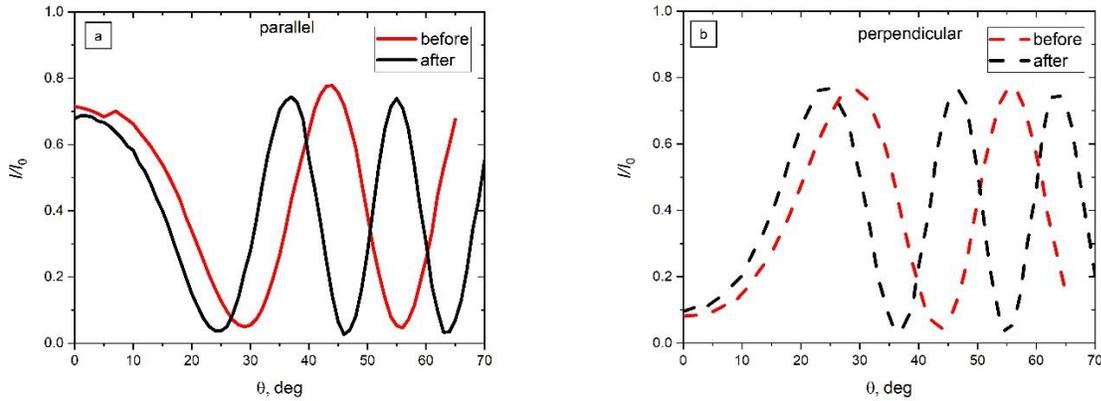


Рис. S2. Зависимости коэффициента пропускания от угла падения света для пленки АОА толщиной 60 мкм, расположенной между скрещенным (а) и параллельным (б) поляризаторами до и после выдерживания в 0.3 М щавелевой кислоте в течение 3 часов.

### Приложение 3.

Альтернативным способом определения  $\delta_{out}$  является точное измерение тока на начальном участке электроосаждения. Толщина диффузионного слоя до его выхода на установившееся значение зависит от времени по формуле:

$$\delta = \sqrt{\pi D t} \quad (S2.5)$$

На зависимости  $i(t)$ , представленной на Рис. S3, можно выделить характерные времена  $\tau_1$  и  $\tau_2$ , соответствующие выходу диффузионного слоя за пределы темплата и достижению его границей границы внешнего диффузионного слоя.

$$\sqrt{\pi D \tau_1} = \delta_k + L_0 \quad (S2.6)$$

$$\sqrt{\pi D \tau_2} = \delta_k + L_0 + \delta_{out} \quad (S2.7)$$

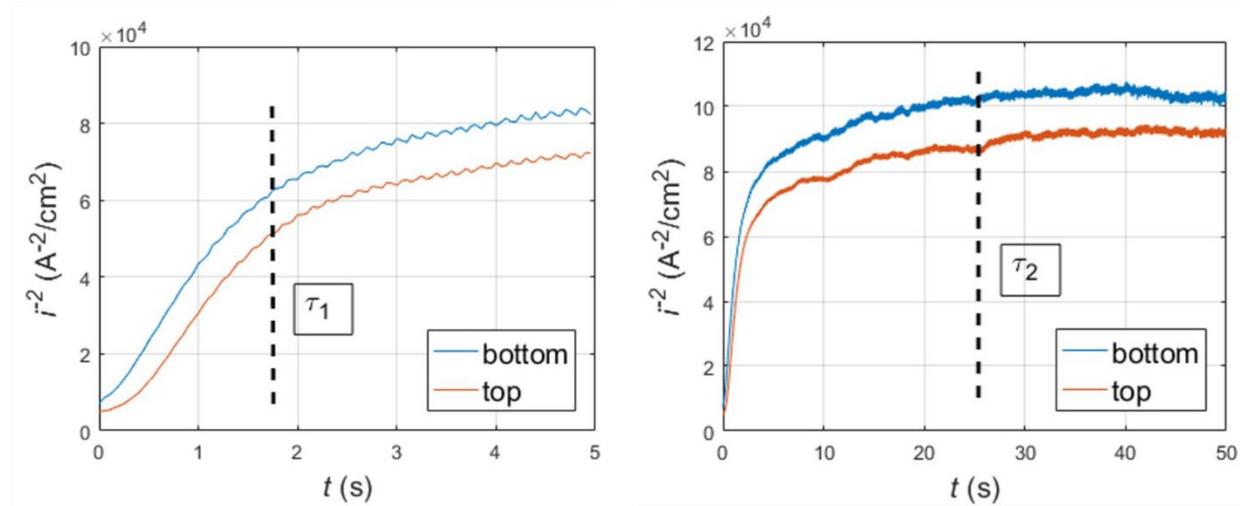


Рис. S3. Начальный участок транзientа электроосаждения меди в матрицу АОА. На графике обозначены характерные времена.

$$\sqrt{\pi D \tau_1} = \delta_k + L_0 = 63 \text{ мкм} \quad (S2.8)$$

$$\sqrt{\pi D \tau_2} = \delta_k + L_0 + \delta_{out} = 237 \text{ мкм} \quad (S2.9)$$

Таким образом,  $\delta_{out} = 174 \text{ мкм}$ .