**Фотонные кристаллы с заданным положением фотонной запрещённой зоны, полученные анодированием алюминия в 2 M NaHSO4**

***Фрундина В.С.1, Кушнир С.Е.1,2, Напольский К.С.1,2***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Россия*

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

Анодный оксид алюминия (АОА) – наноматериал, синтезируемый путём электрохимического окисления алюминия. На его основе можно получать фотонные кристаллы (ФК) – материалы, структура которых характеризуется периодическим изменением показателя преломления с периодом, сравнимым с длиной волны света. ФК обладают одной или несколькими фотонными запрещёнными зонами (ФЗЗ) – областями энергий, в которых свет практически полностью отражается от ФК, а не распространяется внутри него. Для одномерных ФК характерно периодическое изменение показателя преломления только в одном направлении. Лучшие характеристики таких ФК были получены при анодировании высокочистого Al в 2 М H2SO4 при 2 °C с использованием режима с обратной связью, позволяющего задавать зависимость напряжения от оптической длины пути, *U*(*L*) [1]. В процессе анодирования программа постоянно вычисляет прирост плотности заряда и толщины АОА, а также на основе модели растравливания пор рассчитывает эффективный показатель преломления АОА (*n*eff). Это позволяет определить значение оптической длины пути плёнки АОА и задать новое значение напряжения, соответствующее зависимости *U*(*L*). Ранее поднималась проблема высокой токсичности серной кислоты и её опасности при использовании в промышленном анодировании. Вместо неё предлагается рассмотреть гидросульфат натрия – более безопасное вещество, применяемое для обработки поверхностей и в качестве пищевой добавки. Электролиты на основе NaHSO4 ранее не использовались для получения ФК АОА.

Целью данной работы является получение ФК с заранее заданным положением ФЗЗ методом *U*(*L*) в водном растворе NaHSO4.

Al анодировали в 2 М NaHSO4 при температуре 20 °C. Показатели преломления стенок пор АОА (*n*w) были определены из анализа двулучепреломления. Для описания дисперсии *n*w использовали длины волн резонанса сапфира из литературы, а силу резонанса сапфира умножали на уточняемый коэффициент. Из полученных данных о *n*w сделано предположение, что продолжительность травления в электролите (*t*e) оказывает на него большее влияние, чем напряжение анодирования.

При расчёте *n*eff была использована формула для обыкновенного луча, чтобы учесть эффект двулучепреломления в АОА. Экспериментальная зависимость *n*eff(*t*e, *U*) была аппроксимирована с использованием установленной зависимости *n*w(*t*e). В результате была уточнена скорость растворения стенок пор в электролите: 1,84 ± 0,07 нм/ч.

На основе полученных данных был реализован метод *U*(*L*) при периодическом изменении напряжения в диапазоне от 15 до 20 В и синтезированы одномерные ФК с заданным положением ФЗЗ (*λ*0):

$U\left(L\right)=17,5+2,5∙\sin(\left(\frac{4πL}{λ\_{0}}-\frac{π}{2}\right))$. (1)

Экспериментально полученные значения ФЗЗ отличаются от заданных не более чем на 1,7% в диапазоне 250–1500 нм. Коэффициент добротности полученных ФК варьируется от 32 до 62.

*Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 25-23-20180.*

**Литература**

1. Kushnir S.E., Pchelyakova T.Yu., Napolskii K.S., J. Mater. Chem. C 2018. Vol. 6, P. 12192–12199.