

## Влияние напряжения смещения на неомичность контакта образец-электрод при изучении электрических свойств материала с высокой диэлектрической проницаемостью $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$

**Ахметшин Евгений Романович**

*Мельникова Нина Владимировна, Мирзорахимов Абдулло Алимахмадович,  
Кадырова Надежда Ивановна, Зайнулин Юрий Галиулович*

*Уральский федеральный университет*

*Мельникова Нина Владимировна к.ф.-м.н.*

*[evgeny.akhmetshin@yandex.ru](mailto:evgeny.akhmetshin@yandex.ru)*

Среди материалов, не относящихся к сегнетоэлектрикам, и обладающих аномально большими значениями диэлектрической проницаемости ( $10^4 - 10^5$ ), можно выделить кристаллизующийся в кубической сингонии материал  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  (ССТО). Материал интересен тем, что диэлектрическая проницаемость (ДП) практически не меняется в широком диапазоне частот электрического поля в широком интервале температур [1]. На настоящий момент предложено несколько моделей, объясняющих причины проявления гигантской диэлектрической проницаемости [2, 3], но единая теория ее возникновения пока не разработана. Цель представляемой работы - исследовать влияние напряжения смещения ( $U_{dc}$ ) на эффекты на границе электрод-образец и на значения видимой диэлектрической проницаемости  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ .

Метод синтеза материала подробно описан в работе [4]. Рентгеноструктурные и рентгенофазовые исследования (Shimadzu XDR-7000) показали, что материал кристаллизуется в кубической симметрии и имеет перовскитоподобную структуру. Электрические характеристики исследовали методом импедансной спектроскопии в интервале частот от 1 Гц до 10 МГц (Solatron 1260А) при температурах 453 К-493 К. Образец помещали в ячейку ProboStat, температура поддерживалась с помощью контроллера, максимальное напряжение смещения составило 3,5 В.

При увеличении напряжения смещения радиусы полуокружностей (годографов импеданса) уменьшаются. Но при этом линейную зависимость обратного квадрата емкости  $\frac{1}{C^2}$  от напряжения смещения, характерную для барьера Мотта-Шоттки, не наблюдали. Емкость ячейки с образцом оценивали по формуле, где  $C = \frac{\text{Im}Y_{\max}}{\omega}$ , где  $\text{Im}Y_{\max}$  и  $\omega$  – значение мнимой части адмиттанса и круговая частота, соответствующие вершине полуокружности-годографа импеданса. Анализ полученных результатов подтверждает, что гигантские значения диэлектрической проницаемости наблюдаются не благодаря электродным эффектам, а главную роль в ее возникновении играют процессы объемно-зарядовой поляризации, процессы поляризации Максвелла-Вагнера и механизм прыжкового перемещения поляронов.

Работа выполнена при поддержке грантов (РФФИ №16-02-00857 и №15-03-00868).

Список публикаций:

[1] Subramanian M.A., Li D., Duan N. et al. *J. Solid State Chem.* 151, 737 (2000).

[2] Singh L., Rai U.S. et al. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials.* 60 15–62 (2014).

[3] Мирзорахимов А.А., Мельникова Н.В. и др. *Физическое обр. в вузах.* 22, 101С, (2016).

[4] Kadyrova N.I., Zaynulin Yu.G. et al. *Russian Journal of Inorganic Chemistry.* 53, 1542 (2008).

## АСМ исследования модифицированного электрода в структуре металл/полимер/электролит

**Батыров Ринат Яхьяевич**

*Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы*

*Корнилов Виктор Михайлович, д.ф.-м.н.*

*[batyrov\\_r\\_y@mail.ru](mailto:batyrov_r_y@mail.ru)*

Длительное время в электроаналитической химии существовало убеждение, что успех исследования и анализа связан со степенью чистоты поверхности электродов. Исследователи стремились достигнуть идеальной инертной поверхности, воспроизводимой от измерения к измерению. В 1978 г. появилась работа Миллера и Ван де Марка [1] по применению электрода, покрытого электропроводящей полимерной пленкой. Возникшее в связи с этим понятие "химически модифицированный электрод" (ХМЭ) можно трактовать более широко. Например, к ХМЭ можно отнести любой электрод, на молекулярную структуру поверхности которого было