

Использование эффекта перкаляции слоистых наноструктур для увеличения электрофизических характеристик материалов для керамических суперконденсаторов

Орозалиев Э.Э., Гороховский А.В., Гоффман В.Г.
Кафедра Химии

Анализ литературных данных показывает, что увеличение физических характеристик материалов (например, конденсаторов) возможно путем использования гибридных порошков, пленок, состоящих из частиц нанометрового размера¹. Использование полимерных материалов способствует процессу дисфолиации и более глубокой интеркаляции поверхностно – активных веществ в межслойную структуру базового вещества².

В данной работе был проведен синтез и исследованы физико – химические свойства методами импедансной и ИК - спектроскопией полученных порошков полититаната калия в протонированной форме (ПТКП) в смеси с поливиниловым спиртом (ПВС) и поливинилбутиралем (ПВБ) в различных отношениях.

Для исследования использовали ПТКП состава $K_2O \cdot 4.1 TiO_2 \cdot 2.9 H_2O$, поливинилбутираль и поливиниловый спирт. В качестве растворителя использовали дистиллированную воду и бутанол – 1. Суспензии ПТКП с ПВС и отдельно с ПВБ готовили растворением полимера при перемешивании с последующим добавлением порошка ПТКП и продолжали перемешивание в течение часа. Далее полученный раствор поставили в сушильный шкаф при $T = 40^\circ C$ до полного удаления растворителя.

Импедансметрию снимали на импедансметре “Impedancemeter Z – 350m” в диапазоне частот от 1 до 2 000 000 Гц по 50 точкам с амплитудой 20. Усреднение делали по 10 точкам.

На Рис.1 представлена графическая зависимость проводимости от частоты тока. Как можно заметить, проводимость порошков, приготовленных с использованием ПВС ниже, чем у чистого ПТКП в области частот 10 – 500000 Гц. При более низких и более высоких частотах проводимость практически одинакова.

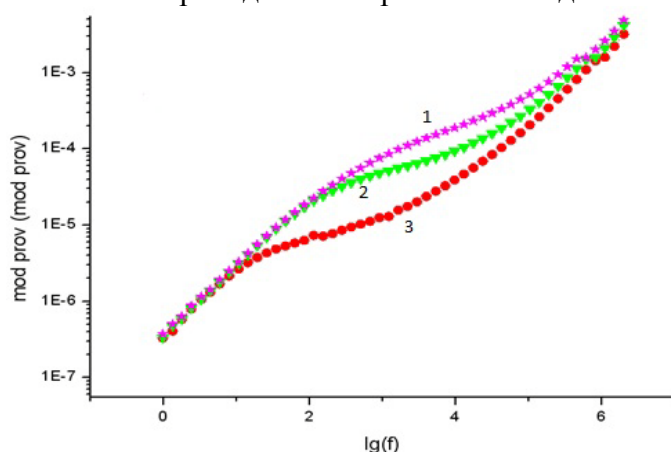


РИС.1 Зависимость проводимости таблеток, полученных из ПТКП (1) и его смесей с ПВС в соотношении 10:1 (3) и 100 : 1 (2) от частоты тока.

График изменения диэлектрической проницаемости порошков смеси ПТКП с ПВС имеет такой же характер, как и проводимости (Рис. 2 (а)). Однако увеличение содержания полимера в порошке смещает максимум диэлектрических потерь в область меньших частот (Рис.2 (б)). Данным способом можно регулировать частотность конденсатора на основе ПТКП.

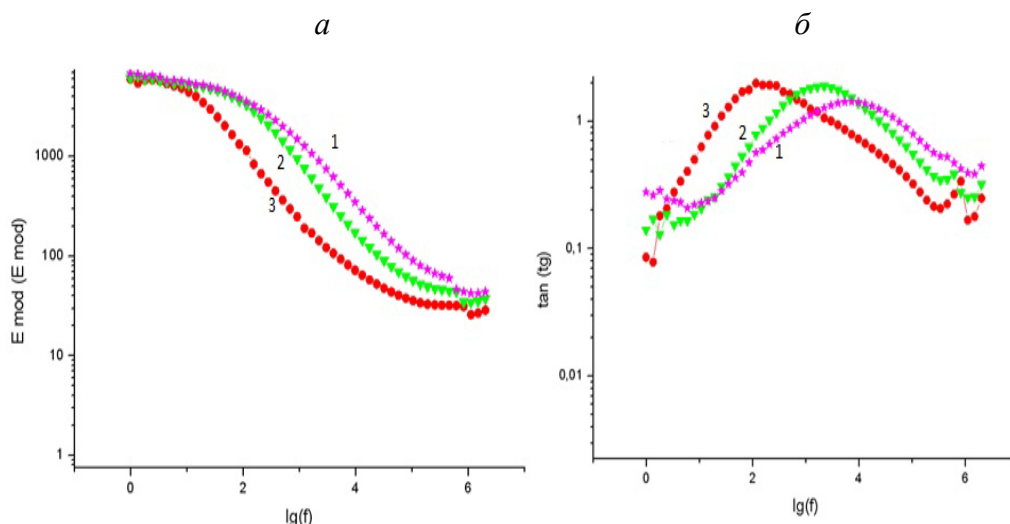


РИС.2 Зависимость диэлектрической проницаемости порошков, полученных из ПТКП (1) и его смесей с ПВС в соотношении 10 : 1 (3) и 100 : 1 (2) от частоты тока (а) и диэлектрических потерь порошков, полученных из ПТКП (1) и его смесей с ПВС в соотношении 10 : 1 (3) и 100 : 1 (2) от частоты тока (б).

Также в рамках данного исследования был проведен синтез и исследованы физические свойства порошков ПТКП в смеси с ПВБ в различных отношениях. Анализ полученных результатов показал, что проводящие свойства порошков с использованием полимера отличаются от таковых для индивидуального ПТКП и имеют большие значения проводимости в низкочастотном диапазоне (Рис. 3 (а)). При частоте тока выше 100 Гц проводимость порошков с использованием ПВБ становится ниже таковой у ПТКП. Значения диэлектрической проницаемости изменяются соответственно (Рис. 3 (б)).

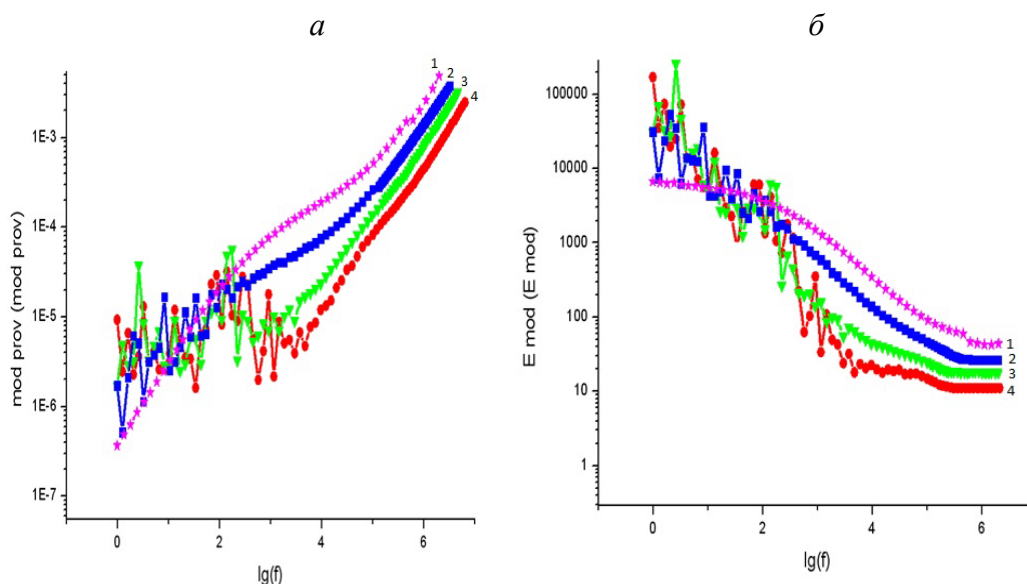


РИС.3 Зависимость проводимости (а) и диэлектрической проницаемости (б) порошков, полученных из ПТКП (1) и его смесей с ПВБ в соотношении 10 : 1 (4), 100 : 1 (3) и 1000 : 1 (2) от частоты тока.

Таким образом, проведенные исследования показали, что добавление различных полимеров к порошку ПТКП по – разному влияет на свойства полученных материалов. Добавление ПВС смещает максимум диэлектрических потерь в область низких частот, что можно использовать при выборе рабочей области конденсатора, добавление ПВБ усиливает проводимость, тем самым повышая емкостные характеристики материала на основе ПТКП.

Список литературы

- [1]. Александр Деспотули, Александра Андреева. Высокоёмкие конденсаторы для 0,5-вольтовой наноэлектроники будущего // Современная электроника. 2007. № 7. С 24-29.
- [2]. Katsutoshi Fukuda, Hisato Kato, Jun Sato. Swelling, intercalation, and exfoliation behavior of layered ruthenate derived from layered potassium ruthenate // Journal of Solid State Chemistry. 2009. V. 182. P. 2997-3002.