

Диэлектрические и тепловые свойства композитов на основе иодида диизопропиламмония и микрочастиц меди

А.Ю. Милинский¹, С.В. Барышников¹, Е.В. Стукова²

¹ Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск, Россия

² Амурский государственный университет, г. Благовещенск, Россия

Приводятся результаты исследования композитных материалов на основе органического сегнетоэлектрика иодида диизопропиламмония (DIPAI) с частицами меди диаметром 1 мкм при объемной концентрации 2%. Проведен анализ температурных зависимостей диэлектрической проницаемости и сигнала дифференциального термического анализа в диапазоне 300–400 К. Обнаружено, что введение медных частиц изменяет последовательность фазовых переходов, увеличивая температуру Кюри DIPAI.

Ключевые слова: сегнетоэлектрик, иодид диизопропиламмония, медь, композит, диэлектрическая проницаемость, фазовый переход.

Введение

Сегнетоэлектрические материалы, характеризующиеся наличием спонтанной поляризации P_s , изменяющейся под воздействием внешнего электрического поля, на протяжении более ста лет остаются в центре внимания исследователей в области конденсированного состояния вещества и материаловедения [1]. В ходе многолетних исследований было выявлено значительное количество соединений, обладающих сегнетоэлектрическими свойствами, среди которых представлены как неорганические, так и органические материалы. Наибольшее практическое применение на сегодняшний день получили неорганические сегнетоэлектрики, обладающие структурой типа перовскита. Их востребованность обусловлена высокой диэлектрической проницаемостью ϵ' , значительными значениями P_s , а также стабильностью физических характеристик в широком температурном диапазоне. Благодаря этим свойствам перовскитоподобные соединения находят применение в производстве конденсаторов, пьезоэлектрических сенсоров, термостатируемых переключателей и других устройств.

В последние годы значительно возрос интерес к органическим сегнетоэлектрикам, которые привлекают внимание благодаря своей экологической безопасности, технологической простоте обработки, биосовместимости и относительно низкой стоимости [2]. Эти материалы рассматриваются как перспективная альтернатива традиционным неорганическим сегнетоэлектрикам, особенно в области гибкой электроники, биоэлектронных устройств и энергосберегающих технологий. Исследования в данном направлении направлены на поиск новых органических соединений с высокой стабильностью свойств, а также на разработку композитных материалов, объединяющих преимущества как органических, так и неорганических сегнетоэлектриков.

Среди органических соединений, демонстрирующих выраженные сегнетоэлектрические свойства, можно выделить кроконовую кислоту [3], диизопропиламмония хлорид [4] и бромид [5], поскольку их спонтанная поляризация и температура Кюри сопоставимы с аналогичными характеристиками классических неорганических сегнетоэлектриков. Особое внимание уделяется исследованиям иодида диизопропиламмония (DIPAI). Однако в научной литературе по поводу его сегнетоэлектрических свойств имеются противоречивые сведения [6, 7]. В частности, в исследовании [6] сообщается, что кристаллы DIPAI обладают спонтанной поляризацией порядка $33 \text{ мКл}\cdot\text{см}^{-2}$. Это свидетельствует о выраженных сегнетоэлектрических свойствах этого соединения. В то же время в работе [7] полярное состояние в синтезированных образцах DIPAI зафиксировано не было, что может быть обусловлено различиями в методах получения и качества кристаллов.

Согласно более ранним экспериментальным данным [8], переход DIPAI в сегнетоэлектрическое состояние возможен только при нагревании выше 423 К. Данный фактор ограничивает его потенциальное применение в низкотемпературных устройствах, но может быть полезен в термостойких сегнетоэлектрических системах. Важно отметить, что свойства DIPAI, а также механизмы его фазовых переходов требуют дальнейших исследований, включая детальный анализ влияния кристаллохимической структуры, межмолекулярных взаимодействий и внешних факторов (давления, электрического поля) на сегнетоэлектрические свойства данного материала.