

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ
 $\text{Na}_{1-x}\text{K}_x\text{NO}_2$, ВНЕДРЕННЫХ В ПОРИСТОЕ СТЕКЛО

ABSTRACT: This study contains the results of research of dielectric response of solid solutions $\text{Na}_{1-x}\text{K}_x\text{NO}_2$ in confined space. We measured temperature and dispersion dependences of dielectric permittivity of confined $\text{Na}_{1-x}\text{K}_x\text{NO}_2$ for $x=0, 0.05$ and 0.1 . We studied an influence of dielectric on response of the system. The activation energy was calculated of all solutions.

Известно, что физические свойства ультрадиспергированных материалов и параметры фазовых переходов, происходящих в них, существенно отличаются от наблюдаемых в массивных материалах. Так, в частности показано [1], что размерный эффект может приводить к изменению типа фазового перехода, значительному росту диэлектрической проницаемости, смещению температуры фазового перехода, его размытию и т.п. Размерные эффекты в сегнетоэлектриках известны с начала 50-х годов и к настоящему времени наиболее хорошо изучены для тонких пленок, т.к. материалы на основе сегнетоэлектрических пленок находят в настоящее время широкое применение. Однако следует отметить, что существует и другой способ получения наноструктурированных материалов (в том числе и сегнетоэлектрических) – это их внедрение в пористые, искусственные или природные, матрицы. Такой метод позволяет получать нанокompозитные материалы (материалы в условиях искусственно ограниченной геометрии) с различной топологией и размером нанокластеров, причем объёмы полученных нанокompозитных материалов могут достигать нескольких см^3 . Это делает возможным значительно расширить круг методов их исследования.

Объектом нашего исследования является нитрит натрия, внедренный в пористые матрицы. В качестве матрицы использовалось стекло с размерами пор 7 нм. Массивный NaNO_2 является типичным сегнетоэлектриком. Он претерпевает фазовый переход 2-го рода типа порядок-беспорядок при $T=436\text{K}$. Температурная зависимость диэлектрического отклика изображена на Рис.1 [3]. Ранее нами были получены и исследованы температурные и дисперсионные зависимости вещественной и мнимой частей диэлектрической проницаемости нитрита натрия в условиях ограниченной геометрии. Температурные зависимости NaNO_2 , заключенного в пористое стекло, изображены на Рис.2. Хорошо заметно, что вблизи

температуры сегнетоперехода наблюдается резкий рост диэлектрической проницаемости.

Высокая температура фазового перехода не позволяет использовать данное явление на практике. Из работ других авторов известно [4], что понизить температуру фазового перехода можно путем допирования диэлектриком. Наиболее подходящим диэлектриком в данном случае является KNO_2 , т.к. его химические свойства и структура сходны с подобными для NaNO_2 . Целью данной работы было исследовать влияние примеси на диэлектрический отклик вещества.

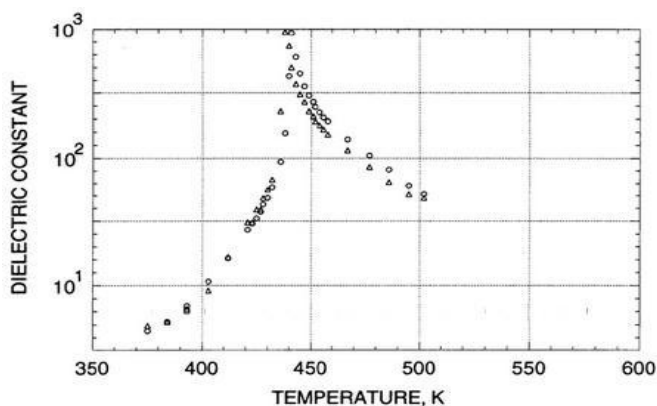


Рис. 1. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости массивного NaNO_2

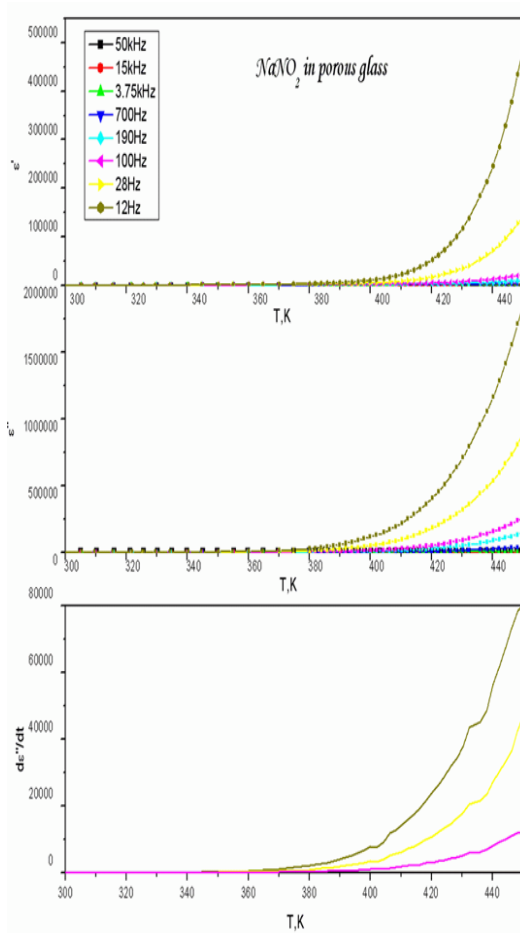


Рис. 2. Температурные зависимости диэлектрического отклика наноструктурированного нитрата натрия

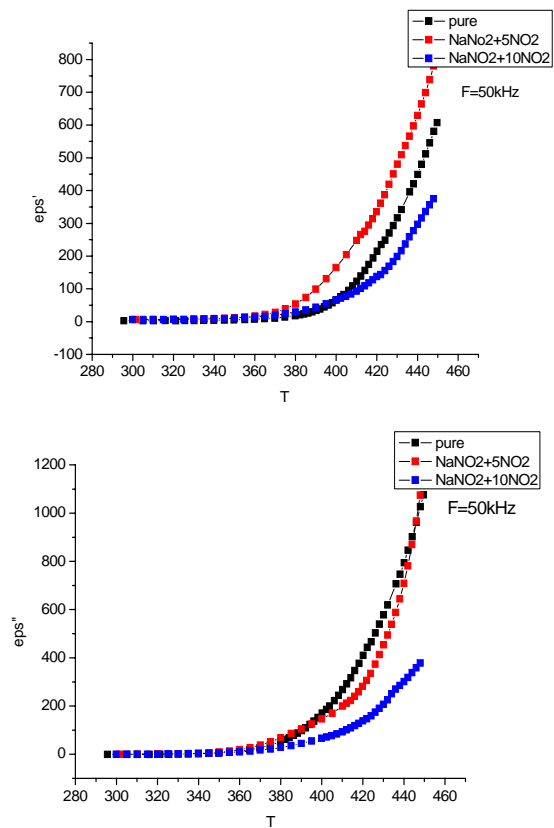


Рис. 3. Температурные зависимости вещественной и мнимой частей диэлектрической проницаемости твердых растворов различной концентрации

Нами были получены температурные и дисперсионные зависимости диэлектрического отклика для твердых растворов $\text{Na}_{1-x}\text{K}_x\text{NO}_2$ при $x=0, 0.05$ и 0.1 . На Рис.3 изображены примеры температурных зависимостей твердых растворов для чистого нитрата натрия, а также 5% и 10% KNO_2 . Данные зависимости были исследованы, был выделен вклад проводимости. Дисперсионные зависимости были аппроксимированы с помощью функции распределения Коул-Коула $\varepsilon = \text{Im}\left(\frac{\Delta\varepsilon}{1+(i\omega\tau)^\alpha}\right)$, где $\Delta\varepsilon$ – диэлектрическая сила, τ -время

релаксации, α – параметр, влияющий на ширину функции распределения. Аппроксимация проводилась в среде MathLab. В результате получены температурные зависимости параметров подгонки, из зависимостей времен релаксации различных составов от температуры оценены энергии активации.

Предварительные результаты: вводимая примесь несущественно влияет на характер зависимостей, понижая потери на низких частотах. Поведение кривых и энергии активации не сильно отличаются от таковых для чистого материала ($E_{\text{чист}}=0.35\text{эВ}$, $E_{5\%}=0.42\text{эВ}$, $E_{10\%}=0.35\text{эВ}$). Температура фазового перехода также не снижается.

ЛИТЕРАТУРА:

1. B.Dorner, A.Fokin, Yu.Kumzerov, A.Naberezhnov, A.Sotnikov, S.Vakhrushev. Eur. Phys. J. 12 S21-S24 (2003).
2. S.V.Pan'kova, V.V.Poborchii, V.G.Solov'ev. J. Phys. Condens. Matter 8. L203 (1996).

