

## НЕСТАБИЛЬНАЯ ВО ВРЕМЕНИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ

### В $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$

*Г.А.Смоленский, Н.Н.Колпакова, С.А.Кижяев*

Впервые обнаружена аномальная нестабильность во времени и аномальный температурный гистерезис диэлектрической проницаемости в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  в интервале температур 40 – 80 К. Высказано предположение о существовании несоизмеримой фазы в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  в интервале температур  $80 \text{ К} = T_5 > T > T_6 = 44 \text{ К}$ .

В  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  имеется последовательность пяти фазовых переходов при  $T_1=200$ ,  $T_2=196$ ,  $T_3=188$ ,  $T_4=83$  и  $T_5=80\text{К}$ <sup>1</sup>. При комнатной температуре кристалл относится к пространственной группе  $Fd\bar{3}m-0_h^7$ , симметрия низкотемпературных фаз не установлена, ниже  $T_{\text{Кюри}}=T_3$   $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  является сегнетоэлектриком<sup>2</sup>. Сегнетоэлектрические свойства монокристаллов  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  исследованы недостаточно.

В<sup>3</sup> предположено, что в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  возможен еще один фазовый переход, температура которого  $T_6$  лежит примерно между 50 – 70 К. В данной работе было проведено исследование диэлектрической проницаемости  $\epsilon(T)$  и тангенса диэлектрических потерь  $\text{tg}\delta$  в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  при низких температурах. Измерения проводились на монокристаллических образцах на частоте 1 кГц в переменном электрическом поле 6 В/см, приложенном вдоль [111]. Температура на образце стабилизировалась с точностью  $\pm 0,01 \text{ К}$ .

Аномалии на кривых  $\epsilon(T)$  и  $\text{tg}\delta$  (рис.1, а) подтверждают наличие фазового перехода при  $T_6=44 \text{ К}$ <sup>3</sup>, и кроме того, указывают на существование в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  фазового перехода при

$T_7 = 19$  К. Аномалия при  $T_6$  сопровождается температурным гистерезисом, характерным для фазового перехода первого рода. При нагревании образца максимум кривой  $\epsilon(T)$  наблюдается при 46, а при охлаждении при 44 К. В интервале температур 60–75 К  $\text{tg}\delta$  мал и по порядку величины такой как в парафазе, т.е.  $\sim 2 \cdot 10^{-3}$ . При этом в интервале температур 40–80 К наблюдалась аномальная нестабильность во времени и аномальный температурный гистерезис диэлектрической проницаемости, указывающие на то, что фазовый переход при  $T_6$  не относится к обычным структурным фазовым переходам.

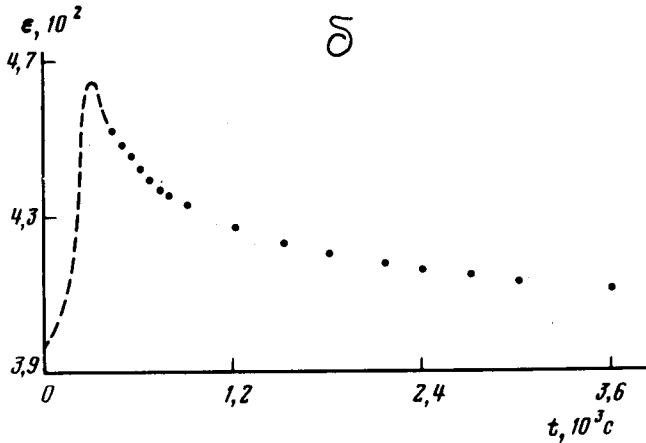
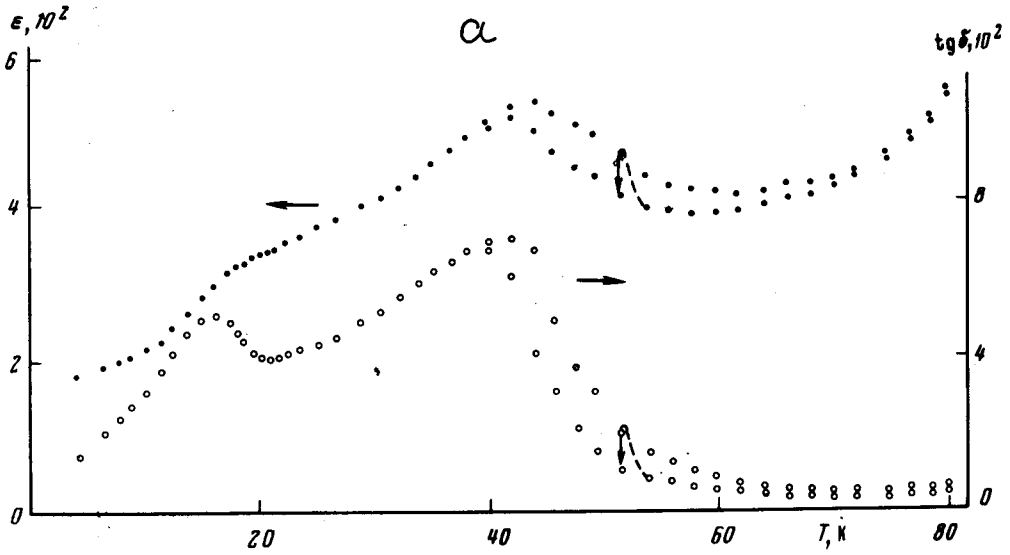


Рис. 1. *a* – Зависимости  $\epsilon$  и  $\text{tg}\delta$  от температуры в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ ; Получены при охлаждении образца. При данной температуре большее значение получено в момент установления температуры образца, а меньшее – через 40 мин. *б* – Зависимость  $\epsilon$  от времени в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  при  $T' = 51,7$  К. Пунктиром показано изменение  $\epsilon$  и  $\text{tg}\delta$  при понижении температуры от  $T'' = 53,9$  до  $T' = 51,7$  К

Нестабильность диэлектрической проницаемости и тангенса потерь в  $\text{Cd}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$  наблюдается в интервале температур  $T_5$  и  $T_6$  и не обнаружена в области других фазовых переходов. Она состоит в уменьшении  $\epsilon(T)$  и  $\text{tg}\delta$  со временем при фиксированной температуре, причем становится заметной при температурах ниже  $\sim 75$  К (схематически показана сплошной стрелкой на рис. 1, *a*). Особенность нестабильности в том, что она наблюдается выше температуры фазового перехода. При приближении к  $T_6$  сверху нестабильность возрастает и характеризуется все большим уменьшением  $\epsilon$  и  $\text{tg}\delta$  со временем и увеличением времени установления

равновесного значения. Типичная зависимость  $\epsilon$  от времени представлена на рис. 1,б. Подобная аномальная нестабильность диэлектрической проницаемости во времени ранее не наблюдалась при сегнетоэлектрических фазовых переходах <sup>4</sup> и при переходах несоизмерная – соразмерная фаза <sup>5,6</sup>.

Кроме того, в интервале температур, в котором наблюдается нестабильность диэлектрической проницаемости, обнаружен аномальный температурный гистерезис диэлектрической проницаемости. Он имеет такую же особенность, которая отмечалась в области фазового перехода несоизмерная – соразмерная структура в кристаллах  $Rb_2ZnCl_4$ ,  $Rb_2ZnBr_4$  <sup>5</sup> и в  $(NH_4)_2BeF_4$  <sup>6</sup>. В  $Cd_2Nb_2O_7$  гистерезис наблюдается в интервале температур  $T_5$  и  $T_6$  даже в том случае, когда процессы нагревания и охлаждения чередуются, не переходя через  $T_6$  (рис.2). В отличие от <sup>5,6</sup>, в  $Cd_2Nb_2O_7$  замечено, что при переходе с кривой охлаждения на кривую нагрева (и наоборот) диэлектрическая проницаемость не остается постоянной, а изменяется более сложным образом (рис. 2, кривые ABC и CDE).

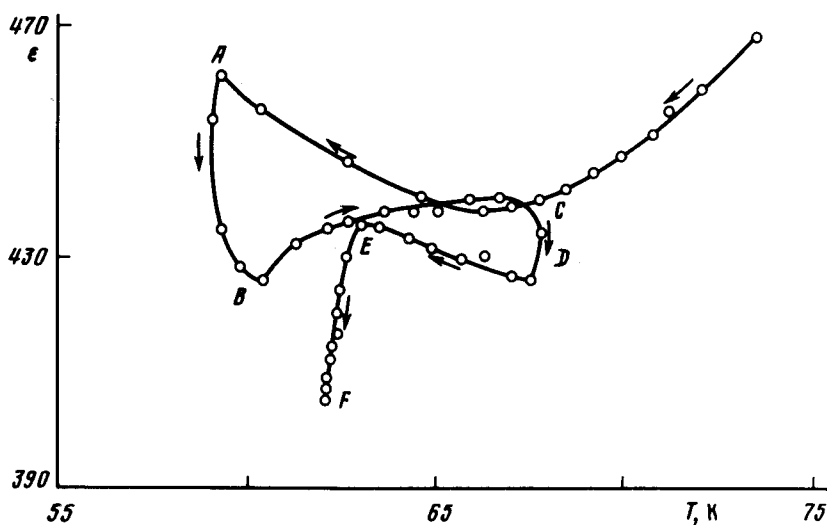


Рис.2. Температурный гистерезис  $\epsilon (T)$  выше  $T_6$

Уменьшение  $\epsilon$  на участках AB, CD и EF иллюстрирует нестабильность диэлектрической проницаемости во времени.

Наблюдаемые особенности диэлектрической проницаемости в  $Cd_2Nb_2O_7$ , видимо, связаны с метастабильной доменной структурой в интервале температур  $T_5$  и  $T_6$ . Одна из возможностей появления такой квазидоменной структуры (солитонов) реализуется в несоизмерной фазе. В соответствии с <sup>7-9</sup>, в несоизмерной фазе при приближении к температуре фазового перехода несоизмерная – соразмерная фаза ( $T_c = T_6$  в данном кристалле) образуется нестабильная квазидоменная структура. Поскольку при этом искажается синусоидальная форма несоизмерной волны и увеличивается модуляционный период, толщина квазидоменных стенок уменьшается, а расстояние между ними увеличивается. Такие изменения могут приводить к увеличению диэлектрической проницаемости, ее нестабильности во времени и температурному гистерезису.

В заключение авторы выражают благодарность Е.С. Шер за предоставление монокристаллов  $Cd_2Nb_2O_7$  для исследования.

#### Литература

1. Колпакова Н.Н., Синий И.Г., Поломска М., Марграф Р. ФТТ, 1982, 24,1729.
2. Jona F., Shirane G., Pepinsky R. Phys. Rev., 1955, 98, 903; 1953, 92, 504.
3. Колпакова Н., Smolensky G. Siny I. et al., J. Phys. Soc. Jpn. 1980, 49, Suppl. B, 32.
4. Иона Ф., Ширане Д. Сегнетоэлектрические кристаллы, М.: Мир, 1965.

5. *Hamano K., Hishinuma T., Ema K.* J. Phys. Soc. Jpn., 1981, 50, 2666.
6. *Струков Б.А., Уесу И., Арутюнова В.М.* Письма в ЖЭТФ, 1982, 35, 424
7. *Mc Millan W.L.* Phys. Rev., 1976, B14, 1496.
8. *Nakanishi K., Shiba H.* J. Phys. Soc. Jpn. 1977, 43, 1839
9. *Shiba H., Ishibashi Y.* J. Phys. Soc. Jpn. 1978, 44, 1592.

Физико-технический институт  
им. А.Ф.Иоффе  
Академии наук СССР

---

Поступила в редакцию  
10 сентября 1982 г.