

НОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ В ПРОЗРАЧНОЙ СЕГНЕТОКЕРАМИКЕ ЦТСЛ

А. В. Шильников, А. И. Бурханов

В работе [1] было показано, что в кристаллах с несоизмерной фазой (тиомочевина) имеет место своеобразный эффект памяти, если кристалл в течение некоторого времени выдерживается при постоянной температуре в электрическом поле в области температур существования модулированной фазы. Исследования, проведенные авторами [2, 3], выявили, что эффекты термической памяти (ЭТП) являются одним из характерных признаков несоизмерной фазы.

У сегнетокерамики типа ЦТСЛ в некоторой области температур ($T_t - T_c$), где T_t — температура исчезновения спонтанных эффектов (поляризация, двупреломление) заранее поляризованных образцов, T_c — температура максимума ϵ' (T), существует так называемая квазисегнетофаза [4], которая характеризуется как область сосуществования фаз (полярных кластеров в неполярной матрице).

При исследовании инфранизкочастотной дисперсии ϵ в прозрачной сегнетокерамике указанного типа нами [5] было обнаружено, что для термически деполаризованных образцов в области температур существования квазисегнетофазы имеет место аномальное поведение ϵ' (T), проявление которого аналогично эффекту термической памяти в сегнетоэлектриках с несоизмерной фазой.

В настоящей работе проведено изучение влияния постоянного электрического поля на обнаруженную в [5] аномалию ϵ' в области температур ($T_t - T_c$).

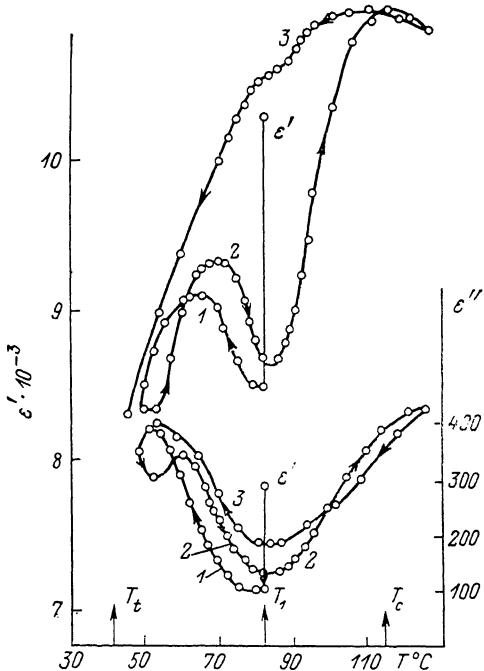


Рис. 1. Температурные зависимости действительной и мнимой частей комплексной диэлектрической проницаемости, измеренные в непрерывном режиме для образца ЦТСЛ-8/65/35: охлаждение—нагрев—охлаждение (кривые 1, 2, 3 соответственно) на частоте 20 Гц при постоянном смещающем поле $E_0 = 2.5$ кВ/см.

Исследовались образцы прозрачной сегнетокерамики ЦТСЛ-Х/65/35 (Х=8, 11 ат.% содержания лантана, 65/35 — отношение Zr/Ti) с серебряными электродами, нанесенными напылением в вакууме. Измерительная аппаратура аналогична описанной в [6].

На образец, находящийся при фиксированной температуре T_1 ($T_t < T_1 < T_c$), подавалось постоянное поле $E_0 > E_c/2$ (E_c — коэрцитивное поле), которое действовало на него при $T_1 = \text{const}$ около 20 ч. При этом наблюдался временной спад значений ϵ' и ϵ'' , описываемый логарифмическим законом

$$\epsilon = A - B \lg t,$$

где A , B — некоторые постоянные; t — время.

Затем при $E_0 = \text{const}$ в интервале температур между T_c и T_t исследовалась температурная зависимость ϵ^* (T) в динамическом режиме: охлаждение—нагрев—охлаждение на частоте 20 Гц (скорость изменения температуры 0.4 град/мин).

Из рис. 1 видно, что на температурных зависимостях диэлектрической проницаемости в области температур T_1 появляется резко выраженный локальный минимум ϵ' . При нагреве образца выше T_c и последующем охлаждении он практически исчез. Такой же характер имеет зависимость ϵ'' (T) (рис. 1).

Существенным отличием аномального поведения $\epsilon'(T)$ от ранее наблюдавшегося в [5] является то, что при приложении поля E_+ локальный минимум проявляется не только на инфранизких (0.1—1 Гц), но и на низких частотах (20 Гц); кроме того, он менее размыт.

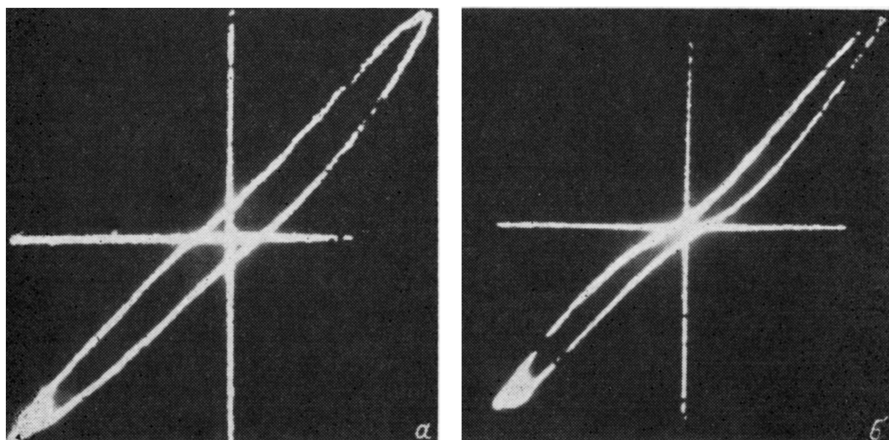


Рис. 2. Осциллограммы частных циклов петель поляризации при времени выдержки 0 (а) и 20 ч (б) образца ЦТСЛ-8/65/35 при $T = \text{const}$ после отжига при $T_1 > T_c$.

В сильных полях ($E_+ > E_c$) подобных аномалий, так же как и в [7], не наблюдается. Заметим, что на керамике ЦТСЛ нами обнаружен также своеобразный эффект памяти поля (ЭПП). Если после длительного воздействия на образец полем $E_+ < E_c$ при $T_1 = \text{const}$ темпе-

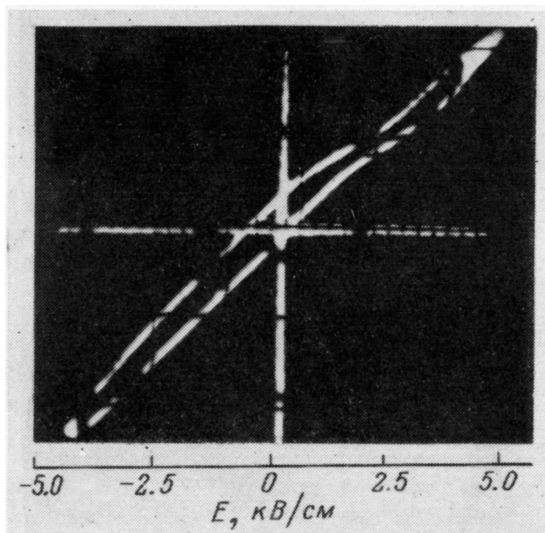


Рис. 3. Осциллограмма частного цикла петли поляризации после выдержки образца ЦТСЛ-8/65/35 в поле $E_+ = 2$ кВ/см при $T_1 = \text{const}$ в течение 20 ч.

ратура T_1 остается постоянной, циклически изменяется величина E_+ , то на кривой $\epsilon'(E_+)$ при $E_+ = E_+^1$ наблюдается минимум $\epsilon'(E_+)$.

Сравнение обнаруженного нами эффекта памяти на ЦТСЛ с явлением ЭТП, наблюдавшимся в сегнетоэлектриках с несоизмеренной фазой [1-3], позволяет предполагать, что в таком материале, как ЦТСЛ, в области температур существования квазисегнетофазы возможно возникновение и существование модулированной фазы.

Кроме измерений температурных зависимостей $\epsilon^*(T)$ со смещающим полем, было проведено исследование частных циклов петель поляризации (ПП) при различной электрической предыстории образцов в области температур ($T_1 - T_c$).

На рис. 2 показана эволюция частного цикла ПП со временем при фиксированной температуре T_1 после отжига сегнетокерамики при температуре выше T_c . Хорошо видно, как с течением времени сигарообразная петля постепенно превращается в двойную ПП. Рис. 3 иллюстрирует тот факт, что при выдержке при постоянных температуре и поле $E_{\perp} < E_c$ в течение 20 ч двойная петля становится асимметричной, а место перетяжки соответствует точно той величине поля E_{\perp} , при которой выдерживался образец

Таким образом, нами обнаружен новый эффект памяти величины и знака поля E_{\perp} , длительно воздействовавшего на образец ЦТСЛ в квазисегнетофазе. Объяснение данного эффекта удовлетворительно укладывается в рамках предположения о возможности возникновения в данной области модулированной фазы.

Авторы выражают благодарность М. Я. Дамбекалке за предоставленные образцы сегнетокерамики.

Литература

- [1] *Jamet J. P., Lederer P.* *Ferroelectrics Lett.*, 1984, т. 1, N 5—6, p. 139—142.
- [2] *Vlox O. G., Каминский Б. В., Китых А. В.* и др. ФТТ, 1985, т. 27, № 11, с. 3436—3439.
- [3] *Леманов В. В., Бржезина Б., Есаян С. X., Караев А.* ФТТ, 1984, т. 26, № 5, с. 1331—1333.
- [4] *Carl K., Geissen K.* Proc. IEEE, 1973, v. 61, N 7, p. 967—974.
- [5] *Shilnikov A. V., Burkhanov A. I., Dontsova L. I., Nadolinskaja E. G.* *Ferroelectrics*, 1986, v. 69, N 1—2, p. 111—115.
- [6] *Шильников А. В.* Автореф. канд. дис. Воронеж. 1972. 16 с.
- [7] *Keve E. T., Annis A. D.* *Ferroelectrics*, 1973, v. 5, N 1—2, p. 77—89.

Волгоградский
инженерно-строительный институт

Поступило в Редакцию
25 октября 1986 г.

УДК 537.521.7

Журнал технической физики, т. 58, в. 5, 1988

ЗАВИСИМОСТЬ ПОРОГА ОПТИЧЕСКОГО ПРОБОЯ ДИЭЛЕКТРИКА НА ФРОНТЕ ИМПУЛЬСА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЕГО АМПЛИТУДЫ

А. М. Бонч-Бруевич, В. Н. Смирнов

Воздействие на среду импульсов лазерного излучения с пиковой плотностью мощности q_0 , превышающей пороговую для развития оптического пробоя q^* , сопровождается образованием плазмы, практически полностью поглощающей лазерное излучение с момента ее инициирования [1]. Искажение формы импульса излучения, прошедшего через плазму, наблюдалось в ходе исследований пробоя в газах [2], в объеме и на поверхности прозрачных диэлектриков [3—7] и на поверхности металла [8]. При этом неоднократно отмечалось удобство использования этого явления для фиксирования момента инициирования плазмы. В [6, 9] описан метод измерения порога оптического пробоя, основанный на регистрации величины пиковой плотности мощности импульса излучения, прошедшего через плазму. $q_{\text{п}}$ при использовании импульсов воздействующего на образец излучения с q_0 , в несколько раз превосходящей q^* . Этот метод действительно удобен в ситуациях, когда развитие пробоя определяется лишь величиной q , что характерно для собственного пробоя. Однако это условие должно нарушаться в случае пробоя, инициируемого нагревом поглощающих неоднородностей (ПН), или если для развития пробоя необходимо испарение с поверхности мишени поглощающего слоя [10].

В настоящей работе проведено сопоставление результатов измерений порогов оптического пробоя на поверхности и в объеме NaCl и KCl, выполненных в последнее время широко используемым методом [11] $q_{\text{п}}^*$ и методом, описанным в [6, 9], $q_{\text{п}}^*$. Полученные экспериментальные данные показывают, что при $q_0 > q_{\text{п}}^*$ и дальнейшем нарастании q_0 наблюдается рост $q_{\text{п}}^*$. В связи с этим в условиях, когда пробой обусловлен нагревом ПН, метод измерения порога, основанный на регистрации $q_{\text{п}}$, представляется непригодным. В то же время экспериментальные данные хорошо согласуются с результатами анализа, выполненного на основе представлений, развитых в [12]. Показано, что следующий из проведенного анализа рост $q_{\text{п}}$ может ослабляться влиянием на измеряемую величину порога его размерной зависимости, особенно сильно выраженной в области малых значений размеров облучаемого пятна.