

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ
 В ОБЛАСТИ СИНУСОИДАЛЬНОЙ МОДУЛЯЦИИ
 НЕСОРАЗМЕРНОЙ ФАЗЫ
 СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КРИСТАЛЛА $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$

Б. А. Струков, Е. П. Рагула

Известно, что структурные фазовые переходы в несоизмерные фазы сопровождаются рядом интересных явлений, одно из которых — своеобразный диэлектрический гистерезис, наблюдавшийся в ряде кристаллов — сегнетоэлектриков. В определенной окрестности точки фазового перехода T_c соразмерная—несоразмерная фаза диэлектрическая проницаемость кристалла вдоль полярной оси оказывается неоднозначной функцией температуры и зависит от предыстории образца—режима подхода

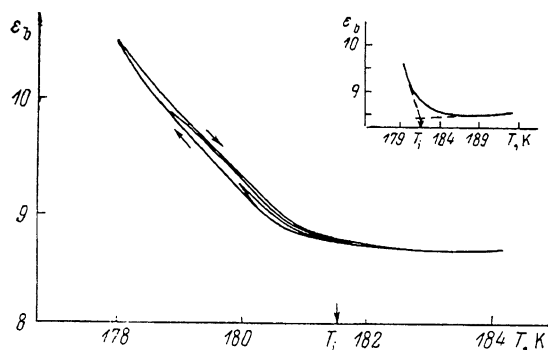


Рис. 1. Температурные зависимости диэлектрической проницаемости ϵ_3 кристаллов ФБА вблизи T_i , снятые в рамках нагрева и охлаждения с заходом в симметричную фазу (стрелками показано направление изменения температуры).

На вставке — зависимость $\epsilon_3(T)$ в области T_i и определение положения точки фазового перехода.

(нагрев или охлаждение) к данной температурной точке [1-4]. Интерпретация наблюдавшихся особенностей связана, как правило, со спецификой эволюции доменоподобной модуляции несоизмерной фазы вблизи T_c . Полагают, что вблизи T_c доменные стенки (фазовые солитоны) «зацепляются» за базисную решетку и несовершенства кристаллической решетки, приводя к замедленному установлению равновесия в системе [5-7]. Таким образом, необходимым условием возникновения метастабильных состояний считалось достаточная узость доменных стенок, т. е. близость к T_c .

В данной работе впервые показано, что гистерезис диэлектрической проницаемости в несоизмерной фазе несобственного сегнетоэлектрика $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ (ФБА) имеет место во всей области существования несоизмерной фазы, т. е. в интервале температур от $T_c=174.3$ до $T_i=181.5$ К. Известно, что вблизи T_i реализуется чисто синусоидальная модуляция с осью модуляции, направленной вдоль оси X этого ромбического кристалла (симметрия N-фазы $D_{2h}^6 - P_{\text{ннт}}$) с периодом модуляции поляризации $L \sim 500 \text{ \AA}$ [8].

Эксперимент проводился на автоматизированной установке для измерения диэлектрической проницаемости. Скорость изменения температуры варьировалась в широких пределах, и выбирался квазистационарный

режим, при котором значение диэлектрической проницаемости при каждой температуре в режиме ее непрерывного изменения совпадает со значением ϵ в условиях стабилизации данной температуры. В этом режиме $dT/dt \sim 0.01$ К/мин.

Методика позволяет фиксировать относительные изменения диэлектрической проницаемости на уровне 10^{-3} при значениях $\epsilon \sim 10$.

На рис. 1 представлены температурные зависимости диэлектрической проницаемости ϵ кристалла ФБА вблизи точки фазового перехода T_i , симметричная—несоразмерная фаза, снятые в режиме квазистационарного охлаждения и нагрева с заходом в симметричную фазу. На вставке рис. 1 показана температурная зависимость $\epsilon_b(T)$ в более широком интервале температур, позволяющая определить температуру «излома» в ходе диэлектрической проницаемости, соответствующую точке фазового перехода T_i [9].

Видно, что аномалия (излом) ϵ в точке T_i размыта и при прямом (нагрев) и обратном (охлаждении) ходе значения диэлектрической проницаемости при каждой температуре неодинаковы; гистерезис наблюдается даже при небольших (0.5 К) заходах из симметричной в несоразмерную фазу. Три цикла (рис. 1) соответствуют температурам $T_i - T_0 = 1.5, 2.4, 3.5$ К; T_0 — минимальная температура при заходе в несоразмерную фазу.

При циклическом изменении температуры внутри несоразмерной фазы зависимость $\epsilon_b(T)$ имеет вид характерного параллело-

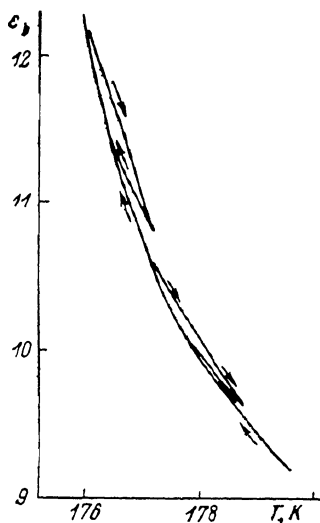


Рис. 2. Изменение диэлектрической проницаемости ϵ_b кристалла ФБА в ходе циклического изменения температуры в несоразмерной фазе вблизи T_i .

грамма подобно тому, как это происходит вблизи T_c : переход с кривой нагревания на кривую охлаждения происходит по траекториям, отвечающим промежуточным значениям диэлектрической проницаемости (рис. 2).

Таким образом, нами обнаружено, что устойчивые неравновесные состояния, связанные, по-видимому, с замедленным установлением равновесного значения периода модулированной структуры, наблюдаются во всей области существования несоразмерной фазы в кристаллах ФБА. Это означает, что интерпретация гистерезисных явлений, связывающая их с образованием фазовых солитонов вблизи T_c , не является исчерпывающей. Необходимо также учитывать возможность пространственной стабилизации фазы чисто гармонической статической волны смещений, реализующейся в области несоразмерной фазы, примыкающей к T_i . Соответствующее теоретическое рассмотрение, проведенное в [10] в рамках континуальной теории, согласуется с этим предположением.

Л и т е р а т у р а

- [1] Струков Б. А. Автореф. канд. дис. М., ИКАН СССР, 1963.
- [2] Natano K., Ikeda Y., Fujimoto T. et al. J. Phys. Soc. Jap., 1980, vol. 49, N 6, p. 2278—2286.
- [3] Струков Б. А., Уесу И., Арутюнова В. М. Письма в ЖЭТФ, 1982, т. 35, № 10, с. 424—427.
- [4] Леманов В. В., Бржезина Б., Есян С. Х., Караев А. ФТТ, 1984, т. 26, № 5, с. 1331—1333.
- [5] Bruce D. A. J. Phys. C., 1980, vol. 13, N 25, p. 4615—4633.
- [6] Natano K., Hishinuma T., Eta K. J. Phys. Soc. Jap., 1981, vol. 50, N 8, с. 2666—2671.

- [7] *Unruh H.-G.* J. Phys. C, 1983, vol. 16, N 17, p. 3245—3255.
 [8] *Iizumi M., Gesi K.* Sol. St. Commun., 1977, vol. 22, N 1, p. 37—39.
 [9] *Струков Б. А., Арутюнова В. М., Уесу И.* ФТТ, 1982, т. 24, № 10, с. 3061—3067.
 [10] *Лебедев Н. И., Леванюк А. П., Сигов А. С.* ЖЭТФ, 1987, т. 92, № 1, с. 248—257.

Московский государственный
 университет им. М. В. Ломоносова
 Москва

Поступило в Редакцию
 2 декабря 1987 г.

УДК 539.37

Физика твердого тела, том 30, в. 7, 1988
 Solid State Physics, vol. 30, № 7, 1988

О СКАЧКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ТВЕРДЫХ ПОЛИМЕРОВ

Н. Н. Песчанская, П. Н. Якушев

Известное для металлов и кристаллов явление ступенчатой или скачкообразной деформации [1-3] можно рассматривать как процесс с крайне неоднородной скоростью. Подобный эффект в виде периодических колебаний напряжения наблюдали и на кристаллизующихся полимерах при больших степенях вытяжки [4].

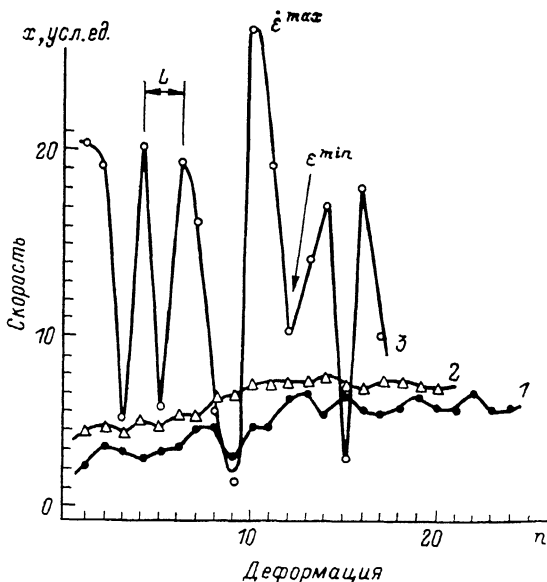


Рис. 1. Зависимость характеристики x скорости ползучести ($\dot{\epsilon} = 3.3 \cdot 10^{-5} / x$) от приращения деформации на разных стадиях ползучести для ПВБ.

Деформация ϵ , %: ~ 2 (1), ~ 30 (2), $\sim 3.5 \times 10^3$ (3). n — последовательность измерений через 0.005 %.

Применение в данной работе более совершенной методики измерения скорости ползучести на малых базах деформации позволило наблюдать периодические мелкомасштабные приращения деформации и на аморфных полимерах, структура которых не имеет дальнего порядка.

Образцы в виде цилиндров диаметром 3 и высотой 6 мм испытывали при одноосном сжатии под действием постоянного осевого напряжения σ . Исследовали поливинилбутираль (ПВБ), полиметилметакрилат (ПММА), поликарбонат (ПК), поливинилхлорид (ПВХ), сополимеры стирола с метакриловой кислотой (ПС+5, 16, 33, 50 % МАК) и аморфно-кристаллический