

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В ПРУСТИТЕ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ОСВЕЩЕНИИ

*И.М.Шмытько, В.Ш.Шехтман, В.И.Иванов,
С.М.Хасанов*

В стационарных условиях термостатирования и непрерывной оптической накачки в нелинейных кристаллах прустита обнаружены периодические структурные перестройки пара-сегнето-пара состояний.

Тригональные кристаллы прустита (Ag_3AsS_3) испытывают при 28K фазовый переход первого рода в сегнетоэлектрическое состояние с понижением симметрии до триклинной. При этом было установлено, что фоточувствительность прустита определяет заметное сужение тем-

пературного гистерезиса, если фазовый переход протекает в условиях освещения [1, 2].

В настоящей работе показано, что при непрерывной оптической накачке в постоянных температурных условиях не фиксируется какое-либо определенное фазовое состояние, а наблюдается эффект периодически повторяющегося цикла пара-сегнето-пара состояний.

Основной экспериментальной рентгенодифрактометрической методики¹⁾ являлась непрерывная регистрация интегральной интенсивности I выбранного отражения одной из фаз. Так как при фазовом превращении происходит смещение или расщепление дифракционного пика, падение интенсивности I является признаком структурной перестройки, а восстановление исходного уровня свидетельствует об обратном переходе.

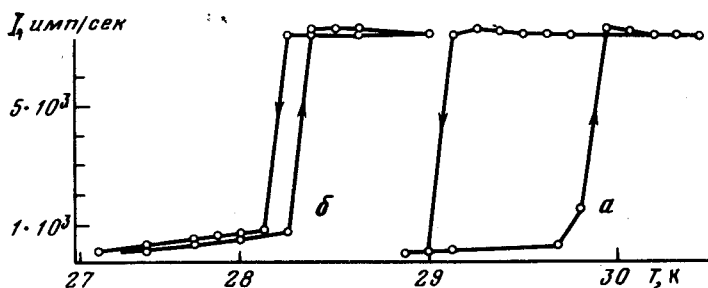


Рис. 1. Температурный ход интегральной интенсивности дифракционного отражения (006) парафазы; а) без освещения; б) при освещенности $E \approx 5 \cdot 10^5$ лк

В отсутствие специальной подсветки в области фазового превращения температурная зависимость интенсивности демонстрирует обычный вид петли гистерезиса (рис. 1, а). При освещенностях порядка $10^3 - 10^5$ лк ширина петли заметно сокращалась, рис. 1, б. Начиная с уровня 10^6 лк гистерезис практически отсутствовал и при дальнейшем увеличении освещенности наблюдались устойчивые колебания интенсивности рентгеновского дифракционного пика, свидетельствующие о периодических перестройках кристаллической структуры. Время одного цикла обратимой перестройки составляло $\sim 1,5$ сек. В качестве примера на рис. 2, а приведена временная зависимость интегральной интенсивности для отражения (006) высокотемпературной фазы. Автоколебательный режим фазового перехода сохраняется в определенном температурном интервале, ширина которого увеличивается с освещенностью. Пример температурной зависимости амплитуды колебаний интенсивности при освещенности $\sim 1,5 \cdot 10^6$ лк показан на рис. 2, б.

¹⁾ В эксперименте использовались: рентгеновский аппарат ДРОН-1, 0, $\text{CuK}\alpha$ -излучение, термостат конструкции А.А.Бойко и В.С.Медведева [3], ксеноновая лампа высокого давления ДКсШ-120.

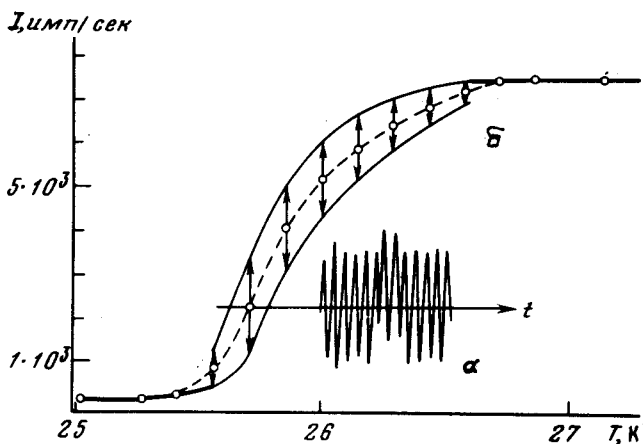


Рис. 2. *a* – Колебания интенсивности отражения (006) при фиксированной температуре; *b* – температурная зависимость амплитуды колебаний *I*

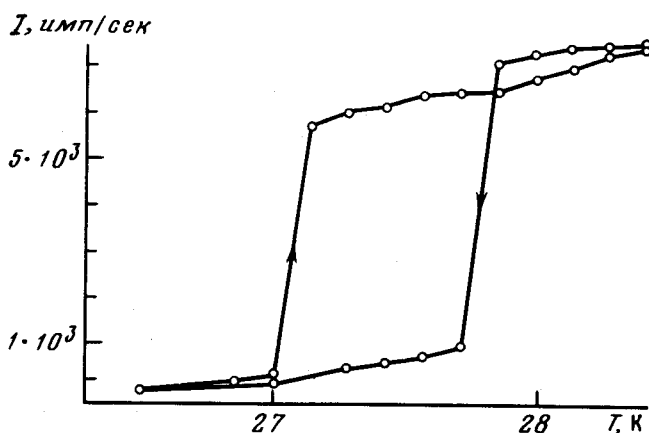


Рис. 3. Ход интенсивности (006) зарегистрированной при $E = 1,5 \cdot 10^6$ лк в режиме дрейфа температуры $\approx 0,3$ град/сек

Для интерпретации полученных результатов обратим внимание, что благодаря уникальным нелинейным свойствам прустита ($d_{22} \text{Ag}_3 \text{AsS}_3 \approx 60 \cdot d_{31} \text{KDP}$ [4]) должно происходить заметное оптическое детектирование уже при использовании обычных источников света. Таким образом интенсивная подсветка прустита ввиду малых значений спонтанной поляризации ($P_s = 2 \cdot 10^{-2}$ мк/см², [5]) может стимулировать переход в сегнетофазу за счет детектирования, подобно действию статического электрического поля. Известно также, что при фазовом переходе могут наблюдаться значительные изменения нелинейных характеристик. Так для BaTiO_3 установлено, что интенсивность второй гармоники в точке сегнетоэлектрического перехода значительно возрастает [6]. К сожалению нелинейные характеристики прустита при низких температурах пока не изучены. Однако результаты работы позволяют предположить, что в направлении оси спонтанной поляризации ($P_s \parallel [10\bar{1}0]$) нелинейный коэффициент в сегнетофазе значительно уменьшается. Действительно, при этом условии возникновение сегнетоэлектрического состояния сопровождается уменьшением постоянной составляющей поляризации, вследствие чего структура низкотемпературной фазы становится неустойчивой и кристалл претерпевает обратный фазовый переход. Далее вся последовательность повторяется, поскольку в высокотемпературной фазе восстанавливаются такие нелинейные свойства, которые определяют стимулирующее действие света и т. д. В

этом циклическом процессе характерное время $\sim 1,5$ сек по-видимому связано с конкретной инерционностью протекания структурных трансформаций, а не с электронными процессами; определяющими нелинейность материала.

Наблюдаемая неустойчивость подтверждается и в экспериментах, проведенных в условиях температурного дрейфа. В этом случае можно осуществить необычную ситуацию обращения петли гистерезиса (рис. 3), если время пребывания кристалла в каждой температурной точке меньше периода автоколебательного процесса.

Институт физики твердого тела
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
20 февраля 1979 г.

Литература

- [1] В.К.Новик, С.Н.Дрождин, Т.В.Попова, В.А.Копцик, Н.Д.Гаврилова. ФТТ, 17, 3499, 1975.
 - [2] Б.А.Абдикамалов, В.И.Иванов, В.Ш.Шехтман, И.М.Шмытько. ФТТ, 20, 2963, 1978.
 - [3] А.А.Бойко, В.М.Ермаков, В.С.Медведев, В.Б.Подоллич. ПТЭ, №5, 230, 1973.
 - [4] M.I.Holovei, I.D.Olexeyuk, M.I.Gurzan, I.S.Rez, V.V.Panyko, Yu.V.Voroshilov, M.Yu.Rigan. Kristall and Technik, 6, 5, 631, 1971.
 - [5] Т.В.Попова, Н.Д.Гаврилова, В.К.Новик, В.А.Копцик, М.И.Гурзан, Ю.В.Ворошилов. ФТТ, 21, 76, 1979.
 - [6] В.С.Горелик. О.П.Максимов, Г.П.Митин, М.М.Сущинский. ФТТ, 15, 1688, 1973.
-