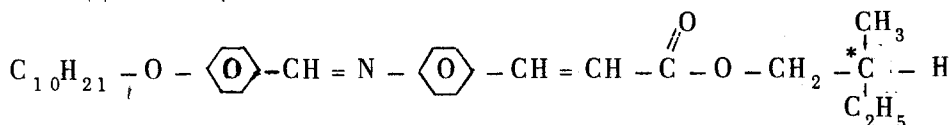


**КРИТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА
ВБЛИЗИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА
МЕЖДУ ДВУМЯ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ФАЗАМИ**

Л.А.Береснев, Л.М.Блинов, Г.В.Пурванецкас

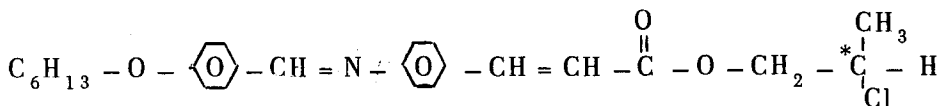
Зарегистрировано критическое замедление дебаевской релаксации спонтанной поляризации в окрестности структурного фазового перехода смектик Н – смектик С в жидком кристалле.

1. Критическое поведение кристаллов в окрестности фазовых переходов несет ценную информацию о природе этих переходов. Помимо фундаментального интереса их исследование имеет и большое прикладное значение ввиду экстремальности многих свойств кристаллов, а также появления новых эффектов вблизи переходов. Весьма удобным модельным объектом являются жидкие кристаллы с их многочисленными фазами. Особый интерес представляют смектические жидкие кристаллы, составленные из оптических активных (хиральных) молекул. Наличие спонтанной поляризации в смектическом слое некоторых фаз таких жидких кристаллов [1] позволяет достаточно простыми методами изучать критическое поведение ряда параметров. Ранее критическое поведение диэлектрической восприимчивости [2] и замедление релаксации спонтанной поляризации [3] вблизи точки перехода смектик С — смектик А исследовано в сегнетоэлектрическом жидком кристалле ДОБАМБЦ:



2. В данной работе мы впервые исследовали критическое поведение времени релаксации τ спонтанной поляризации в окрестности структурного фазового перехода хиральный смектик Н — хиральный смектик С. Смектическая Н фаза (SmH) появляется в некоторых жидких кристаллах при охлаждении смектической С (SmC) фазы. В отличие от SmC, где молекулы имеют только выделенное направление ориентации длинных осей под определенным углом к нормали слоя, в SmH в каждом слое имеется гексагональная упаковка молекул [4]. Из-за специфических вязко-упругих свойств в SmH фазе невозможно определить спонтанную поляризацию P методами переполяризации в переменном поле [5] или с помощью механического сдвига [6]. В предлагаемой работе как критическое поведение τ вблизи температуры перехода T_{HC} , так и спонтанная поляризация P в SmH фазе (в которой до сих пор она была не измерена), исследованы пироэлектрическими методами, примененными нами ранее для изучения τ и P в ДОБАМБЦ [3, 7].

В качестве объекта исследования выбран сегнетоэлектрический жидкий кристалл *L*-*n*-гексилоксибензилиден-*n*-амино-2-хлорпропилциннамат (ГОБАХПЦ):



имеющий хорошо идентифицируемые сегнетоэлектрические фазы SmH и SmC [4]. Существенное отличие молекул ГОБАХПЦ от молекул ДОБАМБЦ заключается в том, что ответственный за спонтанную поляризацию смектического слоя молекулярный дипольный момент создается связью $*C - Cl$, что исключает внутримолекулярные вращения этой дипольной группы относительно хирального фрагмента и приводит к существенному повышению поляризации смектического слоя по

сравнению с ДОБАМБЦ, где дипольный момент, образованный связью $C=O$, не жестко связан с асимметричным атомом углерода *С.

Время релаксации τ спонтанной поляризации определялось согласно [3] по формуле:

$$\tau(T) = t_0 \gamma_{СТ}(T) / \gamma_{ДИН}(T) \quad (1)$$

Здесь $\gamma_{СТ}(T) = dP/dT$ – стационарный пирокоэффициент, измеренный аналогично [7] по пироотклику на достаточно длинный по сравнению с τ тепловой импульс свободной генерации неодимового лазера с длительностью огибающей $3 \cdot 10^{-4}$ сек. $\gamma_{ДИН}(T)$ – динамический пирокоэффициент, измеренный аналогично [7] по пироотклику на гигантский импульс с длительностью на полувысоте $t_0 = 3 \cdot 10^{-8}$ сек.

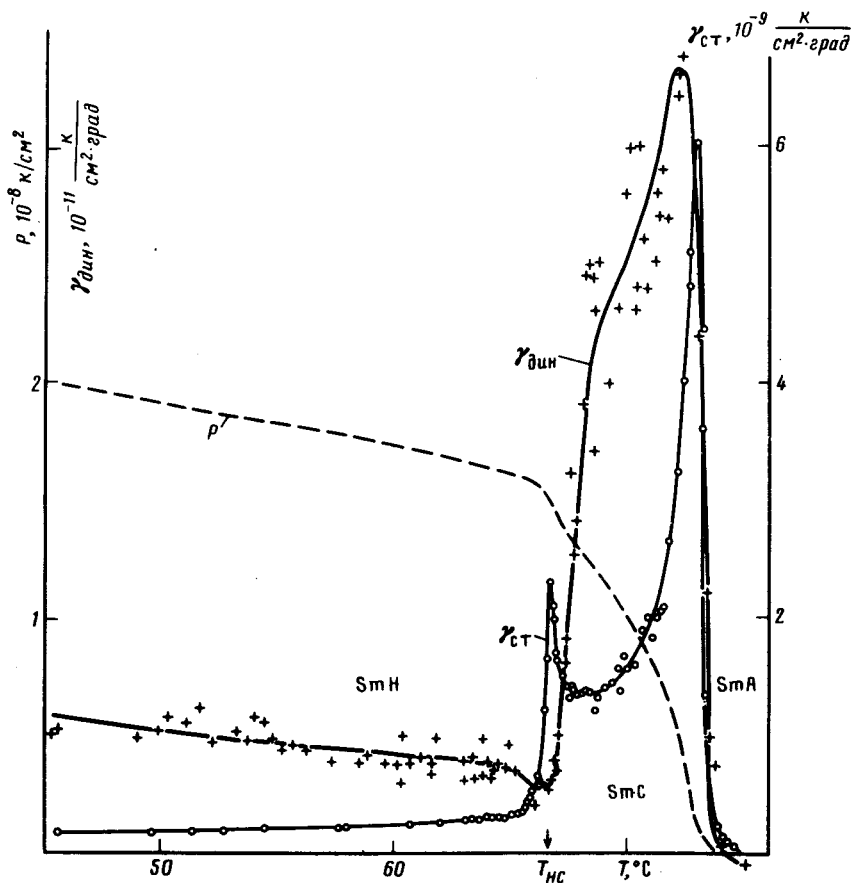


Рис. 1. Температурные зависимости стационарного ($\gamma_{СТ}$) и динамического ($\gamma_{ДИН}$) пирокоэффициентов и спонтанной поляризации (P) для *L*-п-гексилоксибензилиден-*p*'-амино-2-хлорпропилциннамата (ГОВАХПЦ).

$\gamma_{СТ}$ и $\gamma_{ДИН}$ получены по пироотклику на тепловые импульсы длительностью $3 \cdot 10^{-4}$ и $3 \cdot 10^{-8}$ сек, соответственно

3. На рис. 1. для ГОБАХПЦ приведены температурные зависимости пирокэффициентов $\gamma_{CT}(T)$ и $\gamma_{дин}(T)$, а также спонтанной поляризации $P(T)$, полученной интегрированием по температуре кривой $\gamma_{CT}(T)$. Вблизи фазовых переходов $Sm H \rightarrow Sm C$ и $Sm C \rightarrow Sm A$ кривая $\gamma_{CT}(T)$ имеет резкие максимумы, причем вблизи T_{CA} пирокэффициент достигает $6 \cdot 10^{-9}$ к/см²·град, а в диапазоне $67 \div 73^\circ C$ составляет около $2 \cdot 10^{-9}$ к·см⁻²·град⁻¹, что в принципе дает возможность использования жидкокристаллических материалов такого типа в пирозлектрических преобразователях. Максимальная поляризация $P \approx 2 \cdot 10^{-8}$ к·см⁻² в $Sm C$ фазе согласуется с данными работы [6]. В ГОБАХПЦ она оказалась больше, чем в ДОБАМБЦ [7] в $5 \div 6$ раз.

4. Наибольший интерес представляет структурный фазовый переход между сегнетоэлектрическими фазами $Sm H$ и $Sm C$, при котором $\gamma_{CT}(T)$ показывает резкий максимум, а $\gamma_{дин}(T)$ имеет провал.

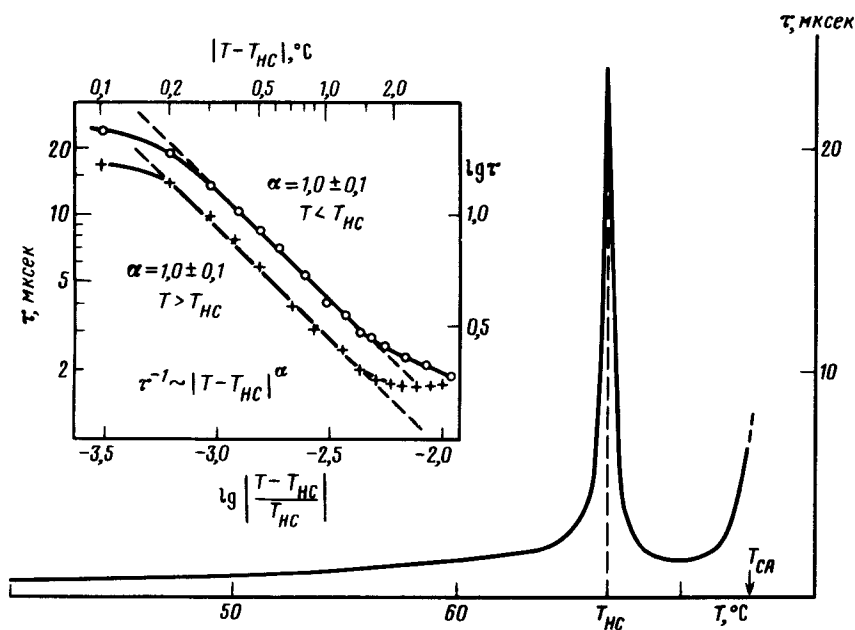


Рис. 2. Температурный ход времени релаксации τ спонтанной поляризации в $Sm H$ и $Sm C$ фазах ГОБАХПЦ

На рис. 2 приведена температурная зависимость времени релаксации спонтанной поляризации $\tau(T)$, подсчитанного из кривых $\gamma_{CT}(T)$ и $\gamma_{дин}(T)$ по формуле (1). Измеренное аналогично [3] по кинетике пироотклика, возбуждаемого гигантским импульсом, время $\tau(T)$ ведет себя идентично рис. 2, однако в этом случае точность определения $\tau(T)$ несколько ниже. Вблизи T_{CA} резкий рост τ аналогичен таковому для ДОБАМБЦ [3].

Отличительной особенностью перехода $Sm H \rightarrow Sm C$ является то, что спонтанная поляризация существует в обеих фазах и пирозлект-

рическая методика позволяет определить $\tau(T)$ с обеих сторон от точки $T_{\text{НС}}$. Считая, что температуре $T_{\text{НС}}$ соответствует резкий максимум τ , ее положение удастся определить с высокой точностью: в нашем опыте $T_{\text{НС}} = 66,8 \pm 0,05^\circ\text{C}$.

В окрестности $0,1^\circ\text{C} < |T - T_{\text{НС}}| < 1,5^\circ\text{C}$ поведение $\tau(T)$ хорошо описывается выражением

$$\tau^{-1} \sim |T - T_{\text{НС}}|^{\alpha}, \quad (2)$$

в котором критический индекс α с обеих сторон от $T_{\text{НС}}$ равен $1,0 \pm 0,1$.

Динамика либраций молекулярных диполей с температурной зависимостью времени релаксации, изображенной на рис. 2, характерна для мягких мод релаксационного типа при непрерывных фазовых переходах [8]. Таким образом, из наших динамических экспериментов следует, что фазовый переход $\text{SmC} \rightarrow \text{SmH}$ носит комбинированный характер. Упорядочение жестких молекулярных скелетов в гексагональную структуру является переходом первого рода, идущим с выделением теплоты перехода [4]. В то же время упорядочение гибких хиральных фрагментов молекул (несущих диполи, ответственные за спонтанную поляризацию) носит характер перехода второго рода.

Научно-исследовательский институт
органических полупродуктов и красителей
(НИОПик)

Поступила в редакцию
10 ноября 1979 г.

Литература

- [1] R.V.Meyer, L.Liebert, L.Strzelecki, P.Keller. *J. de Phys. Lett.*, **36**, L-69, 1975.
- [2] S.Caroff, R.V.Meyer. *Phys. Rev. Lett.*, **38**, 848, 1977.
- [3] Л.А.Береснев, Л.М.Блинов, Э.Б.Соколова. *Письма в ЖЭТФ*, **28**, 340, 1978.
- [4] J.Doucet, P.Keller, A.M.Levelut, P.Porquet. *J. de Phys.*, **39**, 548, 1978.
- [5] Б.И.Островский, А.З.Рабинович, А.С.Сонин, Б.А.Струков, Н.И.Чернова. *Письма в ЖЭТФ*, **25**, 80, 1977.
- [6] L.Petit, P.Pieranski, E.Guyon. *C.R.Acad. Sc. Paris*, t. 284, Serie B - 535, 1977.
- [7] L.M.Blinov, L.A.Beresnev, N.M.Shtykov, Z.M.Elashvili. *J. de Physique*, **40**, Coll. C3, C3-269, 1979.
- [8] Р.Блинц, Б.Жэкш. "Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики", М., изд. Мир, 1975.