

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕКТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

*Б.И. Островский, А.З. Рабинович, А.С. Сонин,
Б.А. Струков, Н.И. Чернова*

Проведены прямые измерения температурных зависимостей спонтанной поляризации (P_C) и угла наклона молекул (θ) в хиральной смектической "С" фазе сегнетоэлектрического жидкого кристалла. Оценены критические показатели температурных зависимостей этих параметров.

Приведенные в недавних работах [1, 2] симметричные соображения и экспериментальные факты свидетельствуют о наличии дипольного упорядочения сегнетоэлектрического типа у оптически активного изомера жидкого кристалла п-децилоксибензилиден-п-амино 2-метил бутил циннамата (ДОБАМБЦ) в смектических "С" и "Н" фазах.

В отличие от твердых сегнетоэлектрических кристаллов, где основную роль играет дальнедействующее диполь-дипольное взаимодействие, в жидких кристаллах вклад постоянных диполей молекул в общую энергию взаимодействия мал по сравнению с короткодействующими дисперсионными силами. Поэтому сегнетоэлектричество в хиральной смекти-

ческой "С" фазе жидкого кристалла возможно как следствие согласованного наклона молекул и заторможенности их вращения вокруг своих длинных осей [1].

Для выяснения особенностей сегнетоэлектрических свойств смектических жидких кристаллов нами были выполнены прямые измерения спонтанной поляризации (P_C) и угла наклона (θ) длинных осей молекул к нормали смектических слоев, являющегося параметром перехода: смектик "А" – смектик "С", в смектической "С" фазе ДОБАМБЦ.

Измерения проводились на смектических монокристаллических препаратах гомогенной ориентации, получаемой охлаждением образцов, заключенных между стеклами с проводящим покрытием, из изотропной в смектическую "С" фазу в магнитном поле напряженностью 17 кэ. Температура перехода из смектической "С" в смектическую "А" фазу составляла по данным измерений теплоемкости 93,1°С.

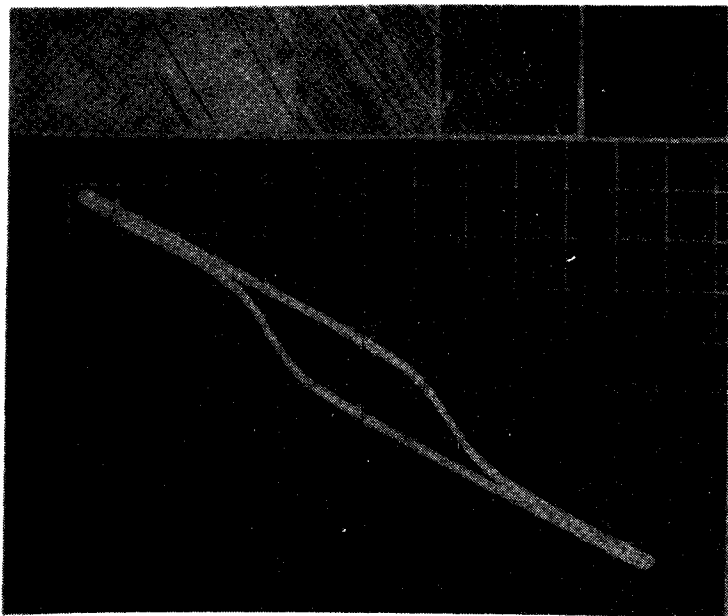


Рис. 1. Осциллограмма переполяризации ДОБАМБЦ и соответствующие одному циклу переполяризации микрофотографии образца. Размеры микрофотографий: $150 \times 150 \text{ мкм}^2$

Измерения P_C проводились по осциллограммам переполяризации [3] на частотах 0,1 – 8 гц. Контроль за процессом переполяризации проводился по микроскопическому наблюдению образцов в поляризованном свете. На рис. 1 показана типичная осциллограмма переполяризации ДОБАМБЦ. Микрофотографии иллюстрируют один цикл переполяризации, происходящей с одновременным раскручиванием спиральной структуры. Как видно из рис. 1 спиральную упорядоченность хиральной смектической фазы "С" можно сопоставить с разбиением на домены твердого сегнетоэлектрического монокристалла [1]. На рис. 2 приведена температурная зависимость P_C , рассчитанная по осциллограммам переполяризации. Отметим, что в смектической фазе "А" осциллограмма

вырождается в прямую и поляризация, соответственно, обращается в нуль. Полученное нами значение спонтанной поляризации ДОБАМБЦ $P_C \cong \cong 7 \cdot 10^{-9}$ кул/см² при $T_c - T = 25^\circ$ согласуется с косвенными оценками этой величины, сделанными в [1, 2] из сравнения энергии взаимодействия электрического поля с постоянными диполями молекул и энергии упругой деформации.

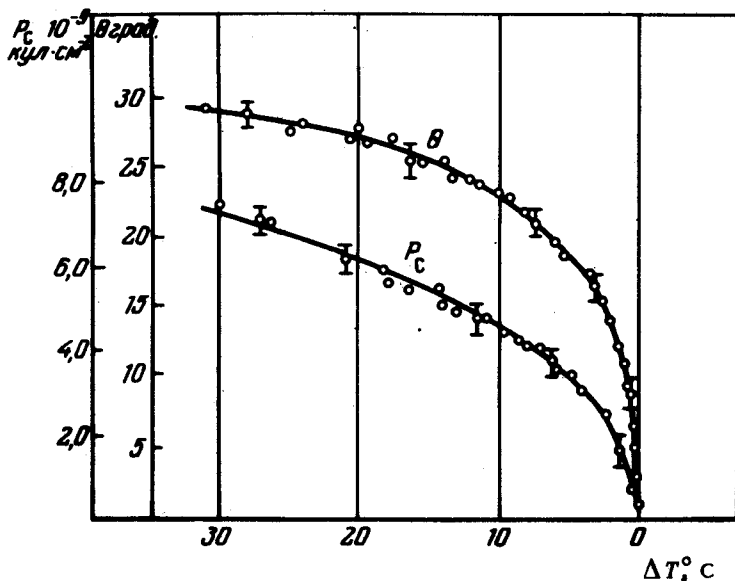


Рис. 2. Температурные зависимости P_C и θ в ДОБАМБЦ

Температурная зависимость P_C , измеренная на различных образцах аппроксимируется выражением $P_C \sim (T - T_c)^{0,37 \pm 0,10}$.

Дипольное упорядочение в смектической "С" фазе жидкого кристалла рассматриваемого типа предоставляет уникальную возможность измерения θ простым оптическим методом на поляризационном микроскопе. Угол наклона молекул θ определялся новым методом, основанным на измерении углов погасания в скрещенных поляроидах смектического монодоменного препарата гомогенной ориентации при различных знаках переориентирующего наклон молекул постоянного электрического поля. При подаче раскручивающего электрического поля взаимодействие последнего с постоянными дипольными моментами молекул приводит к их согласованному повороту в плоскости образца, так что оптическая ось в однородно ориентированном препарате составляет угол равный $\pm \theta$ с первоначальным направлением оси спирали.

На рис. 2 приведена температурная зависимость угла θ , которую можно аппроксимировать выражением $\theta \sim (T - T_c)^{0,31 \pm 0,05}$.

Как видно из зависимостей $\theta(T)$ и $P_C(T)$ фазовый переход смектик "А" — смектик "С" действительно является непрерывным фазовым переходом, а температура T_c — истинной точкой Кюри.

Полученные значения критических показателей свидетельствуют о короткодействующем характере сил, приводящих к возникновению наклона молекул и поляризации в смектической "С" фазе хирального жид-

кого кристалла. Угол наклона молекул θ обладает теми же трансформационными свойствами, что и P_c , так что между ними имеется линейная связь [1]. Экспериментально наблюдаемое систематическое превышение критического показателя для зависимости $P_c(T)$ над показателем для $\theta(T)$ может свидетельствовать о наличии слабой особенности соответствующих коэффициентов разложения свободной энергии, которые постоянны в рамках обычной теории Ландау.

Всесоюзный
научно-исследовательский институт
оптико-физических измерений

Поступила в редакцию
23 ноября 1976 г.

Литература

- [1] R.V.Meyer, L.Liebert, L.Strzelecki, P.Keller. Le Journal de Physique, Lettres, 36, L-69, 1975.
 - [2] P.Pieranski, E.Guyon, P.Keller. Le Journal de Physique, 36, 1005, 1975.
 - [3] C.B.Sowyer, C.H.Tower. Phys. Rev., 35, 269, 1930.
-