

ЭФФЕКТ ПАМЯТИ В ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОЯХ НЕМАТИЧЕСКОГО ТИПА

О.А.Скалдин, О.А.Баймакова, А.Н.Чувывров

В электрооптических устройствах на жидких кристаллах (ЖК) крайне важен учет поляризационных механизмов, которые влияют на временные характеристики функционирования таких систем [1]. Примером может служить ионная поляризация, существенно меняющая характерные времена их срабатывания [2]. Это дает возможность создания на основе ЖК систем задержки и элементов оперативной памяти. В данной работе сообщается о наблюдении запоминающих свойств — эффекта памяти в жидкокристаллических слоях нематического типа, проявляющихся в виде образования доменной структуры, которая существует длительное время после отключения электрического поля.

Объектом исследования был выбран ЖК цианофениловый эфир гептилбензойной кислоты (ЦФЭГБК) с большой положительной анизотропией ($\epsilon_\alpha \sim 19$) и температурным интервалом существования нематической фазы $S^{45^\circ} N^{56^\circ} I$. Изучались жидкокристаллические слои гомеотропной ориентации $10 < h < 70$ мкм, которая задавалась слюдяными прокладками. Ячейка с ЖК состояла из прозрачных проводящих подложек, проводимость на которых осуществлялась за счет напыленного металлического хрома Cr. Исследования проводились на поляризационном микроскопе "Amplival-Pol U" со спектрометрической приставкой. Временные диаграммы интенсивности I_e прошедшей необыкновенной волны (никили скрещены) записывались на графопостроителе типа Н306.

Для наблюдения эффекта памяти слой ЖК помещался в электрическое поле $E \sim 5 \cdot 10^4$ В/см. Затем через некоторое время источник постоянного напряжения отключался, а электроды накоротко замыкались. Это приводило к просветлению оптической картины и формированию доменной сферолитной структуры (рис. 1). Следует отметить значительное время существования доменов, достигающее $\tau \sim 10^2 - 10^3$ с, которое зависит от проводимости образца σ таким образом, что увеличение σ сопровождается умень-

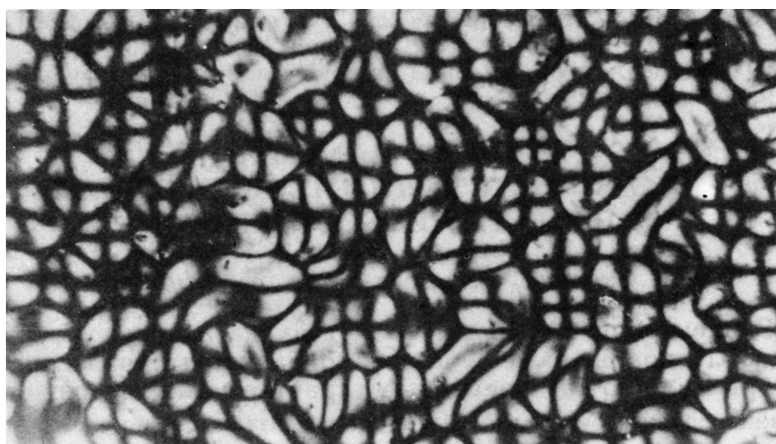


Рис. 1. Доменная структура НЖК, наблюдаемая при замыкании электродов.

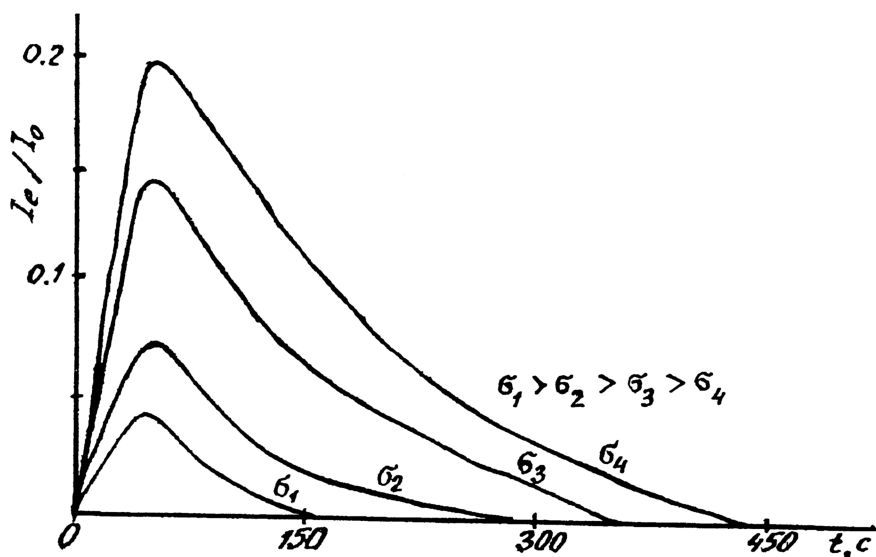


Рис. 2. Временные диаграммы огибающей интерференционной кривой пропускания (никели скрещены) при различной проводимости НЖК слоев: $\sigma_1 = 10^{-11} (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$, $\sigma_2 = 6.5 \cdot 10^{-12} (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$, $\sigma_3 = 3.3 \cdot 10^{-12} (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$, $\sigma_4 = 10^{-12} (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$.

шением эффективного времени τ . Уменьшается также относительная величина пропускания ЖК ячейки (рис. 2).

Причиной просветления гомеотропного ЖК слоя нематика после отключения поля, по-видимому, является ориентационная неустойчивость как следствие неравновесности состояния ЖК. То есть при включении электрического поля происходит поляризация ЖК за счет, например, ионной поляризации и формирования двойного электрического слоя. Отключение внешнего электрического поля и замыкание накоротко электродов приводит к сравшиванию их потенциалов, и для равновесия в системе должна произойти компенсация внутреннего остаточного поля ионной поляризации, которая, как показано в [2], может быть осуществлена за счет медленных диффузионных и рекомбинационных процессов. Однако наличие просветления ЖК слоя и образование доменной структуры приводит к выводу, что компенсация возможна и при ориентационных превращениях, сопровождающихся возникновением электрической поляризации (в данном случае за счет флексоэффекта). Тем не менее, анализ временных зависимостей пропускания не позволяет объяснить данное явление в рамках этого механизма. Действительно, уменьшение эффективной проводимости НЖК слоев, с одной стороны, приводит к увеличению эффективного времени существования доменов $\tau_{\text{эфф}}$, а с другой стороны, к возрастанию максимума эффективной засветки. Первое должно иметь место, тогда как второе вносит определенное противоречие. То есть в этом случае остаточное поле ионной поляризации уменьшается, что, в свою очередь, должно привести и к уменьшению просветления. Экспериментально, как говорилось выше, наблюдается обратное. Структура наблюдаемых доменов такова, что они представляют из себя "зонтики" [3], поэтому градиент $\frac{\partial n_z}{\partial z}$ (ось Z перпендикулярна слою НЖК), определяющий флексополяризацию, должен быть пропорционален остаточному полю ионной поляризации $E_{\text{ион}}$, которое падает с уменьшением проводимости образца НЖК. Как показано в работе [4], такого рода домены в НЖК с $\epsilon_\alpha \gg 0$ формируются вследствие несимметричности директора n и $-n$ на поверхностях, ограничивающих ЖК, что связано с наличием поверхностной поляризации P^s , т. е. при этом "зонтики" возникают вследствие поверхностных ориентировочных переходов. Время существования доменов $\tau = \epsilon_s \epsilon_0 \sigma^{-1}$ в этом случае, по-видимому, определяется емкостью слоя поверхностной поляризации (ϵ_s — диэлектрическая проницаемость слоя поверхностной поляризации). В частности, в случае НЖК ПФЭГБК с $\sigma \simeq 10^{-12}$ (Ом·см) $^{-1}$ можно оценить ϵ_s , значение которого при $\tau \simeq 3 \cdot 10^2$ равно $\epsilon_s \simeq 3 \cdot 10^3$. Используя численные данные по оценке толщины слоя по-

верхностной поляризации $\delta \simeq 3 \cdot 10^{-6}$ см [5], получаем оценку емкости слоя поверхностной поляризации $C^s \simeq 3 \cdot 10^2$ мкФ.

Таким образом, в данной работе обнаружено, что в тонких слоях НЖК с большой диэлектрической анизотропией наблюдается явление памяти, которое, по-видимому, связано с ориентационной неустойчивостью слоя поверхностной поляризации в электрическом поле. В заключение отметим, что работа была выполнена благодаря частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

- [1] Блинов Л.М. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. М., 1978. 384 с.
- [2] Владимиров Ф.Л., Моричев И.Е., Плетнева Н.И. // 1983. Т. 53. В. 5. С. 919–921.
- [3] Лаурентович О.Д., Пергаменщик В.М., Сергин В.В. // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 1. С. 208–211.
- [4] *Laurentovich O., Pergamenshchik V., Sergan V.* // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 1990. V. 192. P. 239–293.
- [5] Лачинов А.Н., Чувьров А.Н., Сонин А.С. // ФТТ. 1982. Т. 24. В. 1. С. 255–258.

Отдел физики Уфимского
научного центра;
Башкирский государственный
университет
Уфа

Поступило в Редакцию
15 августа 1994 г.

