

УДК 621.372.826

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ОРИЕНТАЦИЮ ДИРЕКТОРА НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

С. Р. НЕРСИСЯН, В. О. ОГАНЕСЯН, В. Б. ПАХАЛОВ,
Н. В. ТАБИРЯН, Ю. С. ЧИЛИНГАРЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 2 февраля 1983 г.)

Экспериментально обнаружена переориентация директора нематического жидкого кристалла МББА с гомеотропной ориентацией при приложении к ячейке внешнего давления. Эффект имеет пороговый характер и по внешним проявлениям аналогичен переходу Фредерикса.

1. В настоящей работе сообщается о результатах исследования влияния внешнего давления на ориентацию директора гомеотропно ориентированного слоя нематического жидкого кристалла (НЖК) МББА. Схема эксперимента представлена на рис. 1. Излучение $He-Ne$ -лазера ($\lambda = 0,63$ мкм), проходя через поляризатор и оптическую систему, падало расходящимся пучком на ячейку НЖК, помещенную в магнитное поле.

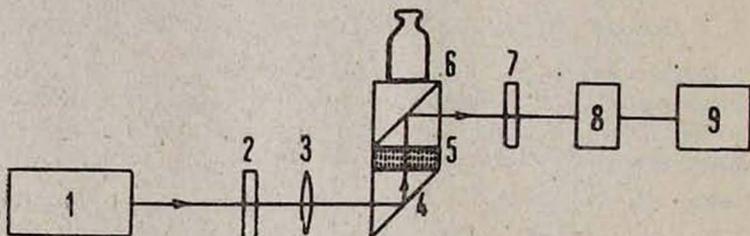


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1— $He-Ne$ -лазер, 2—поляризатор, 3—оптическая система, 4—стеклянная призма, 5—кювета с НЖК МББА, 6—рамка вместе с грузиком, 7—анализатор, 8—ФЭУ, 9—самописец. Магнитное поле приложено перпендикулярно к плоскости рисунка.

Коноскопическая картина, получаемая на выходе анализатора, регистрировалась с помощью ФЭУ и самописца. Давление прикладывалось к верхней подложке ячейки на поверхности площадью 3×2 см² с помощью специальной рамки и грузиков разных весов. Эксперимент сначала был проведен без включения магнитного поля.

Если при подготовке ячейки в объеме НЖК оставался пузырек воздуха, то независимо от толщины ячейки и приложенного давления какие-либо изменения в коноскопической картине не наблюдались. Это свидетельствует об отсутствии искажений гомеотропной ориентации НЖК.

Весьма интересные эффекты возникали в случае, когда ячейка изготовлялась таким образом, что она не содержала в себе пузырьков воздуха и была герметически закрыта. В этом случае при превышении внешнего

давления P (дин/см²) над некоторым пороговым значением $P_{\text{пор}}$ коноскопическая картина, характерная для гомеотропной ориентации, превращалась в систему гипербол. Это указывает на то обстоятельство, что в НЖК происходит переориентация директора. Зависимость числа осцилляций, зарегистрированных на самописце, от приложенного давления для ячеек с толщинами $L = 100$ мкм и $L = 250$ мкм приведена на рис. 2. Зависимость времени установления процесса от приложенного давления представлена на рис. 3. Время обратной релаксации явления после снятия давления не зависит от его первоначального значения.

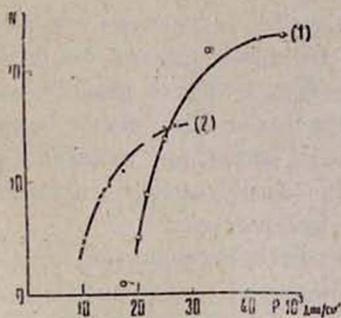


Рис. 2.

Рис. 2. Зависимость числа осцилляций, зарегистрированных на самописце, от приложенного давления: $L = 100$ мкм (1); $L = 250$ мкм (2).

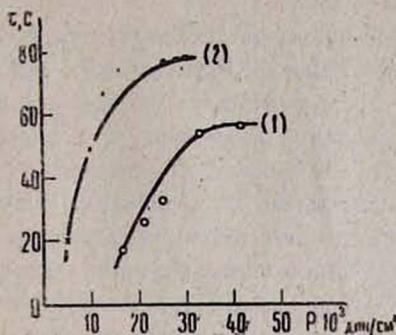
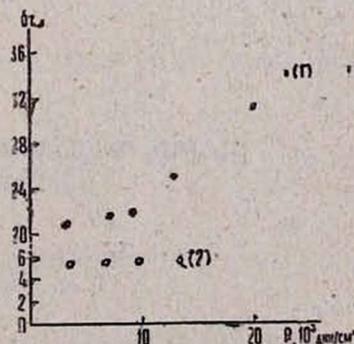


Рис. 3.

Рис. 3. Зависимость времени установления процесса от приложенного давления: $L = 100$ мкм (1); $L = 250$ мкм (2).

Было исследовано влияние давления на переход Фредерикса под действием статического магнитного поля. Приложенное давление, не превышающее критическое значение, не приводило к изменению порога перехода Фредерикса по магнитному полю H_c . Однако при малых превышениях магнитного поля над пороговым значением H_c время между двумя соседними максимумами осцилляций, характеризующее константу релаксации процесса, сильно зависит от давления (см. рис. 4). Это время оказывается не зависящим от давления при больших превышениях H над порогом.

Рис. 4. Зависимость времени между двумя первыми максимумами от приложенного давления при наличии магнитного поля ($L = 100$ мкм; $H_c = 700$ Гс): $H = 750$ Гс (1); $H = 1050$ Гс (2).



2. Интерпретация этого явления как гидродинамического движения или возмущения директора из-за деформации подложек ячейки связана со следующими трудностями. 1. Гидродинамическое движение из-за связи течения и ориентации может привести только к таким возмущениям дирек-

тора, которые исчезают по установлению процесса. Нужно также иметь в виду, что времена гидродинамических процессов существенно меньше измеренных нами времен релаксаций. Действительно, такое явление замечается в начальный момент приложения грузиков на ячейку с пузырьком воздуха. 2. Попытка объяснить переориентацию директора деформацией подложек ячейки, на которых задается жесткая ориентация директора, связана с трудностями объяснения отсутствия такого же явления в ячейке с пузырьком воздуха. Кроме этого, при таком механизме переориентации директора следовало бы ожидать равенства времен установления процессов «включения» и «выключения» эффекта, что, как было сказано выше, не имеет места.

Механизм рассматриваемого эффекта мог бы заключаться в перегруппировке анизотропных молекул НЖК под действием сжатия таким образом, чтобы уменьшить стерическое взаимодействие. Такая перегруппировка заведомо возможна во флексоэлектрических ЖК, каким является МББА. Разумеется, для точного установления механизма явления требуются детальные исследования. Возможности практического применения явления делают такие исследования весьма интересными.

Схожесть переориентации директора в нашем эксперименте с переходом Фредерикса под действием внешнего однородного магнитного поля [1] заключается, помимо вышесказанного, в примерном постоянстве произведения $P_{\text{пор}} L \approx 0,61 \cdot 10^{12}$ эрг/см². Если по аналогии с переходом Фредерикса под действием статического магнитного поля записать выражение для $P_{\text{пор}} L$ в виде $P_{\text{пор}} L = \mp (K_{33}/\mu)^{1/2}$, то для феноменологически введенной константы μ , как бы характеризующей анизотропные свойства НЖК в отношении давления, получим $\mu \approx 2 \cdot 10^{-9}$ см³/эрг. Интересно заметить, что примерно такую же величину можно получить, если оценить μ из соображений размерности: $\mu \sim (NU)^{-1}$, где $N \sim 10^{23}$ см⁻³ — число молекул в единице объема НЖК, $U \sim 10^{-13}$ эрг — энергия взаимодействия между молекулами.

Авторы глубоко благодарят Б. Я. Зельдовича и В. А. Белякова за ценные замечания и обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Де Жен П. Физика жидких кристаллов. Изд. Мир, М., 1977.

ՀՆՇՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՆԵՄԱՏԻԿ ՀԵՂՈՒԿ ԲՅՈՒՐԵՂԻ ԴԻՐԵԿՏՈՐԻ ՕՐԻԵՆՏԱՑԻԱՅԻ ՎՐԱ

Ս. Ռ. ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ, Վ. Հ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Վ. Բ. ՊԱԽԱՆՈՎ,
Ն. Վ. ԹԱՐԻՐՅԱՆ, ՅՈՒ. Ս. ԶԻՆԻԳՍՐՅԱՆ

Փորձնականորեն նկատված է զոմոնոտրոպ օրիննտացիայով ՄԲԲԱ նեմատիկ հեղուկ բյուրեղի դիրեկտորի վերաօրինտացիա արտաքին ճնշման ազդեցությամբ: Երևույթն ունի շեմային բնույթ և նման է Ֆրեդերիքսի անցմանը: Ստացված են նաև մի շարք բնութագրական կորեր:

THE INFLUENCE OF PRESSURE ON THE ORIENTATION OF NEMATIC LIQUID CRYSTAL DIRECTOR

S. R. NERSISYAN, V. O. HOVHANNESYAN, V. B. PAKHALOV,
N. V. TABIRYAN, Yu. S. CHILINGARYAN

The director of homeotropically aligned nematic liquid crystal was experimentally observed to reorient under the action of an external pressure. The effect has threshold character and resembles the Fredericks transition.