

УДК 621.372.826

ОПТИЧЕСКАЯ АНИЗОТРОПИЯ ХОЛЕСТЕРИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА С ГОМЕОТРОПНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ НА СТЕНКАХ

Р. С. АКОПЯН, Р. Б. АЛАВЕРДЯН, Ю. С. ЧИЛИНГАРЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 5 июля 1985 г.)

Наблюдена интерференционная картина в виде полос равной толщины между скрещенными поляризаторами в холестерическом жидком кристалле с гомеотропными граничными условиями. Предложен возможный механизм интерференции.

Известно [1], что холестерический жидкий кристалл (ХЖК) с гомеотропными граничными условиями образует однородную гомеотропную структуру во всем объеме при малых толщинах ячейки. При толщинах L , больших некоторого критического значения $L_{кр} = (K_3/2K_2)p$ (p — шаг свободной холестерической спирали, K_2, K_3 — константы упругости Франка), гомеотропная ориентация директора становится неустойчивой. Устойчивому состоянию соответствует неоднородная спиральная структура с осями спиралей, приблизительно параллельными плоскому слою ХЖК. В работе [1] экспериментальное исследование было проведено в слое ХЖК между плоско-выпуклой линзой и плоской стеклянной пластиной.

В настоящей работе экспериментально показано, что если описанную выше ячейку поместить между скрещенными поляризаторами, то получится интерференционная картина полос равной толщины в виде концентрических колец.

Пусть пространство между плоско-выпуклой линзой и плоской стеклянной пластиной заполнено смесью ХЖК — холестерилхлорида с нематическим жидким кристаллом (НЖК) — 5ЦБ. Присутствие НЖК в смеси обеспечивает большой шаг свободной спирали ХЖК. Изменением концентрации ХЖК в НЖК можно получить смеси с разными шагами свободной спирали. Линза и плоская пластина обрабатывались лигетином, чтобы получить гомеотропные жесткие сцепления молекул на границах. Если поместить такую ячейку между скрещенными поляризаторами, то будет наблюдаться интерференционная картина, показанная на рис. 1. Центральный темный круг соответствует однородной гомеотропной структуре смеси, когда все молекулы ориентированы преимущественно перпендикулярно нижней плоской пластине. Граница круга определяется соотношением $d_0 = \xi p$, где $d_0 = r_0^2 / (2R - r_0)$ — толщина слоя жидкого кристалла, r_0 — радиус круга, R — радиус плоско-выпуклой линзы. Для экспериментального определения ξ ($\approx 0,8$) шаг спирали p измерялся методом «отпечатков пальцев» [2].

В области $r > r_0$ смесь образует неоднородно расположенные спиральные структуры. Каждую из этих спиралей представим в виде одноосного кристалла. Обозначим через $n_{||}$ и n_{\perp} показатели преломления для световой волны, поляризованной в направлении оси одной спирали и в перпендикулярном направлении. Если бы все спирали располагались параллельно друг другу, то мы имели бы одноосный кристалл между скрещенными поляризаторами. Тогда интенсивность прошедшей волны определялась бы известной формулой [3]

$$I = I_0 \sin^2(2\varphi) \sin^2(\delta/2).$$

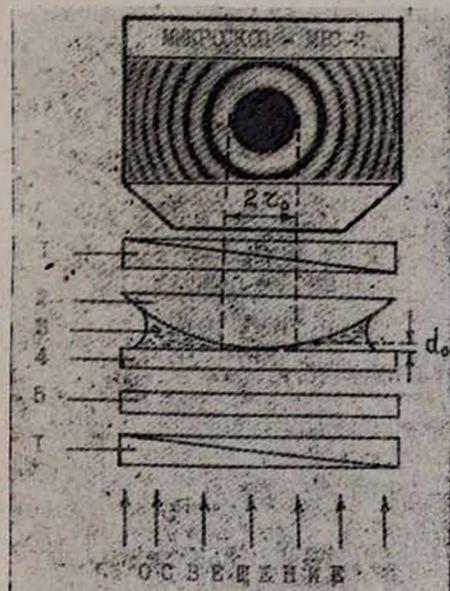


Рис. 1.

Рис. 1. Схема эксперимента и интерференционная картина, наблюдаемая в микроскоп: 1 — поляризаторы, 2 — сферическая линза, 3 — смесь ХЖК + НЖК, 4 — стеклянная пластина, 5 — интерференционный фильтр ($\lambda = 530$ нм).

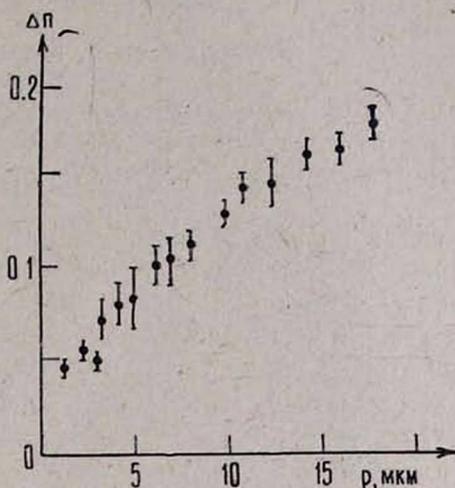


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость Δn от шага p свободной холестерической спирали.

В нашем же случае расположение спиралей предполагается хаотичным, так что $\langle \sin^2 2\varphi \rangle = 1/2$. Из условия минимума $\delta/2 = m\pi$ получаем $(2\pi/\lambda) \Delta n d_m = 2\pi m$, где λ — длина световой волны в воздухе, $\Delta n = n_{||} - n_{\perp}$, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, $d_m = r_m^2 / (2R - r_m)$. Тогда расстояние между двумя минимумами определяется формулой

$$\Delta r_m = \frac{R\lambda}{\Delta n r_m}.$$

С помощью этой формулы экспериментально можно определить Δn . На рис. 2 изображена зависимость Δn от шага p свободной спирали. Понятно, что при $p \rightarrow 0$ и $p \rightarrow \infty$ анизотропия спиралей исчезает, и поэтому $\Delta n \rightarrow 0$. Отметим важные особенности полученной интерференционной картины: 1) расположение колец сильно зависит от шага холестерической спирали; 2) показатель преломления жидкого кристалла больше, чем по-

казатели преломления для границ; 3) в отсутствие скрещенных поляризаторов интерференция не наблюдается. Все это свидетельствует о том, что природа описанной интерференции резко отличается от природы колец Ньютона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brehm M., Finkelmann H., Stegemeier H. Ber. Bunsenges (Phys. Chem.), 78, 883 (1974).
2. Блинов Л. М. Электро- и магнитооптика жидких кристаллов. Изд. Наука, М., 1978.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Изд. Наука, М., 1970.

ՊԱՏԵՐԻ ՎՐԱ ՀՈՄԵՈՏՐՈՊ ԿՈՂՄԱՆՈՐՈՇՈՒՄՈՎ ԽՈՒՆՍԵՐԻԿ ՀԵՂՈՒԿ
ԲՅՈՒՐԵՂԻ ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ԱՆԻՉՈՏՐՈՊԻԱՆ

Ռ. Ս. ՀԱԿՈՐՅԱՆ, Ռ. Բ. ԱԼԱՎԵՐԴՅԱՆ, ՅՈՒ. Ս. ՉԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ

Խաչված բևեռացուցիչների միջև դիտված է հավասար հաստության շերտերի ինտերֆերենցիա հոմեոտրոպ սահմանային պայմաններով խոլեստերիկ հեղուկ բյուրեղում: Առաջարկված է ինտերֆերենցիայի հնարավոր մեխանիզմ:

OPTICAL ANISOTROPY OF A CHOLESTERIC LIQUID CRYSTAL WITH HOMEOTROPIC ORIENTATION ON THE WALLS

R. S. HAKOPYAN, R. B. ALAVERDYAN, YU. S. CHILINGARYAN

An interference pattern in the form of fringes of equal thicknesses between crossed polarizers is observed in a cholesteric liquid crystal with homeotropic boundary conditions. A possible mechanism for the formation of interference is proposed.