

Особый интерес представляют оптич. свойства холестерич., а также хиральных смектич. \bar{C} фаз. Т. к. эти вещества имеют спиральную структуру (рис. 7, 10) с шагом спирали h от десятых долей мкм до ∞ , то видимое и ИК-излучение дифрагирует на спиральной структуре, что приводит к селективному отражению волн, распространяющихся вдоль оси спирали. Длина волны максимума брэгговского отражения $\lambda_{\text{макс}}$ и его полуширина $\Delta\lambda$ определяются шагом спирали: $\lambda_{\text{макс}} = hn$, $\Delta\lambda = h\Delta n$, где $\bar{n} = (n_{\parallel} + n_{\perp})/2$, $\Delta n = n_{\parallel} - n_{\perp}$ — ср. показатель преломления и оптич. анизотропия холестерич. Ж.к. Значение $\lambda_{\text{макс}}$ сильно зависит (через h) от темп-ры, давления и внеш. полей. Вне области селективного отражения холестерич. Ж.к. обладают *оптической активностью* (до 100 полных поворотов на 1 мм толщины слоя).

Анизотропия упругости. Неоднородность поля директора $L(r)$ означает ориентац. деформацию среды. Для её описания в случае нематич. Ж.к. величина свободной энергии Φ дополняется энергией ориентац. упругости, содержащей вторые степени производных $L(r)$ по координатам. При этом выделяют три типа деформаций: поперечный и продольный изгибы и закручивание (рис. 13). Каждая из этих деформаций описывается своим *модулем упругости*. Обращение в нуль вариант производных $\delta\Phi/\delta L$ даёт ур-ния ориентац. упругости, решения к-рых описывают, в частности, поведение нематич. Ж.к. во внеш. упругих полях.

В смектич. фазах разрешены только те виды ориентац. деформаций, к-рые не приводят к разрушению молекулярных слоёв. В частности, в смектич. А фазе возможна лишь деформация поперечного изгиба. С др. стороны, одномерная решётка (волна плотности) $\rho(z)$ имеет модуль упругости, характеризующий трансляц. деформацию вдоль оси z . В общем случае деформации смектич. Ж.к. включают в себя ориентац., трансляц., а также перекрёстные вклады, и число модулей упругости в низкосимметричных смектич. фазах достигает неск. десятков.

Энергия ориентац. деформаций нематич. Ж.к. крайне мала. Поэтому флуктуации директора $\delta L(r)$ имеют значит. амплитуду, что наряду с большой оптич. ани-

Ж.к. — взаимодействие между течением и вектором ориентаций. Динамич. состояние нематич. Ж.к. можно охарактеризовать полем скоростей жидкости $v(r)$ и полем директора $L(r)$, зависящими друг от друга. Без учёта эскимаемости эти вещества можно описать 5 коэф. вязкости, к-рые связаны с силами трения, возникающими при наличии градиентов скорости течения, угл. скорости вращения L и разл. ориентации L . Эти коэф. зависят от S и обращаются в 0 в изотропной фазе, 6-й коэф. эквивалентен вязкости изотропной жидкости. В случае смектич. Ж.к. в фазе А это справедливо только для направлений течения вдоль плоскости слоёв. Анизотропия вязкости Ж.к. приводит к анизотропии их электропроводности.

Электрооптические свойства. Анизотропия электрич. и оптич. свойств наряду со свойством текучести Ж.к. обуславливает многообразие электрооптич. эффектов. Наиб. важны ориентац. эффекты, не связанные с протеканием тока через вещество и обусловленные чисто диэлектрич. взаимодействием внеш. электрпч. поля E с анизотропией ϵ_a среды. Во внеш. поле Ж.к. стремится ориентироваться так, чтобы направление, в к-ром его диэлектрич. проницаемость максимальна, совпало с направлением поля; при этом либо $L \parallel E$, либо $L \perp E$ в зависимости от знака ϵ_a . С переориентацией директора связано изменение направления оптич. оси, т. е. практически всех оптич. свойств образца (двойного лучепреломления, поглощения света, вращения плоскости поляризации и т. д.). Теоретический процесс переориентации описывается добавлением к исходной энергии Φ квадратичного члена — $\epsilon_a (EL)^2/8\lambda$ и нахождением нового устойчивого состояния с помощью минимизации Φ . Если, напр., в исходном состоянии вектор L параллелен прозрачным электродам и $\epsilon_a > 0$, то при нек-ром критич. значении поля $E \perp L$ произойдёт переориентация L , т. е. оптич. оси нематич. Ж.к., в направлении E , причём $E_{кр} \sim \epsilon_a^{-1/2}$. Этот переход, так же как и его магн. аналог, наз. п е р е х о д о м Ф р е д е р и к с а.

Наиб. практич. значение имеет т. н. твист-эфф-ект, представляющий собой тот же переход Фредерикса, но в предварительно закрученной (твист-) структуре (рис. 13, а). В отсутствие поля свет, предва-рительно поляризованный с помощью, напр., плёночного поляроида, проходит сквозь твист-структуру с поворо-том плоскости поляризации на угол $\pi/2$. Если на стёкла нанесены прозрачные электроды, то при наложе-нии электрич. поля в случае $\epsilon_a > 0$ директор переориен-тируется \perp стёклам и ячейка теряет способность по-ворачивать плоскость поляризации света. На выходе ячейки обычно ставят плёночный анализатор и наблю-дают изменение оптич. пропускания. Этот эффект при-меняют в чёрно-белых индикаторах информации.

Для цветных устройств используется др. эффект, вызванный переориентацией молекул красителя («гость»), введённых в жидкокристаллич. матрицу («хозяин») вместе с самой матрицей (эффект «гость—хозяин»). Красители, ориентированные Ж.к., обладают сильным дихроизмом, зависящим от внеш. поля (ана-лизатор в этом случае не нужен).

Геликоидальная структура холестерич. Ж.к. может быть «раскручена» электрпч. полем, так что все её специфич. свойства (оптич. активность, круговой дих-роизм, селективное отражение света) исчезают. При выключении поля эти свойства восстанавливаются, что даёт целую гамму важных электрооптич. эффектов.

Особые ориентац. эффекты характерны для сегнето-электрич. Ж.к. В этих веществах поле E может взаи-модествовать со спонтанной поляризацией \mathcal{P} , что приводит к вкладу $\sim \mathcal{P}E$ в энергию Φ . Переориентация \mathcal{P} сопровождается переориентацией оптич. оси, причём знак отклонения L зависит от знака поля (линейный электрооптич. эффект). В нематич. Ж.к. дисольная поляризация в поле E также может сопровождаться слабым, линейным по E искривлением молекулярной

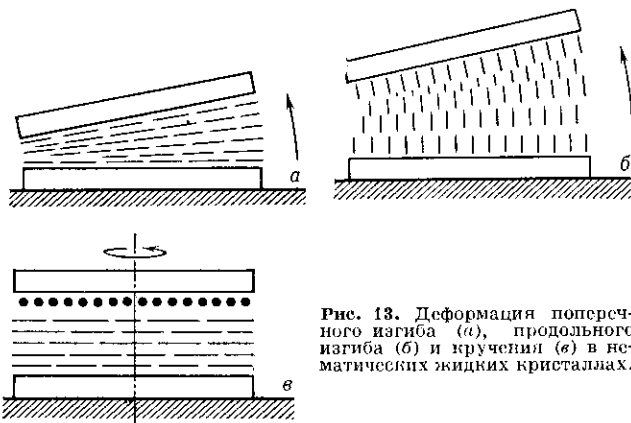


Рис. 13. Деформация поперечного изгиба (а), продольного изгиба (б) и кручения (в) в нематических жидких кристаллах.

зотропной среды приводит к сильному рассеянию света. Этим объясняется характерная мутность нематич. Ж.к. Для ориентированных образцов смектич. Ж.к. сильное рассеяние света наблюдается лишь в избранных направлениях в соответствии с видом разрешённых ориентац. деформаций.

Динамические свойства. Гидродинамика Ж.к., особенно нематич. Ж.к., имеет много общего с гидродинамикой изотропных жидкостей. В случае нематич. Ж.к., напр., для любых направлений справедливы ур-ние неразрывности и ур-ние движения жидкости (*Навье—Стокса уравнения*). Особенность гидродинамич. свойств