

для клина с эквивалентным углом раскрыва $\theta' = 2\alpha \operatorname{arctg} [\operatorname{tg}(\theta/2) \cos \alpha]$. Таким образом, даже при фиксированном θ должны наблюдаться осцилляции $|R|$ и $|T|$ при изменении угла падения α .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Викторов И. А. Звуковые поверхностные волны в твердых телах. М.: Наука, 1981. [2] Кнорроff L. In: Wave propagation in solids. Ed. J. Miklowitz. N. Y.: ASME, 1969, p. 3. [3] Viswanathan K., Куо J. T., Larwood E. R. Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1971, 24, N 4, p. 401. [4] Yoneyama T., Nishida S. J. Acoust. Soc. Am., 1976, 59, N 1, p. 206. [5] Скучик Е. Простые и сложные колебательные системы. М.: Мир, 1971. [6] Микер Т., Мейтцлер А. В кн.: Физическая акустика. Под ред. У. Мэсона. Т. 1, ч. А. М.: Мир, 1966, с. 140.

Поступила в редакцию
29.10.84

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1985, Т. 26, № 4

УДК 535.36:532.783

СПЕКТРЫ ДЕПОЛЯРИЗОВАННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА В ИЗОТРОПНОЙ ФАЗЕ НЕКОТОРЫХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Г. П. Петрова, А. С. Тлеубаев

(кафедра молекулярной физики)

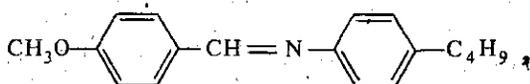
Различные методы исследования динамики молекул и межмолекулярного взаимодействия в жидкокристаллических веществах позволили обнаружить существование нескольких типов реориентационных движений отдельных молекул и целых комплексов с одинаковой молекулярной ориентацией [1—5]. Среди них могут иметь место вращение отдельных молекул вокруг длинной молекулярной оси, быстрые стохастические флуктуации направления длинной молекулярной оси по отношению к директору и перескоки на большие углы, а также заторможенное вращение молекул вокруг короткой оси.

В окрестности фазового перехода изотропная жидкость — жидкий кристалл существенно изменяется ориентационный порядок среды. Флуктуации в ориентации оптически анизотропных молекул приводят к появлению очень интенсивного спектра деполяризованной компоненты рассеянного света, так называемого крыла рэлеевской линии, исследование которого позволяет получить информацию о поворотном движении молекул и релаксационных процессах, происходящих при фазовых переходах в мезогенных веществах.

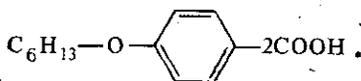
Температурные зависимости времен релаксации анизотропии определялись по спектрам деполяризованной компоненты рэлеевского рассеяния света в изотропной фазе двух нематических жидких кристаллов — 4-метоксибензилден-4'-бутил анилина (МББА) и гексилоксибензойной кислоты (ГСОБК) вблизи точки перехода в мезофазу.

Структурные формулы исследованных веществ:

МББА:



ГСОБК:



МББА марки Ч использовалась без дополнительной очистки, ГСОБК дополнительно перекристаллизовывалась из раствора в ацетоне. Соответствующие температуры перехода нематическая фаза — изотропная жидкость были равны 35 и 152,5° С. Вещества были обеспылены путем фильтрации расплава через систему пористых стеклянных фильтров и помещены в вакуумированные стеклянные кюветы.

Спектры рассеянного света исследовались с помощью сканирующего интерферометра Фабри—Перо с областью дисперсии до $16,64 \text{ см}^{-1}$. Источником излучения служил He—Ne лазер с мощностью луча 25 мВт, $\lambda = 632,8 \text{ нм}$. Объективом с фокусным расстоянием 300 нм интерференционная картина фокусировалась на диафрагму, радиус которой r выбирался из условия $r \leq F\sqrt{2/R}$, где F — фокусное расстояние объектива, R — разрешающая способность интерферометра. Рассеянный свет регистрировался под углом 90°. Перед интерферометром помещалась призма Франка—Риттера, которая позволяла выделить деполяризованную компоненту рассеянного света. Спектры деполяризованной компоненты регистрировались с помощью фотоэлектрической системы, состоящей из ФЭУ-79, усилителя У2-6 с синхронным детектором и самописца КСП-4. Для термостатирования исследуемых образцов использовался специальный нагреватель, имевший две обмотки — основную и экранирующую. Температура стабилизировалась в пределах 0,1° С.

Перед началом регистрации каждого спектра снималась аппаратная функция установки. Средняя полуширина аппаратной функции в ходе эксперимента была $0,1 \text{ см}^{-1}$ при толщине распорного кольца 0,3 мм.

При съемке максимумов интерференционной картины чувствительность усилителя уменьшалась на 1—2 порядка по сравнению с чувствительностью, необходимой для регистрации остальных участков спектра рэлеевской линии. На рис. 1 приводятся типичные спектры депо-

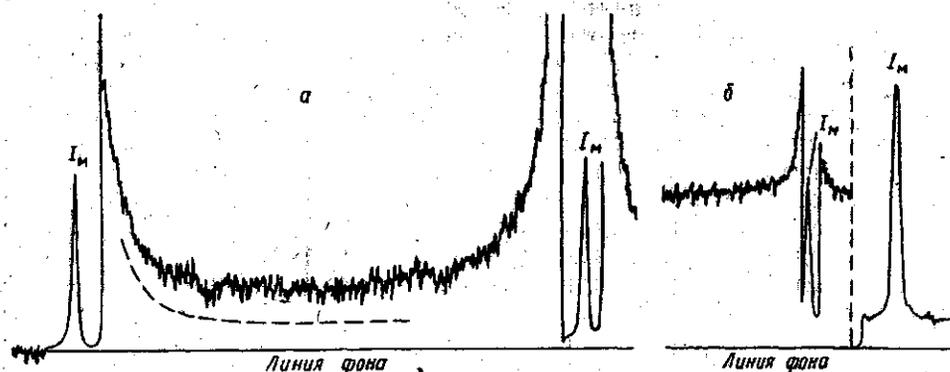


Рис. 1. Спектры деполяризованной компоненты рассеянного света в изотропной фазе МББА и ГСОБК (I_m — максимум порядка интерференции): а — МББА при 56°С, пунктиром указан аппаратный контур, б — ГСОБК при 165°С

ляризованной компоненты рассеянного света для МББА и ГСОБК. На интерферограмме спектра, снятого в МББА, пунктиром показан контур аппаратной функции. На спектрах в ГСОБК фон аппаратной функции был пренебрежимо мал вследствие малой интенсивности центральных максимумов. При обработке спектров учитывались поправки на изменение скорости сканирования, приводящее к нелиней-

ности развертки, а также ошибка, связанная с инерционностью регистрирующей системы.

Согласно [6], релаксационный процесс с временем релаксации τ должен модулировать рассеянное излучение, в результате чего распределение интенсивности по частоте может быть представлено выражением

$$I(\nu) = I_0 / (1 + \nu^2 / \beta^2),$$

где β — полуширина контура рэлеевской линии, ν — текущая частота в см^{-1} ($\nu = \omega / (2\pi c)$). Время релаксации определяется выражением $\tau = 1 / (2\pi c \beta)$.

Сложность расшифровки полученных спектрограмм заключается в том, что в результирующий спектр деполаризованной компоненты дают вклад различные процессы релаксации анизотропии, существенно отличающиеся друг от друга характерными временами релаксации. Можно предположить, что в изотропной фазе жидких кристаллов имеется по крайней мере два релаксационных процесса, определяемых быстрыми поворотными движениями отдельных молекул и медленными флуктуациями ориентации молекул или локальной ориентационной упорядоченности скоррелированных групп молекул. В этом случае на интерферограммах спектров должно наблюдаться распределение интенсивности, образованное сложением двух дисперсионных контуров — широкого и узкого. Для каждого порядка интерференции будет наблюдаться некоторое суммарное частотное распределение интенсивности, образованное вследствие ограниченности области дисперсии наложением всех порядков интерференции от $-\infty$ до $+\infty$.

Для расшифровки интерферограмм использовался метод [7], согласно которому аппаратная функция интерферометра может быть представлена как сумма дисперсионных контуров, с полушириной α , эквидистантно расположенных по оси частот. Видимое распределение определяется как сумма сверток по всем порядкам интерференции:

$$W(\nu) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} I(\nu-x) \left[I_0 / \left(1 + \left(\frac{x+n[\Delta\nu]}{\alpha} \right)^2 \right) \right] dx,$$

где $I(\nu)$ — искомое распределение, $[\Delta\nu]$ — область дисперсии, и также представляет собой дисперсионный контур с полушириной $\gamma = \alpha + \beta$.

Для определения полуширины искомого контура на интерферограммах находились ординаты W_{\min} и $W(\nu_b)$, где ν_b — частота вблизи максимума порядка интерференции, на которой вклад от узкого лоренциана (аппаратной функции) пренебрежимо мал. Для нахождения γ использовалась формула

$$\gamma = \frac{[\Delta\nu]}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{\Phi+1}+1}{\sqrt{\Phi+1}-1},$$

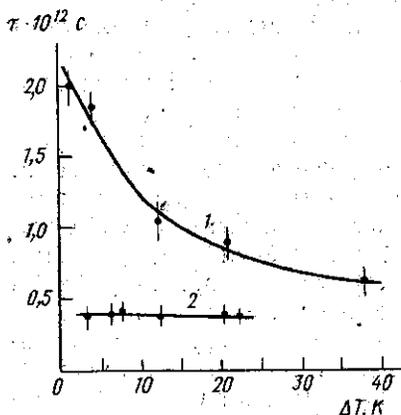
где

$$\Phi = \frac{1 - W_{\min}/W(\nu_b)}{W_{\min}/W(\nu_b) - \sin^2 \pi \nu_b / [\Delta\nu]}.$$

Полуширина искомого дисперсионного контура определялась как $\beta = \gamma - \alpha$, что позволяло найти время релаксации τ .

Как можно видеть на рис. 1, спектры для МББА отличались высокой интенсивностью центрального максимума и сравнительно малой яркостью крыльев, в то время как для ГСОБК интенсивность крыльев

сравнима с интенсивностью спектра в максимуме ($\sim 0,1 I_m$), причем интенсивность крыльев уменьшается очень медленно к середине между интерференционными пиками. Это может быть следствием того, что вклад быстрых реориентационных движений в деполяризованное рассеяние в ГСОБК выше, чем в МББА. С ростом температуры в обоих веществах интенсивность центрального максимума уменьшалась, а интенсивность крыльев росла. На рис. 2 приводятся времена релаксации



анизотропии, рассчитанные по спектрам в изотропной фазе МББА и ГСОБК при различных температурах. Величины τ для МББА примерно в два раза выше, чем для ГСОБК. С ростом температуры τ уменьшается. Полученные значения τ для изотропной фазы МББА оказываются существенно меньше времени релаксации $\tau = (1 \div 2) \cdot 10^{-10}$ с, определенного по дисперсии скорости звука [8].

Сопоставление времен релаксации анизотропии, полученных в нашей работе, с характерными временами различных реориентационных молекулярных

Рис. 2. Зависимость времени релаксации анизотропии τ от ΔT в МББА (1) и ГСОБК (2)

движений [4, 5] позволяет высказать предположение, что ближняя часть крыла рэлеевской линии в изотропной фазе изученных жидкокристаллических веществ определяется быстрыми движениями отдельных молекул или фрагментов молекул, например колебаниями бензольного кольца. Такое заключение подтверждается еще и тем, что для молекулы ГСОБК, имеющей только одно бензольное кольцо, соответствующее время τ в два раза меньше, чем в МББА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Janik J. A. In: Second Liquid Crystal Conference of Socialist Countries. Sunny Beach, Bulgaria, sept. 27—30, 1977, p. 16. [2] Kiróv N., Simova P. Phys. Lett., 1971, 37A, N 1, p. 51. [3] Де Жен П. Физика жидких кристаллов. М.: Мир, 1977. [4] Janik J. A. et al. Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1983, 98, p. 67. [5] Witko W. Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1983, 99, p. 161. [6] Leontovitch M. J. Phys. USSR, 1941, N 4, p. 499. [7] Аблеков В. К. Опт. и спектр., 1959, 6, с. 562. [8] Алейников А. Б., Петрова Г. П. Опт. и спектр., 1977, 43, с. 267.

Поступила в редакцию
30.05.84

ГЕОФИЗИКА

УДК 551.463:551.466

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛЕНОК ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ

А. А. Бельх, Л. М. Ворониц, А. А. Лазарев, К. В. Показеев

(кафедра физики моря и вод суши)

Пленки поверхностно-активных веществ (ПАВ) встречаются на поверхности Мирового океана повсеместно. Появление их обусловлено как природными биологическими процессами, так и деятельностью че-