

Физика

УДК 535+532.783

Օ. Ս. ԵՐԻՇՅԱՆ, Ջ. Օ. ՆԻՆՕՅԱՆ, Ա. Ա. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

К ОПТИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ
ПРИГРАНИЧНОГО ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ
ХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Предложен способ оценки толщины приграничного слоя, заключающийся в замене нерезкой границы резкой, смещенной на половину толщины приграничного слоя. Приведены также результаты расчета влияния непостоянства шага спирали во всей толщине пластинки холестерического жидкого кристалла на оптические характеристики пластинки.

Граница раздела между двумя средами (одной из которых может быть и вакуум) предоставляет новые условия для изучения строения вещества: обрыв непрерывности приводит к разным физическим эффектам (см., напр., [1] гл. 5 и 6 и [2, 3]).

Одним из давно известных эффектов наличия приграничного слоя, в котором свойства среды отличаются от свойств в глубине среды, являются отклонения от формул Френеля [4—5]. Приграничный слой может быть изучен разными подходами [4—8].

Подход теории возмущений был применен в [9] к приграничному слою холестерического жидкого кристалла (ХЖК). Ниже приведены некоторые результаты расчета на ЭВМ, относящиеся к двум разным случаям применимости теории возмущений.

а) Имеется слой толщиной $\delta \ll \lambda$ (λ —длина волны света) на обеих границах ХЖК, граничащего с обеих сторон с изотропными стеклянными пластинками. Как было показано в [9] для ХЖК, при линейной зависимости от z' (z' —расстояние, данной точки ХЖК, находящейся в приграничном слое, от ближайшей геометрической границы) отклонений компонент тензора поляризуемости ХЖК $\alpha_{ij}(z')$ от установленных в глубине среды значений учет приграничного слоя можно свести к смещению геометрических границ, считая их резкими границами раздела [9]. Вычисленная интенсивность света является функцией смещения x границ: $J_{\text{выч}} = J_{\text{выч}}(x)$, а значение x^* величины x , удовлетворяющее равенству $J_{\text{выч}}(x^*) = J_{\text{изм}}$, равно половине толщины приграничного слоя; $J_{\text{изм}}$ —измеренное значение интенсивности [9].

На рис. 1 приведены графики $J_{\text{выч}}$ для разных длин волн. Параметры трехслойной пластинки указаны под рисунком. Как видно из графиков, линейная зависимость $J(x)$ от x , при которой можно пользоваться описанным здесь способом определения x^* для разных длин волн соблюдается в разных интервалах, что является следствием конкуренции изменения толщин пластинок и интерференции на их границах.

б) При малых толщинах приграничного слоя непостоянство шага спирали (т. е. неравномерная закрученность спирали) в переходном слое сказывается в интенсивности в высших приближениях по параметру

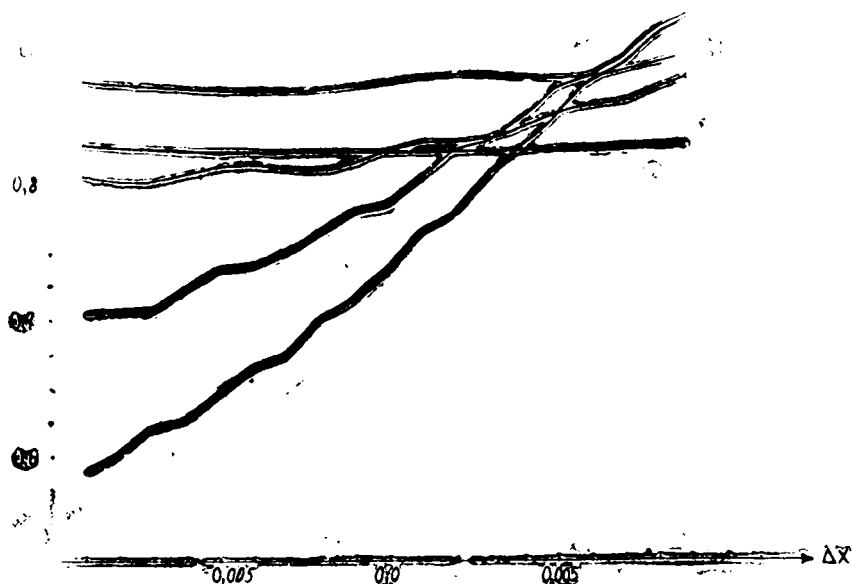


Рис. 1.

δ/λ (в первом приближении вместе с δ/λ фигурируют и величины $a_{ij}(z')$ в переходном слое).

Рассмотрим другой случай—когда изменение шага спирали простирается на всю глубину слоя ХЖК. Такой случай может быть изучен применением теории распространения света в ХЖК при наличии продольной гиперзвуковой волны [10]. Благодаря малости гиперзвуковых частот, по сравнению с оптическими, эта теория была развита в приближении стационарности, что как раз упрощает непосредственное применение соответствующих формул к случаю постоянного во времени шага спирали σ .

Зависимость обратного шага спирали $a=2\pi/\sigma$ от координаты z' может быть аппроксимирована разными формулами. Степень справедливости той или иной аппроксимации может быть установлена, конечно, с помощью сравнения теории с экспериментом.

Рассмотрим аппроксимацию

$$a(z') = a_0 + a_{1c} \cos bz', \quad bd = 2\pi, \quad (1)$$

где z' отсчитывается от границы $z'=0$ ХЖК; d —толщина слоя ХЖК.

Аппроксимации (1) соответствует следующая ситуация: обратный шаг спирали монотонно увеличивается (или уменьшается, в зависимости от знаков a_0 и a_{1c}) при удалении от границ, стремясь к постоянному значению в середине слоя; при этом вблизи границ изменение $a(z)$ происходит медленно.

На рис. 2 приведен график изменения коэффициента прохождения (по интенсивности) через пластинку, происходящего из-за непостоянства в пространстве шага спирали. Как видно из графика, в области дифракционного отражения имеется заметное изменение коэффициента прохождения. На границах этой области применимость теории возмущений, в рамках которой выполнены расчеты, нарушается. Вне области дифракционного отражения изменение коэффициента отражения осциллирует с изменением длины волны. По-видимому, наиболее целесообразной для эксперимента является область дифракционного отражения, где изменение коэффициента прохождения, с одной стороны, значительно, с другой—находится в пределах применимости теории возмущений.

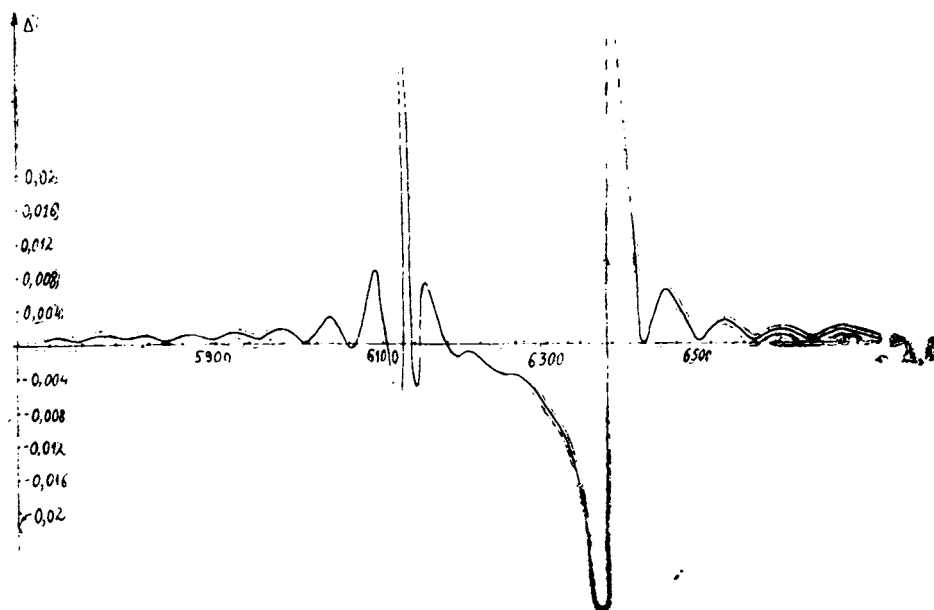


Рис. 2.

Нарушение применимости теории возмущений на граничных частотах области дифракционного отражения обусловлено, по-видимому, тем, что при выбранных параметрах новые частоты дифракционного отражения [10], возникающие из-за наличия гиперзвука, с большой точностью совпадают с указанными граничными частотами.

Кафедра общей физики

Поступила 4.04.1984

ЛИТЕРАТУРА

1. Кизель В. А. Отражение света. М.: Наука, 1973.
2. Дьюк К., Парк Р. Структура поверхности, новые методы ее исследования.—УФН, 1973, т. 111, с. 139.
3. Морохов И. Ф. и др. Структура и свойства малых металлических частиц.—УФН, 1981, т. 133, с. 653.
4. Сивухин Д. В. Феноменологическая теория переходного слоя.—ЖЭТФ, 1943, т. 13, с. 361.
5. Сивухин Д. В. Молекулярная теория отражения и преломления света.—ЖЭТФ, 1948, т. 18, с. 976.
6. Сивухин Д. В. К теории эллиптической поляризации при отражении света от изотропных сред.—ЖЭТФ, 1956, т. 30, с. 374.
7. Agranovich V. M., Yudson V. I. Transition layer effects on gyrotropic and non-gyrotropic media.—Opt. Commun., 1972, v. 5, p. 422.
8. Ерицяц О. С. Взаимодействие света с границами раздела сред с приграничными переходными слоями.—Изв. АН Арм. ССР, Физика, 1977, т. 12, с. 118.
9. Ерицяц О. С. Прохождение света через нерезкую границу холестерического жидкого кристалла.—ФТТ, 1980, т. 22, с. 3684.
10. Ерицяц О. С. Оптика сред с двойной периодической неоднородностью: спиральностью и слоистостью.—Уч. записки ЕГУ, 1982, № 2 (150), с. 158.

Հ. Ս. ԵՐԻՑՅԱՆ, Ժ. Հ. ՆԻՆՈՅԱՆ, Ա. Հ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ ԽՈՒՆՍՏԵՐԻՆԱՑԻՆ ՀԵՂՈՒԿ ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ
ԱՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ՍԱՀՄԱՆԱՄԵՐՁ ՇԵՐՏԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՑԱԼ

Ա մ փ ո փ ու մ

Քննարկվում է խոլեստերինային հեղուկ բյուրեղների անցումային սահմանամերձ շերտի հաստության գնահատման եղանակ: Դիտարկված է երկու դեպք. երբ սահմանամերձ շերտի հաստութունը շատ փոքր է ալիքի երկարությունից և երբ այն տարածվում է հեղուկ բյուրեղային շերտի խորքը: