

УДК 532.535

А.А. ГЕВОРГЯН, Ж.О. НИНОЯН

**ОСОБЕННОСТИ АЗИМУТАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОВОРОТА
ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА В ХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ
ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ ПРИ НАЛИЧИИ ВОЛНЫ,
МОДУЛИРУЮЩЕЙ ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ**

Рассматривается возможность получения желаемого значения коэффициента усиления поворота плоскости поляризации в желаемой области изменения азимута падающей волны φ путем варьирования параметров волны, модулирующей параметры среды. Изучена также зависимость максимального значения коэффициента усиления от длины волны.

1. Особенности азимутальной зависимости поворота плоскости поляризации света в холестерических жидких кристаллах (ХЖК) рассмотрены в ряде работ [1-4]. В [2] изучены особенности азимутальной зависимости в ХЖК. Показано, что в ХЖК зависимость азимута поляризации Ψ , прошедшего через слой ХЖК света, от азимута поляризации φ падающего света имеет нелинейный характер. Такой результат констатирован и в более ранних работах других авторов [1]. Однако в этих работах оставалось незатронутым следующее обстоятельство, являющееся предметом исследований настоящей работы и [2-4], а именно: нелинейная зависимость поворота плоскости поляризации прошедшей волны от азимута поляризации падающей волны, являющаяся результатом неэквивалентности азимуты в плоскости фронта волны [5], означает, что имеются области изменения φ , в которых величины $f = |d\Psi / d\varphi| > 1$ (усиление поворота плоскости поляризации), а также области изменения φ , в которых $|d\Psi / d\varphi| < 1$ (стабилизация азимута поляризации). В [3] рассматриваются эффекты азимутальной зависимости поворота плоскости поляризации в ХЖК при наличии внешнего магнитного поля, а в [4] - влияние поглощения и дисперсии на эффекты азимутальной зависимости поворота плоскости поляризации в ХЖК.

В настоящей работе изучаются особенности азимутальной зависимости поворота плоскости поляризации в ХЖК при наличии волны, модулирующей параметры среды. В [6,7] изучены оптические свойства ХЖК при наличии модулирующей его параметры продольной гиперзвуковой волны. Используя результаты этих работ, ниже мы вычислили зависимость коэффициента усиления f от φ при прохождении света через слой ХЖК, который находится в поле волны, модулирующей параметры среды. Результаты вычислений представлены в виде графиков. В подписях под рисунками указаны те параметры, которыми описывается модуляция параметров среды.

На рис. 1 представлена зависимость f от φ . Сплошная линия соответствует зависимости f от φ при наличии в ХЖК волны, модулирующей параметры среды.

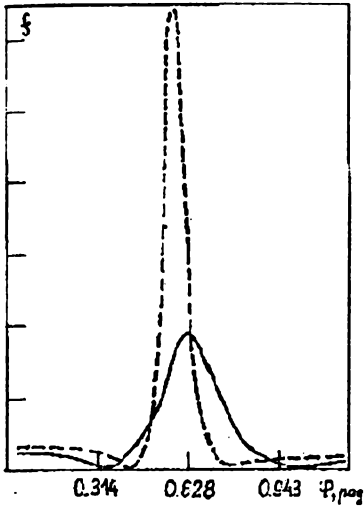


Рис. 1. Зависимость коэффициента усиления от азимута при отсутствии (штриховая кривая) и при наличии (сплошная кривая) волны, модулирующей параметры среды. Обратный шаг спирали a и компоненты ϵ_1 и ϵ_2 тензора диэлектрической проницаемости заданы в виде

$$a = a_0 + a_1 \cdot \cos(b \cdot z),$$

$$\epsilon_{1,2} = \epsilon_{1,2}^0 + \epsilon_{1,2}^1 \cdot \cos(b \cdot z), a_0 = 2 \cdot \pi / \sigma_0,$$

$\sigma_0 = 0,42 \cdot \text{мкм}$ - шаг невозмущенной спирали,

$$\text{Re} \epsilon_1^0 = 2,29, \text{Re} \epsilon_2^0 = 21,43, \text{Im} \epsilon_1^0 = \text{Im} \epsilon_2^0 = \text{Im} \epsilon_1^1 = \text{Im} \epsilon_2^1 = 0,$$

$\text{Re} \epsilon_1^1 = \text{Re} \epsilon_2^1 = 10^{-7}, a_1 = -0,001 \cdot a_0, b = 2 \cdot \pi / d, d = 30 \cdot \sigma_0$ - толщина слоя ХЖК, $\lambda = 0,615 \cdot \text{мкм}$ - длина волны падающего на слой ХЖК света.

Штриховая линия представляет ту же зависимость в отсутствие модуляции. Как видно из графиков, модуляция приводит как к изменению значения максимума величины f , так и к его смещению по оси φ . Вычисления показывают, что варьированием параметров модуляции можно получить заданное значение максимального усиления и в желаемой области изменения φ .

2. Представляет большой интерес изучение влияния пограничного слоя на прохождение света через слой ХЖК и в частности на коэффициент усиления f . Для этой цели может быть применена развитая в [6,7] (см. также [8]) теория распространения света в ХЖК с модулированными внешней волной (а не однородными полями) параметрами, конечно, при некоторых аппроксимациях координатной зависимости параметров среды, обусловленных присутствием пограничного слоя, а именно при таких аппроксимациях, выражаемая которыми координатная зависимость параметров среды может быть создана так же внешней волной, модулирующей эти параметры.

Рассмотрим аппроксимацию [9]:

$$a(z) = a_0 + a_1 \cdot \cos(b \cdot z), \quad b \cdot d = 2 \cdot \pi, \quad (1)$$

где $b = 2 \cdot \pi / l$, l - длина волны модуляции, d - толщина слоя ХЖК, $a_0 = 2 \cdot \pi / \sigma_0$, σ_0 - шаг невозмущенной спирали.

Аппроксимация (1) соответствует следующая ситуация, которая может имитировать влияние пограничного слоя: обратный шаг спирали монотонно увеличивается (или уменьшается в зависимости от знаков a_0 и a_1) при удалении от границ, стремясь к постоянному значению в середине слоя. Варьированием параметров модуляции можно получить различные формы изменения спирали.

На рис. 2 представлена зависимость $\Delta S = S_m - S$ от длины волны, где $S = \ln |f_{\text{max}}|$, f_{max} - максимальное значение модуля коэффициента усиления при изменении φ от 0 до π , а S_m - логарифм максимального усиления при наличии модуляции. Боковые максимумы величины ΔS связаны с появлением областей селективного отражения (ОСО), которые при данных параметрах находятся вблизи гра-

ниц ОСО: на этих границах применимость теории возмущений, примененной в [6,7,9] для расчета прохождения света через ХЖК, нарушается.

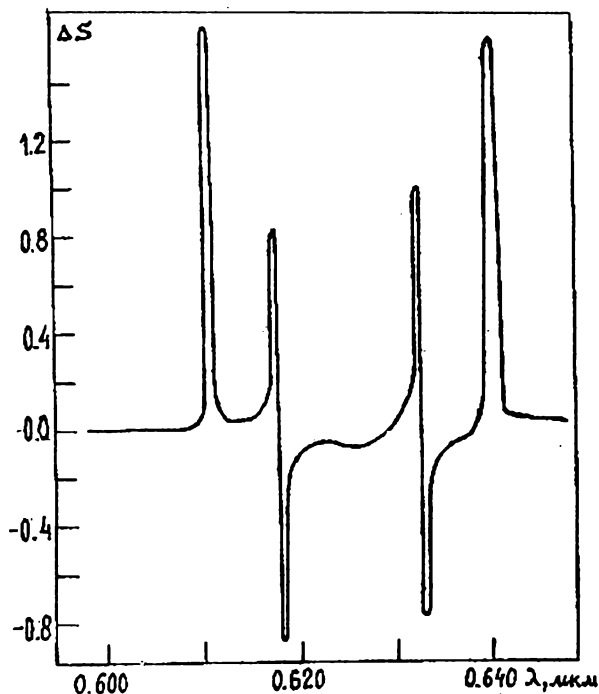


Рис. 2. Зависимость максимального значения коэффициента усиления от длины волны. Параметры те же, что и в подписи к рис. 1.

Из рисунков следует, что на ХЖК можно получить усиление в желаемой области длины волны путем изменения параметров модуляции. Изучение зависимости ΔS от φ дает также возможность изучать параметры пограничного слоя, когда координатная зависимость шага спирали обусловлена присутствием такого слоя. Модуляция приводит также к смещению ОСО. Это выражается в том, что величина ΔS претерпевает скачкообразные изменения на границах ОСО.

Отметим, что, как указано в [4] и как следует из приведенных графиков, параметры f и S являются величинами, чувствительными к изменениям параметров среды, и, следовательно, могут служить хорошими характеристиками сред.

Выражаем благодарность Г.А. Варданяну и О.С. Ерицяну за ценное обсуждение.

Кафедра общей физики

Поступила 4.10.1995

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков В.А., Соник А.С. Оптика холестерических жидких кристаллов. М.: Наука, 1982, 360 с.
2. Геворгян А.А. Уч. записки ЕГУ, №3(163), 1986, с. 47-55.
3. Геворгян А.А. Уч. записки ЕГУ, №2(165), 1987, с. 65-73.
4. Геворгян А.А. Уч. записки ЕГУ, №3(169), 1988, с. 62-69.
5. Ериця О.С. Изв. АН Арм. ССР, Физика, 1984, т. 19, с.70-73.

6. Ерицян О.С. Изв. АН Арм. ССР, Физика, 1976, т. 11, с. 344-350.
7. Геворгян А.А., Ерицян О.С. Изв. АН Арм. ССР, Физика, 1984, т. 19, с. 135-142.
8. Зельдович Б.Я., Табириян Н.В. ЖЭТФ, 1982, т. 82, с. 167-176.
9. Ерицян О.С., Нипоян Ж.О., Геворгян А.А. Уч. записки ЕГУ, №3(157), 1984, с. 61-64.

Ա.Հ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Ժ.Հ. ՆԻՆՈՅԱՆ

**ԼՈՒՅՍԻ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՊՏՈՒՅՏԻ ԱԶԻՄՈՒՏԱԼ
ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԽՈԼԵՍՏԵՐԻՆԱՅԻՆ
ՀԵՂՈՒԿ ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐՈՒՄ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԸ ՄՈԴՈՒԼԱՑՆՈՂ
ԱԼԻՔԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՄԲ**

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում ուսումնասիրված են բևեռացման հարթության պտույտի ուժեղացման առանձնահատկությունները խոլեստերինային հեղուկ բյուրեղներում միջավայրի պարամետրերը մոդուլացնող ալիքի առկայությամբ: Հույզ է տրված, որ միջավայրի պարամետրերը մոդուլացնող ալիքի պարամետրերի փոփոխության շնորհիվ կարելի է ստանալ ուժեղացման գործակցի տրված արժեքը Φ ազխմուտի փոփոխության ցանկալի տիրույթում: Ուսումնասիրված է նաև ուժեղացման գործակցի առավելագույն արժեքի կախվածությունը ալիքի երկարությունից: