

integrand approximation, the solutions obtained in an integral form were represented as simple analytical expressions. It was shown that the value of potentials in the ion adsorption plane strongly depended on the discreteness of membrane charge distribution and the surface layer parameters. In the same time the potential at the interface between the surface layer and electrolyte as well as the hydrophobic region proved to be practically independent of these quantities.

Изв. АН Армянской ССР. Физика, т. 22, вып. 5, 272—276 (1987).

УДК 535.421

НЕЛИНЕЙНОЕ ТЕРМИЧЕСКОЕ ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА В НЕМАТИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ

Л. С. АСЛАНЯН, А. Е. БАГДАСАРЯН, Н. Н. БАДАЛЯН,
А. А. ПЕТРОСЯН, М. А. ХУРШУДЯН, Ю. С. ЧИЛИНГАРЯН.

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 15 февраля 1986 г.)

Проведены экспериментальные исследования нелинейного термического отражения вблизи угла ПВО в этиловом спирте и нематическом жидком кристалле 5ЦБ. При p - и s -поляризациях зондирующего излучения получены характерные зависимости коэффициента отражения и величины смещения угла ПВО от мощности падающего излучения и коэффициента поглощения исследуемого вещества.

1. Впервые на особенности отражения света от нелинейной среды было обращено внимание в [1], где было показано, что при наличии нелинейности существует аналог угла Брюстера для волны второй гармоники. Интерес к этой задаче особенно возрос после работ [2, 3], в которых предсказывались сильные гистерезисные скачки угла преломления и коэффициента отражения при переходе от режима пропускания к режиму нелинейного полного внутреннего отражения (ПВО) и обратно при изменении угла скольжения или интенсивности падающего поля. Полученные в этих работах теоретические результаты были экспериментально проверены в [4]*.

В последующих работах рассматривался целый ряд вопросов, связанных с этим явлением: в [7, 8] — вопросы, связанные с нелинейным отражением гауссовых пучков (в том числе и аномально большое смещение Гуса—Ханкена); в [9] обсуждался вопрос устойчивости пропускания и отражения света нелинейными средами и было показано, что в области бистабильности система переходит к автоколебательному режиму, при котором периодически происходит переключение между режимами ПВО и пропускания. Однако несмотря на большое количество теоретических рас-

* Следует отметить, что уже в работах [5, 6] нелинейное полное внутреннее отражение было использовано для модуляции добротности лазерного резонатора и синхронизации мод.

четов, в экспериментальном аспекте отражение от нелинейной границы исследовано недостаточно полно. Из недавних работ следует упомянуть работы [10, 11], где явление отражения света от границы раздела двух сред при тепловой нелинейности также использовалось для модуляции добротности лазерного резонатора.

Для создания эффективных элементов управления на основе нелинейного ПВО весьма важным является поиск элементов с большими нелинейностями (в случае тепловой нелинейности, например, обладающих большим значением величины $\partial n/\partial T$). Хорошо известно [12], что в жидких кристаллах величина $\partial n_{e,o}/\partial T$ на порядок или несколько порядков выше, чем у обычных изотропных жидкостей. В работе [13] рассматривалось индуцированное поглощением или переориентацией директора переключение из состояния ПВО в состояние пропускания в гомеотропно-ориентированном образце НЖК. Однако выбранная в работе геометрия не позволяла отделить тепловые эффекты от чисто ориентационных.

Целью настоящей работы является исследование нелинейного термического отражения (НТО) в НЖК 5ЦБ с добавкой красителя № 3955.

2. Эксперименты по НТО в НЖК проводились в двух вариантах: а) случай стороннего нагрева; локальное повышение температуры в ЖК из-за поглощения зондировалось пробным излучением *He-Ne*-лазера; б) случай самовоздействия; зондирующее излучение совпадало с накачкой.

В качестве стороннего нагревающего излучения использовалось излучение импульсного лазера на кристалле $YAG:Nd^{3+}$, работающего в режиме свободной генерации. Стабильность его контролировалась фотодиодом, выходной сигнал от которого подавался на один из входов двухканального осциллографа С1-69. Локальное повышение температуры образца (или, что то же самое, изменение показателя преломления) регистрировалось с помощью *He-Ne*-лазера. Регистрация отраженного излучения *He-Ne*-лазера производилась с помощью полупроводникового фотоэлемента. В случае самовоздействия излучение лазера на $YAG:Nd^{3+}$ фокусировалось линзой с фокусным расстоянием ~ 10 см. Предварительные измерения проводились в смеси этилового спирта ($n_2 = 1,365$) с красителем № 3955, которая поглощала излучение с длиной волны $\lambda = 1,06$ мкм и практически полностью пропускала излучение *He-Ne*-лазера. Образец состоял из усеченной призмы из стекла ТФ-10 ($n_1 = 1,796$) и приклеенной к ней кюветы.

На рис. 1 приведены экспериментальные зависимости коэффициента отражения R от угла падения θ при различных концентрациях поглощающей компоненты. Соответствующие зависимости получены при s -поляризации зондирующего излучения. Как следует из рис. 2, наличие тепловой нелинейности приводит к тому, что коэффициент отражения системы изменяется от 0,35 до 1,0, т. е. система переходит из состояния частичного отражения в состояние ПВО (на этом и основано использование данного явления для модуляции добротности).

В случае наблюдения НТО от смеси ЖК с красителем образец состоял из двух призм (стекло ТФ-10 с $n_1 = 1,796$), разделенных тефлоновой прокладкой толщиной 10 мкм. Для получения планарно ориентирован-

ного образца одна из призм обрабатывалась алмазным порошком (направление директора \mathbf{D} перпендикулярно плоскости падения). Вторая призма не обрабатывалась во избежание расплывания зондирующего пучка из-за рассеяния на неоднородностях стеклянной поверхности. Несмотря на это из-за малой толщины образец получался однородно ориентированным. Качество ориентации проверялось по оптической методике с помощью коноскопии. В готовую ячейку заливался НЖК 5ЦБ с предварительно растворенным в нем красителем № 3955 (коэффициент линейного затухания в образце составлял $\sim 83 \text{ см}^{-1}$).

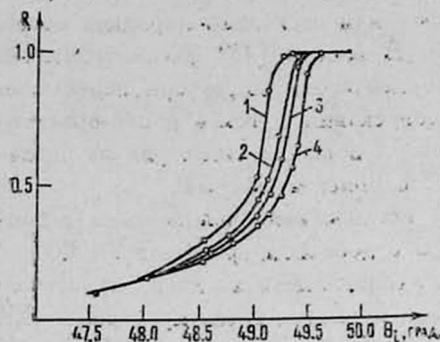


Рис. 1.

Рис. 1. Зависимость коэффициента отражения от угла падения при наличии тепловой нелинейности ($P_{0p} = 0,4 \text{ Вт}$): кривая 1 — $\alpha = 48 \text{ см}^{-1}$; 2 — $\alpha = 24 \text{ см}^{-1}$; 3 — $\alpha = 12 \text{ см}^{-1}$; 4 — $\alpha = 0$.

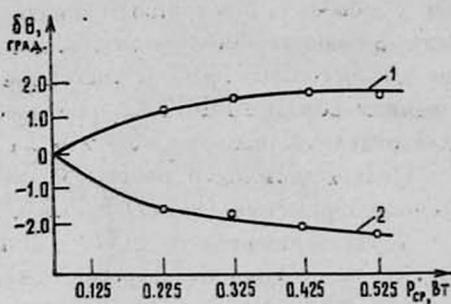


Рис. 2.

Рис. 2. Зависимость смещения угла ПВО от мощности излучения лазера (1 — при p -поляризации He-Ne-лазера; 2 — при s -поляризации).

На рис. 2 приведены экспериментальные зависимости величины смещения угла ПВО от средней мощности поглощаемого излучения. Как следует из рисунка, величина смещения угла ПВО в зависимости от мощности либо увеличивается (случай p -поляризации), либо уменьшается (случай s -поляризации). Согласно рис. 2 величина смещения нелинейного угла ПВО составляет примерно 3° , что почти на порядок больше смещения нелинейного угла ПВО в этиловом спирте с этим же красителем (см. рис. 1). Такое отличие хорошо согласуется с известными литературными данными для НЖК ($\partial n_e / \partial T = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$ [14], тогда как для этилового

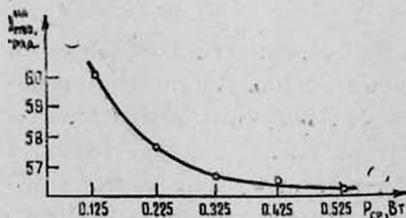


Рис. 3. Зависимость величины нелинейного угла ПВО от мощности (случай самовоздействия).

спирта $\partial n / \partial T = 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ град}^{-1}$). На рис. 3 приведена зависимость нелинейного угла ПВО от мощности падающего излучения в случае самовоздействия (излучение лазера поляризовано перпендикулярно плоскости падения).

В настоящей работе исследовано нелинейное отражение, связанное с наличием тепловой нелинейности в образце. Отметим, что тепловой механизм, приводящий к индуцированию нелинейной добавки $\Delta\epsilon^{nl}$ к диэлектрической проницаемости, может играть заметную роль даже в области прозрачности ЖК [15], а добавление резонансно поглощающей компоненты делает этот эффект значительным и более перспективным для практических применений, в частности при создании малоэнергоёмких элементов управления оптическим излучением. Отметим также, что вышеприведенная методика НТО, на наш взгляд, может оказаться полезной наряду с другими нелинейно оптическими методами при исследовании структурных фазовых переходов НЖК—изотропная жидкость с использованием стабилизированных лазеров непрерывного действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бломберген Н. Нелинейная оптика. Изд. Мир, М., 1966.
2. Каплан А. Е. Письма в ЖЭТФ, 24, 132 (1976).
3. Каплан А. Е. ЖЭТФ, 72, 1710 (1974).
4. Smith P. W. Appl. Phys. Lett., 35, 846 (1979)
5. Корда И. М., Рубинов А. Н. Квантовая электроника, 1, 186 (1974).
6. Рубинов А. Н., Корда И. М. Квантовая электроника, 4 (16), 96 (1973).
7. Smith P. W. IEEE QE—20, 30 (1984).
8. Tomlinson W. Appl. Opt., 21, 204 (1982).
9. Решетин В. П. Квантовая электроника, 12, 280 (1985).
10. Чернов С. П., Шелесев А. В. Вестник МГУ, сер. Физика, Астрономия, 24, 41 (1983).
11. Рубинов А. Н., Корда И. М. ЖПС, 42, 41 (1983).
12. Ковалев А. А., Некрасов Г. Л., Серак С. В. Тезисы докладов V конф. социалистических стран по ЖК, т. 2, ч. II, с. 39, Одесса, 1983.
13. Khoo I. C. Appl. Phys. Lett., 40, 645 (1982).
14. Chu K. C. Mol. Cryst., Liq. Cryst., 59, 97 (1980).
15. Аракелян С. М., Чилингарян Ю. С. Нелинейная оптика жидких кристаллов. Изд. Наука, М., 1984.

ԼՈՒՅՍԻ ՈՉ ԳԾԱՅԻՆ ՉԵՐՄԱՅԻՆ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁՈՒՄԸ ՆԵՄԱՏԻԿ շԵՂՈՒԿ ԲՅՈՒՐԵՂՈՒՄ

Լ. Ս. ԱՍԻԱՆՅԱՆ, Ա. Ե. ԲԱՂԴԱՍՍՐՅԱՆ, Ն. Ն. ԲԱԴԱԼՅԱՆ,
Ա. Հ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Մ. Ա. ԽՈՒՐՇՈՒԳՅԱՆ, ՅՈՒ. Ս. ԶԻԼԵԳԱՐՅԱՆ

Լրիվ ներքին անդրադարձման (ԼՆԱ) անկյան շրջակայքում փորձնականորեն ուսումնասիրված է լույսի ոչ գծային շերտային անդրադարձումը էթիլային սպիրտում և նեմատիկ հեղուկ բյուրեղում: Փորձնական ճառագայթի p- և s- բևեռացումների համար ստացված են անդրադարձման գործակցի և ԼՆԱ անկյան շեղման մեծության բնութագրական կախվածությունները ընկնող ճառագայթի հզորությունից և ուսումնասիրվող նյութի կլանման գործակցից:

NONLINEAR THERMAL REFLECTION OF LIGHT IN A NEMATIC LIQUID CRYSTAL

L. S. ASLANYAN, A. E. BAGDASARYAN, N. N. BADALYAN,
A. A. PETROSYAN, M. A. KHURSHUDYAN, YU. S. CHILINGARYAN

Experimental investigations of nonlinear thermal reflection of light near the TIR angle in ethanol and nematic liquid crystal 5CB were carried out. For p- and s-polarization of probing radiation, the characteristic dependences of the reflection coefficient and of the value of TIR angle shift on the incident radiation power and the absorption coefficient of the medium were obtained.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 22, вып. 5, 276—280 (1987)

УДК 550.388.2

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ СТАЦИОНАРНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ НИЖНИХ СЛОЕВ ИОНОСФЕРЫ

Ю. С. ВАРДАНЯН

Институт радиофизики и электроники АН АрмССР

(Поступила в редакцию 8 мая 1986 г.)

Рассмотрено явление ионосферного динамо в E -слое. Вычислены электрические поля, возмущения плотности заряженных частиц.

В электродинамике ионосферы важную роль играют физические процессы, которые происходят в ее нижних слоях — на высотах 90—135 км. Именно здесь «сосредоточена» динамо-область, откуда электрические поля и токи, возбуждаемые движением нейтральной компоненты слабоионизированного газа, вследствие высокой проводимости вдоль геомагнитных силовых линий передаются с одной высоты на другую и в целом сильно воздействуют на ионосферу.

Однако решение исходной системы уравнений на этом уровне ионосферы, обычно называемом E -слоем, сталкивается с большими математическими трудностями из-за неоднородности самой ионосферы [1]. Тем не менее задачу удается несколько упростить, если учесть, что на рассматриваемых высотах, в отличие от F_2 -слоя, процессы, связанные с амбиполярной диффузией, малозначительны.

В настоящей работе показано, что при пренебрежении членами, ответственными за амбиполярную диффузию, решение системы квазигидродинамических уравнений с учетом неоднородности (изменения физических параметров с высотой) ионосферы, условий $\lambda_i(z) \leq 1$ и $\lambda_e(z) > 1$, типичных для рассматриваемого E -слоя, силы тяжести заряженных частиц, а также генерирующей электродинамические процессы в ионосфере скорости нейтрального газа W можно представить в аналитическом виде. Здесь $\lambda_{i,e} = \omega_{i,e} / \gamma_{i,e}$ — отношения ларморовской частоты ионов и электронов к частоте их соударений с частицами нейтрального газа.