

Физика

УДК 548.0:532.783

А. Д. ЧИЛИНГАРЯН

Индукцирование планарных дефектов в холестерических жидких кристаллах

В работе показана возможность индуцирования планарного дефекта в холестерическом жидком кристалле (ХЖК) с помощью внешнего электрического поля, а также получены зависимости коэффициентов пропускания и отражения света и шага спирали ХЖК от температуры.

Введение. За последние годы наблюдается резкое повышение интереса исследователей к холестерическим жидким кристаллам (ХЖК), обладающим свойством селективного отражения света. С этой точки зрения особый интерес представляют ХЖК с дефектами в структуре.

Дефект, каким-либо способом образованный в структуре ХЖК, в свою очередь, приводит к возникновению дефектных мод в его запрещенной зоне. Присутствие этих мод в структуре ХЖК можно использовать для проектирования ряда оптических приборов, например: узкополосного светофильтра, оптического диода, низкопорогового лазера и т.д. Возможны разные способы создания дефектов в ХЖК. Это можно сделать помещением между двумя слоями ХЖК какой-либо изотропной или анизотропной среды [1], скачкообразным вращением спирали ХЖК на границе двух слоев [2], локальным изменением шага спирали [3] или его градиентом [4] и т.д.

В представленной работе ставилась цель экспериментально исследовать возможность индуцирования электрическим полем планарного дефекта в холестерической жидкокристаллической пленке, а также изучить поведение коэффициентов отражения и пропускания.

Эксперименты и их результаты. Так как жидкие кристаллы легко управляются внешним воздействием (изменение температуры среды, излучение, давление), то создать дефект внутри жидкокристаллической ячейки можно внешним статическим электрическим полем, например, с помощью разности потенциалов между помещенными в ХЖК-ячейку электродами.

Экспериментальная установка. Для создания дефекта в ХЖК и исследования коэффициентов отражения и пропускания была собрана экспериментальная установка (рис. 1). В качестве источника света использовался непрерывный полупроводниковый лазер с длиной волны 0,53 мкм. Лазерный

луч, проходя через поляризатор 2, становился линейно поляризованным. С помощью $\lambda/4$ -пластинки 3 свет превращался в циркулярно поляризованный.

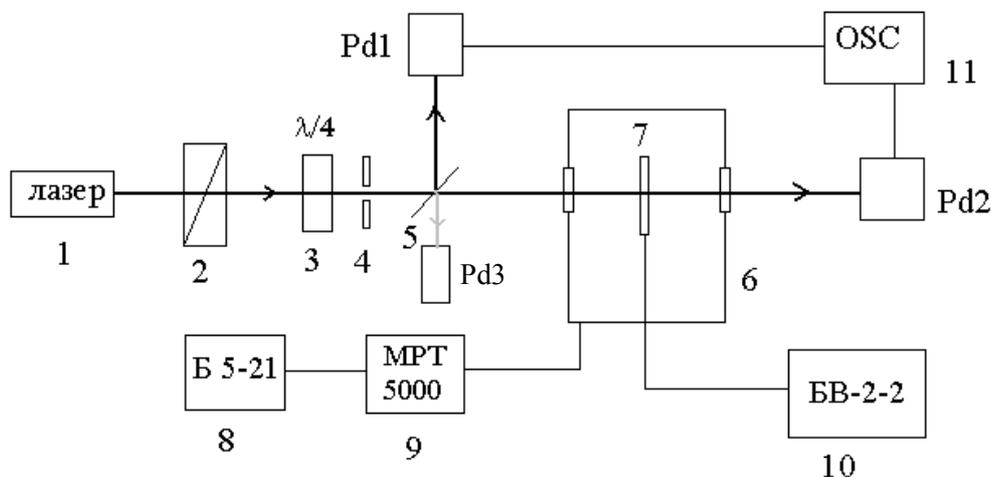


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – полупроводниковый лазер, 2 – поляризатор, 3 – пластинка $\lambda/4$, 4 – диафрагма, 5 – полупрозрачное зеркало, 6 – микрохолодильник, 7 – ячейка с ХЖК, 8 – источник постоянного тока, 9 – термоконтролер, 10 – источник постоянного напряжения, 11 – осциллограф, Pd1, Pd2, Pd3 – светоприемники.

После пластинки свет проходил через диафрагму 4 и с помощью полупрозрачного зеркала 5 делился на два луча, один из которых направлялся на светоприемник Pd1 и регистрировался с помощью осциллографа 11, а второй падал на микрохолодильник 6, где находилась ячейка с ХЖК 7. Микрохолодильник работал на элементе Пельтье. Обратная связь обеспечивалась термоконтролером 9, питающимся от источника постоянного тока 8. Температура в микрохолодильнике плавно изменялась термоконтролером. Интенсивность прошедшего через ячейку света регистрировалась с помощью светоприемника Pd2 и осциллографа 11. Дефект шага ХЖК создавался приложением электрического поля параллельно подложкам ячейки посредством источника постоянного напряжения 10.

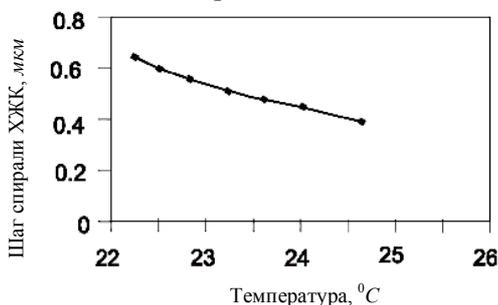


Рис. 2. Экспериментально измеренная зависимость шага ХЖК от температуры.

ХЖК был выбран так, чтобы шаг спирали при комнатной температуре находился в видимом диапазоне длин волн. На рис. 2 приведена зависимость шага спирали использованного в опыте ХЖК от температуры.

Полученные температурные зависимости коэффициентов отражения и пропускания циркулярно поляризованного лазерного луча с длиной волны $\lambda=0,53$ мкм, проходящего через ячейку с ХЖК толщиной 20 мкм, приведены на рис. 3. Как видно из графиков, для температур в интервале 20–25°С коэффициент пропускания принимает минимальное

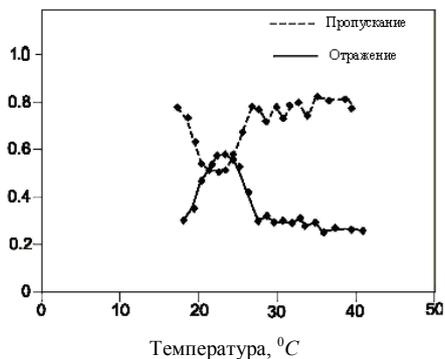


Рис. 3. Зависимость коэффициентов пропускания и отражения циркулярно поляризованного света от температуры.

пропускания уменьшался почти в два раза. Этот факт хорошо совпадает с теоретическими результатами, полученными в работе [5]. Такое поведение коэффициентов объясняется тем, что под воздействием приложенного параллельно подложкам ячейки электрического поля молекулы в ячейке переориентируются по направлению поля и возникает деформация периодической структуры ХЖК – дефект.

Таким образом, нами показана возможность создания планарного дефекта в ХЖК и исследовано его влияние на коэффициенты пропускания и отражения.

Кафедра оптики

Поступило 26.05.2007

ЛИТЕРАТУРА

1. Yang Y.C., Kee C.S., Kim J.E., Park H.Y., Lee J.C. and Leon Y.L. – Phys. Rev., 1999, E 60, p. 6852.
2. Kopp V.I. and Genack A.Z. – Phys. Rev. Lett., 2002, v. 89, p. 33901.
3. Matsui T., Ozaki M. and Yoshino K. – Phys. Rev., 2004, E 69, p. 61715.
4. Chen J.-Y. and Chen L.-W. – Phys. Rev., 2005, E 71, p. 61708.
5. Gevorgyan A.H., Harutyunyan M.Z. – Phys. Rev., 2007, E 76, p. 31701.

Ա. Դ. ՉԻԼԻՆԳԱՐՅԱՆ

ՊԼԱՆԱՐ ԴԵՖԵԿՏՆԵՐԻ ՍԱԿԱԾՈՒՄԸ ԽՈՒՆԵՍԵՐԻԿ ՀԵՂՈՒԿ ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐՈՒՄ

Ամփոփում

Ներկայացվող աշխատանքում ցույց է տրվել խոլեստերիկ հեղուկ բյուրեղում (ԽՀԲ) արտաքին էլեկտրական դաշտով պլանար դեֆեկտ մակաձևով հնարավորությունը, ինչպես նաև ստացվել են անցման և անդրադարձ-

ման գործակիցների և ԽՀԲ-ի պարույրի քայլի կախվածությունները ջերմաստիճանից:

A. D. CHILINGARYAN

INDUCTION OF PLANAR DEFECTS IN CHOLESTERIC LIQUID
CRYSTALS

Summary

Possibility to create planar defects in cholesteric liquid crystal via external electric field has been investigated as well as dependences of transmission and reflection coefficients on the temperature and dependence of the step of cholesteric liquid crystal helix on the temperature have been obtained in this work.