

УДК 532.783

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА КРИСТИАНСЕНА
В СОЧЕТАНИИ С «ТВИСТ» ЭФФЕКТОМ****Г.М.БАЙРАМОВ****Бакинский Государственный Университет,
НИИ Физических Проблем
gazanfarb@mail.ru**

В данной работе исследован эффект Кристиансена в сочетании с твист эффектом для частиц окиси алюминия в матрице состоящей из смеси жидких кристаллов.

Показано, что в поляризованном свете без приложения электрического поля твист-ячейка с Al_2O_3 -5CB анализатор практически погашает проходящий свет, в то время как при приложении электрического поля напряжением 7 В наблюдается полоса пропускания. При приложении переменного электрического поля напряжением 9 В и частотой 1 МГц к твист-ячейке с частицами окиси алюминия в смеси 5CB-C2-H22 после анализатора поляризованный свет практически погашается, в то время как при приложении того же напряжения, но частоты 1кГц наблюдается полоса пропускания.

Ключевые слова: жидкий кристалл, оксид алюминия, эффект Кристиансена, «твист» эффект.

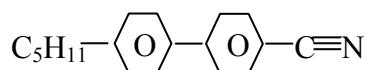
Известно, что оптические свойства малых частиц зависят от среды нахождения. В частности, при размерах частиц, сравнимых с длиной волны падающего излучения наблюдается эффект Кристиансена: в точке пересечения дисперсионных кривых вещества матрицы и частиц система пропускает излучение и рассеивает при остальных длинах волн. Коэффициент преломления ЖК вдоль распространения излучения можно менять, прикладывая электрическое поле и этим можно изменять полосу пропускания [1-3].

В данной работе исследован эффект Кристиансена в сочетании с твист эффектом для частиц окиси алюминия в матрице из жидкого кристалла 4-н-пентил-4'-цианобифенил (5CB) и смеси жидких кристаллов с двухчастотным управлением гомеотропно-планарного перехода : (5CB), 4-гексилоксифениловый эфир-4'-гексилокси-3-нитробензойной кислоты (С2) и 4-бутил-4'-(гексилоксифенилоксикарбонил)-фенилкарбонат (Н 22).

Для возникновения твист эффекта германиевые подложки обрабатывают таким образом, чтобы молекулы ЖК могли ориентироваться планарно. С этой целью полиамидный лак растворяется в диметилформамиде или диметилацетамиде (5%-й раствор) и пропускается через стеклян-

ный фильтр. На поверхность пластинки опускается капля полученного раствора и для равномерного покрытия система вращается в центрифуге с частотой 3000 об/мин. После высыхания растворителя в сушильном шкафу, пластинки в течение 0,5 часа держатся при температуре 300°C. После этого этапа отжига (полимеризации) на поверхности подложки получается прочная и более равномерная по сравнению с поливиниловым спиртом пленка полиамидного лака. Затем подложку с полученной пленкой натирают в одном направлении. После этого осаждают частицы окиси алюминия с поперечными размерами 10-12 мкм в дистиллированной воде на одну из подложек. После высушивания подложки с частицами на нее прикладывают другую подложку так, чтобы в дальнейшем молекулы ЖК на противо-положных подложках могли ориентироваться перпендикулярно друг другу [1,4].

После заполнения полученной ячейки жидким кристаллом в отсутствии поля твист-структура в параллельных поляроидах является непрозрачной при распространении света перпендикулярно поверхности подложек. Для того чтобы ЖК молекулы ориентировались гомеотропно при приложении электрического поля, ЖК должно иметь положительную диэлектрическую анизотропию. В качестве подобного жидкого кристалла выбираем 4-н-пентил-4'-цианобифенил (5CB) имеющую следующую структурную формулу:



Спектры пропускания этого жидкого кристалла показан на рис.1. При малых толщинах достаточно прозрачным является и жидкий кристалл (5CB). В этом случае добавляется только узкая полоса с максимумом при 2250 см^{-1} , соответствующая колебаниям группы с тройной связью между С и N.

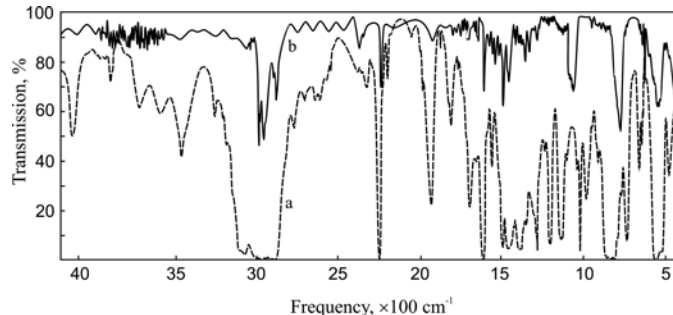


Рис.1. Спектры пропускания ячеек с 5CB при различных толщинах слоя ЖК:
а – 205 мкм; б – 20 мкм.

Выявлено, что в поляризованном свете без приложения электрического поля твист-ячейка с Al_2O_3 - 5CB анализатор практически погашает проходящий свет, в то время как при приложении электрического поля

напряжением 7В наблюдается полоса пропускания. При приложении переменного электрического поля напряжением 9В и частотой 1 мГц к твист-ячейке с частицами окиси алюминия в смеси 5СВ-С2-Н22 после анализатора поляризованный свет практически погашается, в то время как при приложении того же напряжения, но частоты 1кГц наблюдается полоса пропускания.

Спектры пропускания 5СВ с частицами окиси алюминия в поляризованном свете без поля и с приложением электрического поля с напряжением 7 В показано на рис.2.

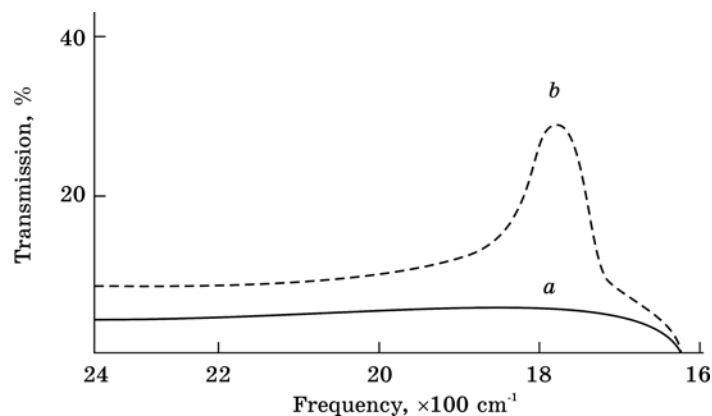


Рис.2. Спектры пропускания твист - ячейки с 5СВ и частицами окиси алюминия в поляризованном свете без поля (а) и с приложением электрического поля напряжением 7В (b).

Как видно из этого рисунка, без приложения электрического поля ячейка практически не пропускает свет, в то время как наличие напряжения способствует появлению полосы пропускания. Очевидно, что при приложении напряжения молекулы ЖК ориентируются гомеотропно и вдоль направления распространения света система становится оптически не активной, то есть плоскость поляризации проходящего света не изменяется. При этом интенсивность полосы пропускания небольшая, что, по-видимому, связано с неполной гомеотропной ориентацией молекул из-за присутствия частиц окиси алюминия. По этой же причине максимум полосы пропускания не совпадает с точкой пересечения дисперсионных кривых коэффициента преломления окиси алюминия и перпендикулярной составляющей коэффициента преломления жидкого кристалла 5СВ.

Указанный эффект проверяем и для смеси 5СВ – С2 – Н22, показывающий двухчастотный характер поведения, с частицами окиси алюминия. Прикладывая электрическое поле низкой, а затем высокой частоты можно менять характер данной смеси. Так как при низкой частоте эта смесь имеет положительную диэлектрическую анизотропию, а при высокой частоте – отрицательную [5]. На рис.3 показаны спектры экстинкции

твист-ячейки при разных частотах электрического поля.

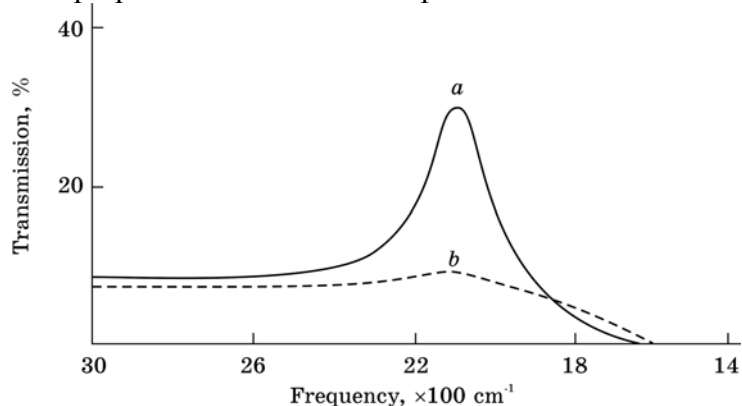


Рис.3. Спектры экстинкции смеси 5CB–C2–H22 с частицами окиси алюминия при толщине твист - ячейки 35 мкм и разных частотах приложенного электрического поля напряжением 9 В: а – 1 кГц; б – 1 МГц.

Как видно, при низкой частоте приложенного электрического поля на спектре экстинкции твист-ячейки видна полоса пропускания с максимумом при 2180 см^{-1} , а при остальных длинах волн свет также проходит, но в меньшей степени. Если же к ячейке приложить электрическое поле высокой частоты, то резкая полоса пропускания исчезает, и ячейка пропускает свет на разных длинах волн почти одинокого [6]. Указанные факты можно объяснить следующим образом. При низкой частоте приложенного электрического поля молекулы данного жидкого кристалла стремятся расположиться гомеотропно, так как он имеет положительную диэлектрическую анизотропию при этих частотах. Но полной гомеотропной ориентации мешают частицы окиси алюминия. Поэтому поляризованный свет проходит и наблюдается эффект Кристиансена, но интенсивность максимума полосы пропускания небольшая. При приложении электрического поля высокой частоты смесь проявляет отрицательную диэлектрическую анизотропию. Поэтому при этих частотах молекулы ЖК стремятся расположиться параллельно ячейке. Так как подложки обработаны так, чтобы возникал твист эффект, то молекулы стремятся расположиться вблизи подложек согласно направлениям их обработки. При этом плоскость поляризации поляризованного света поворачивается на 90° , но не полностью из-за присутствия частиц окиси алюминия. Поэтому после анализатора полного погашения света не происходит.

Таким образом, указанный эффект может служить основой для создания оптических затворов и селективных модуляторов в ИК области спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Blinov L.M., Chigrinov V.G. Electrooptic Effects in Liquid Crystal Materials // Springer Verlag, 1994, 488 p.

2. Brugioni S., Meucci R. Characterization of a liquid crystal light modulator for mid-infrared applications // Optical communications, 2003, 216, p.453-457.
3. Brugioni S., Meucci R. Liquid crystals in the mid-infrared region and their applications // Infrared physics and technology. 2004, 46, p.17-21.
4. Ковальчук А.В. Поверхностный динамический эффект Фредерикса // Письма в ЖТФ. 2000, 26, № 13, с.41-45.
5. Байрамов Г.М., Имамалиев А.Р., Ибрагимов Т.Д. Коллоидно-жидкокристаллический композит с двухчастотным управлением // Материалы VII Международной научной конференции «Лиотропные жидкие кристаллы и наноматериалы». Иваново, Россия, 2009, с.100.
6. Ibragimov T.D., Bayramov G.M. Novel type of tunable infrared liquid crystalline filters // OPTO SPIE Photonics West Conference: Liquid Crystal Technologies. San Francisco, California, USA. 23-28 January 2010. p.226, (849).

“TVİST” EFFEKTİ İLƏ BİRGƏ BAŞ VERƏN KRİSTİANSEN EFFEKTİNİN TƏDQIQI

Q.M.BAYRAMOV

XÜLASƏ

Bu işdə maye kristallar qarışığından ibarət matrisdə alüminium oksidi üçün “tvist” effekti ilə birgə baş verən Kristiansen effekti tədqiq edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, polyarlaşmış işıqda Al_2O_3 -5CB ilə doldurulmuş “tvist” yuvacıq elektrik sahəsi tətbiq olunmadıqda, analizator praktiki olaraq keçən işığı buraxmır; yuvacığa 7V elektrik sahəsi tətbiq etdikdə buraxma xətləri müşahidə olunur. Tərkibinə alüminium oksidi daxil edilmiş 5CB-C2-H22 qarışığından ibarət “tvist” yuvacıq tezliyi 1MHs olan 9V dəyişən elektrik sahəsi tətbiq etdikdə analizatordan sonra polyarlaşmış işıq praktiki olaraq udulur, eyni zamanda həmin gərginlikdə, lakin tezliyi 1KHs olan elektrik sahəsi tətbiq etdikdə buraxma xətləri müşahidə olunur.

Açar sözlər: maye kristal, alüminium oksidi, Kristiansen effecti, “tvist” effekt.

INVESTIGATION OF CHRISTIANSEN EFFECT IN COMBINATION WITH THE “TWIST” EFFECT

G.M.BAYRAMOV

SUMMARY

The article deals with Christiansen effect in combination with the twist effect for aluminum oxide particles in the matrix consisting of liquid crystals.

It is shown that the analyzer practically repays the passing polarized light without the application of the electric field to twist-cell with Al_2O_3 - 5CB while the transmission band is observed at the application of the electric field with the voltage of 7 V. The polarized light is practically repaid after the analyzer at the application of the alternative electric field of 9 V and the frequency of 1 MHz to the twist-cell with aluminum oxide particles in the mixture 5CB-C2-H22 while the transmission band is observed at the application of the same voltage but the frequency of 1KHz.

Key words: a liquid crystal, aluminum oxide, Christiansen effect, the “twist” effect.

Postupila v redakciju: 25.06.2011 g.

Podpisano k печати: 19.12.2011 g.