

УДК 532.783

**ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ КОМПОЗИЦИЯ
С ДВУХЧАСТОТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ****Г.М.БАЙРАМОВ***Бакинский Государственный Университет*
gazanfarb@mail.ru

В данной работе разработано и исследовано жидкокристаллическая композиция с двухчастотным управлением. Сняты спектры жидкокристаллической композиции на электро-оптической ячейке с германиевыми подложками, на одну из которой осаждены частицы окиси алюминия с поперечными размерами 10 мкм и при приложенном напряжении амплитудой 9В и частотами 1 кГц и 1МГц.

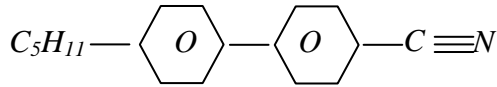
Ключевые слова: жидкий кристалл, оксид алюминия, эффект Фредерикса, двухчастотный жидкий кристалл.

Известно, что диспергирование малых твердых частиц в жидкокристаллической среде, в частности, коллоидно-жидкокристаллический композит (КЖКК) создает определенное преимущество по сравнению с чистым жидким кристаллом (ЖК) [1-3]. С другой стороны использование двухчастотного электрооптического эффекта в нематическом ЖК является одним из перспективных направлений повышения быстродействия ЖК устройств. Двухчастотный эффект в ЖК основан на инверсии знака диэлектрической анизотропии в зависимости от частоты переменного электрического поля [4,5]. При этом перестроится структура нематика, то есть осуществляется переход Фредерикса.

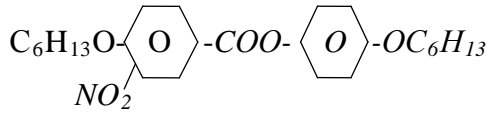
Для исследования перехода Фредерикса в композитах электроды ячейки изготавливают из проводящих германиевых подложек, к которым прикладывается электрическое поле. При этом электроды специально не обрабатываются. В качестве матрицы применяется нематический жидкий кристалл МБА.

Использование данного эффекта для практического применения целесообразно без последовательных включений и выключений напряжения [5]. С этой целью разработано и исследовано жидкокристаллическая композиция с двухчастотным управлением эффекта Фредерикса. Композиция состоит из следующих трех ЖК компонентов:

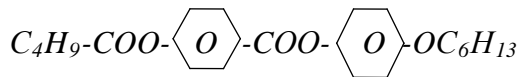
а) 4-н-пентил-4'-цианофенил (5СВ) со структурной формулой



б) 4-гексилорифениловый эфир-4'-гексилорифенил-3-нитробензойной кислоты (С2) со структурной формулой



в) 4-бутил-4'(гексилорифенилоксикарбонил)-фенилкарбонат (Н22) со структурной формулой



и мольным соотношением $a : b : v = 1 : 1 : 1,5$ соответственно.

Наблюдения под поляризационным микроскопом показали, что смесь находится в нематической фазе в диапазоне температур $11^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}$.

На рис.1. показана частотная зависимость диэлектрических проницаемостей ϵ_{\perp} и ϵ_{\parallel} смеси 5СВ – С2 – Н22 при температуре 23°C .

Выявлено, что дисперсия ϵ_{\perp} происходит при очень высоких частотах (~ 1 МГц), которая связана с релаксацией дипольных групп $-\text{COO}$.

В ϵ_{\parallel} наблюдаются две дисперсии: Первая из них соответствует продольной составляющей группы $-\text{NO}_2$, которая начинается непосредственно при низких частотах (~ 1 кГц). Вторая релаксация, которая происходит при частотах порядка 100 кГц, соответствует релаксацию дипольной группы $-\text{C}\equiv\text{N}$.

Точка пересечения дисперсионных кривых соответствует переходу смеси из состояния с положительной диэлектрической анизотропии к отрицательной и составляет 104 кГц при температуре 23°C .

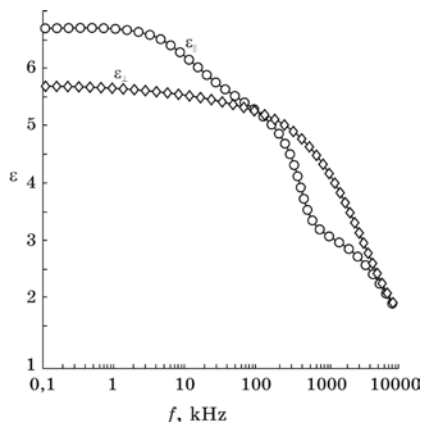


Рис.1. Частотная зависимость диэлектрических проницаемостей ϵ_{\parallel} (а) и ϵ_{\perp} (б) смеси 5СВ – С2 – Н22 при температуре 23°C

Для выбора оптимальных рабочих частот, на которых будет подано напряжение для смещения полосы пропускания, рассчитана зависимость анизотропии диэлектрической проницаемости от частоты. Данная зависимость показана на рис.2.

Как видно из этого рисунка, оптимальными частотами для переключения смеси из состояния с положительной анизотропией диэлектрической проницаемости к отрицательной являются частоты 1кГц и 1МГц, соответственно. При этом, как показали эксперименты, оптимальное напряжение, прикладываемое к ячейке с германиевыми подложками и толщиной жидкокристаллического слоя 35 мкм, составляет 9 В.

Исследование спектра пропускания смеси показало, что она при малых толщинах слоя является практически прозрачной до 1800 см^{-1} за исключением серии полос, соответствующих колебаниям групп CH_2 , CH_3 и NO_2 .

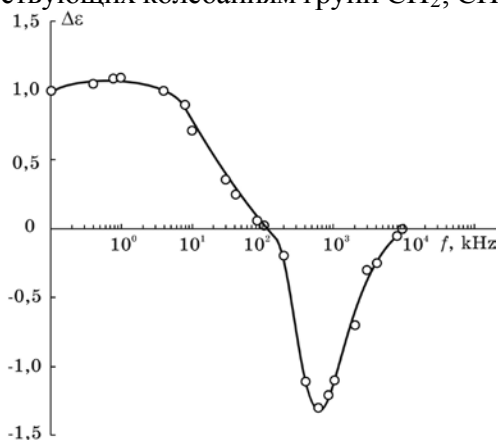


Рис.2. Частотная зависимость анизотропии диэлектрической проницаемости смеси 5CB – C2 – H22 при температуре 23°C

Наконец, записаны спектры (рис.3.) ячейки с германиевыми подложками и толщиной 35 мкм, на одну из которой осаждены частицы окиси алюминия с поперечными размерами 10 мкм при приложенном напряжении 9 В и частотами 1 кГц и 1000 кГц, соответственно.

Как видно из этого рисунка (рис.3), при разных частотах приложенного электрического поля максимум полосы пропускания разный, что объясняется переориентацией молекул ЖК с гомеотропной к планарной.

Разработанный двухчастотный жидкий кристалл на основе 4-н-пентил-4'-цианобифенил (5CB), 4-гексилоксифениловый эфир-4'-гексилокси-3-нитробензойной кислоты (C2) и 4-бутил-4'-(гексилоксифенилоксикарбонил)-фенилкарбонат (H 22), который имеет нематическую фазу в диапазоне температур с 11°C по 65°C и положительную анизотропию диэлектрической проницаемости при низких частотах и отрицательную - при высоких.

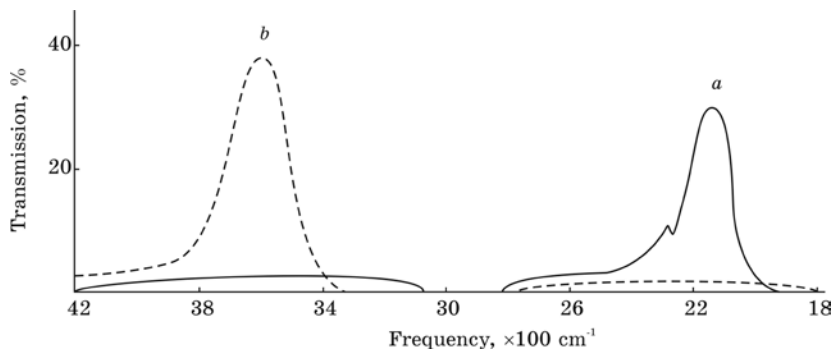


Рис.3. Спектры экстинкции смеси 5CB – C2 – H22 с частицами окиси алюминия при толщине ячейки 35 мкм и разных частотах приложенного электрического поля напряжением 9 В: а – 1 кГц; б – 1 МГц.

Определены основные эксплуатационные характеристики полученной смеси. Выявлено, что при приложении переменного напряжения низкой, а потом высокой частот к системе частицы двуокиси алюминия – смесь 5CB-C2-H22 происходит переключение максимума полосы пропускания с одной длины волны к другой. При этом, меняя вещество частиц и матрицы можно менять пару длин волн, которые соответствуют максимумам пропускания системы.

Таким образом, переключая частоту приложенного электрического поля можно менять полосу пропускания ячейки. То есть, можно создавать управляемый электрическим полем инфракрасный фильтр.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальчук А.В. Поверхностный динамический эффект Фредерикса // Письма в ЖТФ, 2000, 26, с.41-45.
2. Brugioni S., Meucci R.. Thermally induced optical effects in a nematic liquid crystal at 10.6 μm .
3. //Applied Optics., 2002, 41, p.7627-7630.
4. Fan Y.H., Ren H., Liang X., Lin Y.H., Wu S.T. Dual-frequency liquid crystal gels with sub- millisecond response time //Appl. Phys. Lett., 2004, 85, p.2451-2453.
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, 22-26 сентября, с.100.
6. Blinov L. M.. Structure and properties of Liquid Crystals // Springer, 2011, 438 p.

İKİ TEZLİKLƏ İDARƏ OLUNAN MAYE KRİSTAL KOMPOZİSİYƏ

Q.M.BAYRAMOV

XÜLASƏ

Bu işdə iki tezlikdə idarə olunması mümkün olan maye kristal kompozisiya işlənib hazırlanmış və tədqiq edilmişdir. Bir üzünə eninə ölçüləri 10 mkm olan alüminium oksidi çök-

dürülmüş germanium lövhələrdən ibarət olan və maye kristal kompozisiya ilə doldurulmuş elektrooptik yuvacığa amplitudu 9V olan gərginlik verməklə tezliyin 1kHz və 1MHz qiymətlərində spektrləri çəkilmişdir.

Açar sözlər: maye kristal, alüminium oksidi, Frederiks effekti, ikitezlikli maye kristal.

DUAL-FREQUENCY LIQUID CRYSTAL COMPOSITE

G.M.BAYRAMOV

SUMMARY

The dual frequency liquid crystal composite has been developed and experimentally investigated. The optical spectra of liquid crystal cell with germanium substrates one of which is covered by aluminum oxide particles of 10 mkm transverse size under alternating voltage of 9V at 1kHz and 1MHz frequencies has been studied.

Key words: liquid crystal, aluminum oxide, Frederics effect, dual-frequency liquid crystal.

Поступила в редакцию: 05.02.2012 г.

Подписано к печати: 29.03.2012 г.