

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ТОНКИХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ДИСПЛЕЕВ

Ал.А. Муравский, к.ф.-м.н., доц.

Институт химии и новых материалов НАН Беларуси

Ан.А. Муравский, к.ф.-м.н., доц.

Институт химии и новых материалов НАН Беларуси

В.В. Беляев, д.т.н., проф.

Московский государственный областной университет

Д.Н. Чаусов, к.ф.-м.н., доц.

Московский государственный областной университет

О.В. Чаусова, к.ф.-м.н., доц.

Технологический университет, г. Королев

А.Д. Курилов, инженер

Московский государственный областной университет

В.Г. Чигринов, д.ф.-м.н., проф.

Гонконгский университет науки и технологии

Fan Fan

Гонконгский университет науки и технологии

Предметом исследования является реакция (отклик) ЖК материалов на температурные воздействия. Были созданы комбинированные ячейки с ЖК материалом, которые подвергались воздействию температуры. В ходе исследования выяснилось, что предложенная структура с комбинированной ориентацией ЖК дает возможность формировать сигналы высокого и низкого уровня при изменении температуры, а так же возможность создавать устройства для контроля и регулирования равномерности распределения температуры ЖК панели и других электронных устройств.

Работа посвящена изучению зависимости анизотропии диэлектрической проницаемости от температуры для разработки датчиков температуры на основе жидких кристаллов (ЖК). Термодатчики могут применяться в различных устройствах. Современные ЖК телевизоры требуют контроля равномерности распределения температуры ЖК панели и ее регулирования в процессе работы устройства. Компактные датчики температуры, потребляющие минимальное количество энергии нужны, например, для автономных систем контроля температуры при транспортировке продуктов. Помимо компактности, надежности работы в широком диапазоне температур и дешевизны, особенностью таких термодатчиков является то, что они реагируют непосредственно на изменение температуры рабочей среды, что отличает их от датчиков, используемых в настоящее время, измеряющих температуру вблизи среды. Это термометры сопротивления и термоэлектрические преобразователи [1-3].

Для изучения диэлектрических свойств ЖК ячейки была использована установка на базе платы аналогового входа-выхода DAC-NI PCI-6281,

National Instruments, США. Электрическая схема ячейки показана на рисунке 1.

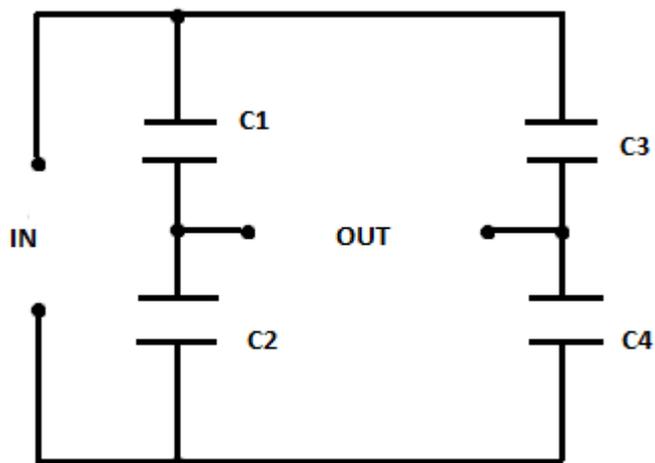


Рисунок 1 – Электрическая схема комбинированной ЖК ячейки

Рабочей средой ячейки является ЖК с положительной диэлектрической анизотропией ($\Delta\epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp} > 0$, где ϵ_{\parallel} и ϵ_{\perp} - параллельная и перпендикулярная составляющие диэлектрической проницаемости, соответственно). Жидкие кристаллы, из-за своих физико-химических свойств, чувствительны к внешним воздействиям, таким как электрическое и магнитное поле, механическое воздействие или изменение температуры. При внешних воздействиях и постоянной температуре директор ЖК изменяет направление ориентации в пространстве. При изменении температуры изменяются параметры, характеризующие упорядочение молекул внутри жидкого кристалла. Это параметр порядка, анизотропия диэлектрической проницаемости и величина двулучепреломления. Для нас важно изменение диэлектрических свойств, изменение же других свойств не должно влиять на опыт. Следовательно, на эксперимент накладываются определенные ограничения:

1) Сигнал, подаваемый на ячейку представляет собой коротки импульс прямоугольной формы. Его длительность τ должна быть меньше 1 мс, но не короче времени заряда электрической емкости

$$\tau = RC \quad (1)$$

где R – сопротивление электродов в ЖК ячейке, не превышающее 1 кОм, C – емкость ячейки, равная 10 нФ. Таким образом, исходя из этих значений, длительность импульса должна быть $\tau = 100$ мкс.

2) Средняя величина напряжения, подаваемого на ЖК ячейку, должна быть меньше порогового напряжения переключения жидкого кристалла $V_{th} = 2\pi(K_{11}/\epsilon_0\Delta\epsilon)^{1/2}$, где K_{11} – коэффициент упругости, ϵ_0 – диэлектрическая постоянная.

3) Подаваемый сигнал электрически симметричен. При этом амплитуды входного и выходного сигнала связаны следующим образом

$$V_{OUT} = \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon_{\parallel} + \varepsilon_{\perp}} V_{IN} \quad (2)$$

$$C_1 = C_4 = \frac{\varepsilon_{\perp} \varepsilon_0 S}{d}, \quad C_2 = C_3 = \frac{\varepsilon_{\parallel} \varepsilon_0 S}{d} \quad (3)$$

Емкости конденсаторов C_1 и C_4 определяются величиной ε_{\perp} , C_2 и C_3 определяются ε_{\parallel} .

Для изучения зависимости диэлектрических свойств ЖК ячейки от температуры, как датчика, использовались ячейки, состоящие из двух стеклянных подложек с зазором порядка 20 микрон (рисунок 2). Эти ячейки были заполнены жидкокристаллическими материалами: 5ЦБ с интервалом температур существования ЖК фазы 25-35°C, E7 (интервал существования ЖК фазы от -20 до +60°C, смесь MLC-5700-000 (от -30 до +90°C). Зависимость отклика ЖК ячеек ΔU от температуры представлена в разделе 5.

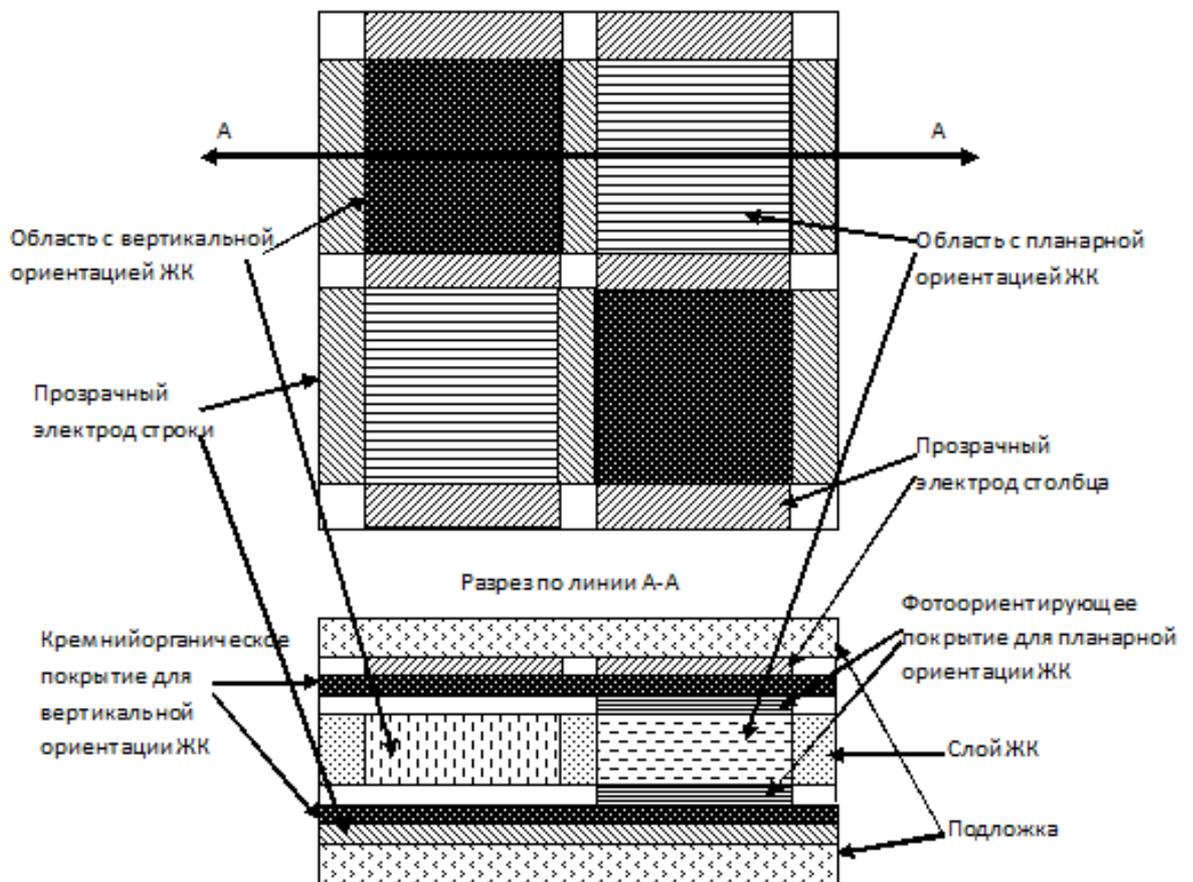


Рисунок 2 – Конструкция комбинированной ЖК ячейки

Для ячеек, имеющих области с разной ориентацией ЖК, разработаны методы формирования многослойных покрытий, сформированных из ориентирующих материалов различного типа. Проведение этой работы обусловлено особенностями ориентирующих материалов: материалы, задающие вертикальную ориентацию ЖК, имеют слабую энергию взаимодействия с другими материалами [4, 5] и, как следствие, проблемы с образова-

нием сплошной пленки, наносимой на тонкий слой такого материала, что проявляется появлением разрывов и дефектов в наносимом слое. С другой стороны, слои кремнийорганических полимеров, которые используются в данной работе в качестве вертикально ориентирующих материалов, не позволяют формировать рисунок методами фотолитографии.

Зависимость отклика ЖК ячеек ΔU от температуры представлена на рисунке 3.

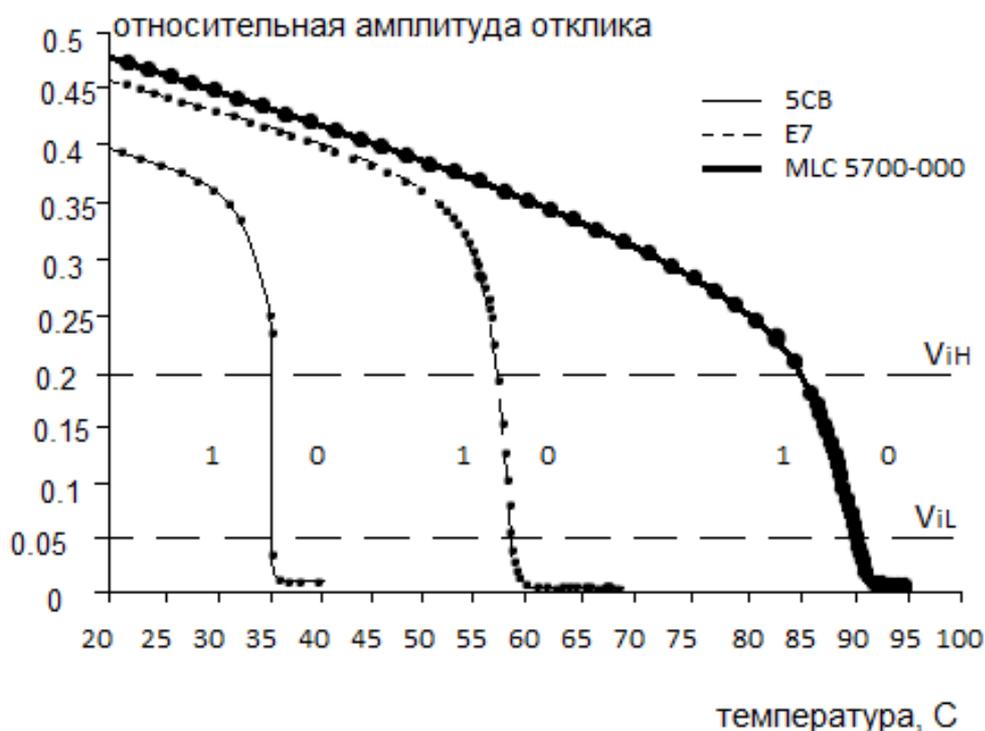


Рисунок 3 – График зависимости $\Delta U(T)$ для ячеек с веществами 5ЦБ, E7, MLC-5700-000. V_{iH} и V_{iL} – выходное напряжение высокого и низкого уровня, соответственно, характеризующее сигналы логических единицы и нуля

Из графика видно, что с ростом температуры изменение величины отклика индивидуального вещества (5ЦБ), при фазовом переходе из изотропной жидкости в ЖК фазу, происходит резче, чем для смесей ЖК. У смесей в области существования ЖК фазы происходит монотонное и плавное изменение значений величины анизотропии диэлектрической проницаемости, что приводит к монотонному изменению величины отклика ЖК ячейки.

Выводы и заключение

Разработана и исследована жидкокристаллическая ячейка для использования ее в качестве емкостного датчика температуры. Предложенная структура с комбинированной ориентацией ЖК позволяет формировать сигналы высокого и низкого уровня при изменении температуры и создавать устройства для контроля и регулирования равномерности распределения температуры ЖК панели и других электронных устройств.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант №14-07-90009-Бел_а и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, грант № Ф12Р-188.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Беляев, В.И. Карлашук, Технические средства систем управления. Часть 1. Операционные усилители и измерительные преобразователи, Учебное пособие: М: РУДН, 2009, С.1-100.
2. <http://www.piezoelectric.ru/Products/TransmittersTemperature/ThermalTransformerSOS.php>.
3. М. Нойманн, Холодильник с индикацией диапазона температур, Патент РФ №2265166.
4. V.V. Belyaev, V.G. Mazaeva, A.S. Solomatin, A.A. Muravskii, A.A. Gorbunov, A.A. Muravskii, New organosilicon oligomer films for NLC alignment, Proc. International Conference 2011 China display/Asia display, Kunshan, China, 6-9 November 2011.
5. Al. Muravsky, An. Murauski, V. Mazaeva, V. Belyaev, "Parameters on the LC alignment of organosilicon compound films", J. Soc. Inf. Display. **13**, 349-354 (2005).

УДК 539.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДГЕЗИИ МАТЕРИАЛОВ СЛОЖНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

В.Ю. Преснецова, к.т.н.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»
e-mail: *alluvian@mail.ru*

С.Н. Ромашин, к.ф.-м.н.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»
e-mail: *sromashin@yandex.ru*

Л.Ю. Фроленкова, д.т.н., доц.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»
e-mail: *Larafrolenkova@yandex.ru*

В.С. Шоркин, д.ф.-м.н., проф.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»
e-mail: *VShorkin@yandex.ru*

В настоящее время многослойные структуры из материалов сложного химического состава (сплавов, химических соединений) находят широкое применение в технике. Из-за сложности проведения опытов по проверке адгезионной прочности, их высокой себестоимости, делать это удобнее