

Исследование электрооптических свойств жидких кристаллов

Известно, что любое вещество в зависимости от температуры может находиться в одном из трех агрегатных состояний – жидком, твердом и газообразном. Однако, в конце XIX века были открыты вещества, свойства внутренней структуры которых в жидком состоянии имели черты, характерные как для жидкости, так и для твердого тела. Такое состояние вещества было названо мезоморфным, что означает состояние с промежуточной структурой, а вещества – жидкими кристаллами (ЖК).

Научный интерес к жидким кристаллам обусловлен возможностями их эффективного применения в ряде отраслей производственной деятельности. Внедрение жидких кристаллов означает экономическую эффективность, простоту и удобство.

Целью работы являлось исследование электрооптических свойств ЖК.

Задачи работы:

- а) изучение классификации ЖК и их основных физических свойств;
- б) ознакомление с принципами работы буквенно–цифровых индикаторов и ЖК–мониторов;
- в) разработка конструкции и изготовление ЖК–ячейки, являющейся моделью отдельного ЖК–пикселя жидкокристаллического экрана;
- г) исследование электрооптических свойств ЖК ячейки нематического кристалла с твист–структурой и возможности осуществления оптической связи путем наблюдения эффекта модуляции лазерного излучения.

Для изготовления ЖК–ячейки брались две специально обработанные пластинки с нанесенными на них прозрачными токопроводящими слоями и тонкая (порядка 50 микрон) тефлоновая прокладка. Пространство между пластинками заполнялось нематическим ЖК с твист структурой. По периметру ячейка запаивалась герметиком. К токопроводящим слоям подводилось постоянное напряжение от 0 до 15 В.

Исследование электрооптических свойств ЖК–ячейки с твист–структурой проводилось на экспериментальной установке, включающей источник непрерывного оптического излучения (гелий–неоновый лазер ЛГН–109, генерирующий узконаправленный луч линейно поляризованного света с $\lambda=632,8\text{нм.}$), ЖК–ячейку, поляризатор и фотодиод ФД–3, который присоединен к цифровому вольтметру, а также генератор и усилитель низкой частоты с динамиком. ЖК–ячейка и поляризатор установлены перпендикулярно лазерному лучу и имеют возможность передвигаться вдоль оптической рейки. Поляризатор и ЖК–ячейка закреплены в оправках, которые обеспечивают их вращение в плоскости, перпендикулярной лазерному лучу.

В работе определялся порог напряжения подаваемого на ячейку при котором происходит изменение структуры ЖК (электрооптический эффект).

В эксперименте рассмотрены две ситуации:

1. Ось поляроида ориентирована так, что она параллельна вектору напряженности поля лазерного излучения. Тогда ЖК-ячейка поворачивает плоскость поляризации на угол 90° . Поэтому направление колебаний вектора лазерного излучения после прохождения ЖК-ячейки перпендикулярно оси поляроида и свет не проходит. При включении поля между обкладками ЖК-ячейки молекулы поворачиваются и устанавливаются длинными осями в направлении поля. Угол поворота плоскости поляризации уменьшается. Интенсивность света увеличивается и ее величина определенным образом зависит от напряжения на обкладках ячейки.

Зависимость интенсивности света I , который проходит через систему, от величины, приложенного к обкладкам ЖК-ячейки напряжения, называется вольт-контрастной характеристикой системы. Величина напряжения, при котором $k = U / U_{\max} = I / I_{\max} = 0,9$ называется порогом выполнения твист-эффекта.

2. Ось поляроида ориентирована так, что она перпендикулярна вектору напряженности поля лазерного излучения. Ситуация обратная предыдущей. Порог напряжения срабатывания твист-эффекта определяется как $k = U / U_{\max} = I / I_{\max} = 0,1$.

Получено, что порог твист-эффекта для нашей ячейки равен 12,5 вольтам.

Далее, исследовалась возможность осуществления оптической связи посредством ЖК-ячейки. То есть, мы наблюдали эффект модуляции лазерного излучения с использованием ЖК-ячейки.

Если на ЖК-ячейку подавать импульсные электрические сигналы, оптическая система будет модулировать лазерное излучение, что можно использовать для передачи информации. Параметры модулированного излучения могут зависеть как от передаваемых сигналов, так и от свойств (релаксационных характеристик) ЖК-ячейки.

Схема установки аналогична используемой ранее, только подключаем ЖК-ячейку к генератору низкой частоты, а фотодиод соединяем с усилителем низкой частоты УНЧ-3 и динамиком. Устанавливаем напряжение на генераторе около 30В. Меняя подаваемую частоту слышим звуковой сигнал. Наилучшая слышимость в диапазоне 200–2000 Гц с максимумом 500 Гц.

Таким образом, разработана конструкция и изготовлена ЖК-ячейка нематического жидкого кристалла с твист-структурой, а также исследованы ее электрооптические свойства.