

КОНСТРУКЦИИ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ДИСПЛЕЕВ

Стандартный жидкокристаллический дисплей производства ООО «НПК "Дисплей"» состоит из следующих основных частей:

- две стеклянные пластины, на внутренние поверхности которых последовательно нанесены: проводящий электрод требуемой конфигурации; изолирующий слой; ориентирующий слой;
- поляризующие пленки на внешних поверхностях стеклянных пластин;
- герметизирующий материал по периметру пакета, образованного двумя пластинами;
- жидкокристаллический материал, расположенный между стеклянными пластинами внутри загерметизированного объема;
- калибраторы зазора между пластинами, обеспечивающие как величину расстояния (от 3 до 7.5 мкм) так и точность его поддержания (до ± 0.1 мкм).

Поляризующие пленки производства фирм Nitto (Япония), Ace Digitech (Корея), SanRitz (Япония) имеют эффективность поляризации от 95 до 99.99%. В зависимости от условий применения оба поляроида могут быть пропускающими (оптическое исполнение – «на просвет»); один из поляроидов может иметь отражающее (оптическое исполнение – «на отражение») или полупропускающее (оптическое исполнение – «трансфлекторное») покрытие.

В зависимости от взаимной ориентации поляризующих пленок (одна из них, на входе, работает как поляризатор света; вторая, на выходе, работает как анализатор) различают позитивный (светлый фон, темные знаки) и негативный (темный фон, светлые знаки) варианты исполнения.

В пропускающем исполнении устройство, использующее дисплей, должно иметь источник подсветки.

В отражательном варианте дисплей во внутреннем источнике света не нуждается.

В трансфлекторном варианте высокий коэффициент отражения позволяет надежно считывать информацию в светлое время суток, а некоторое пропускание позволяет подсвечивать дисплей сзади в сумерках и ночью.

В технически необходимых случаях может использоваться пленочный фазовый компенсатор, повышающий эффективность поляризации, особенно под большими углами.

Вместо внешних металлических выводов могут использоваться гибкие шлейфы. Допустим вариант исполнения без внешних выводов для контактирования с печатной платой с помощью токопроводящей резины-эластомера.

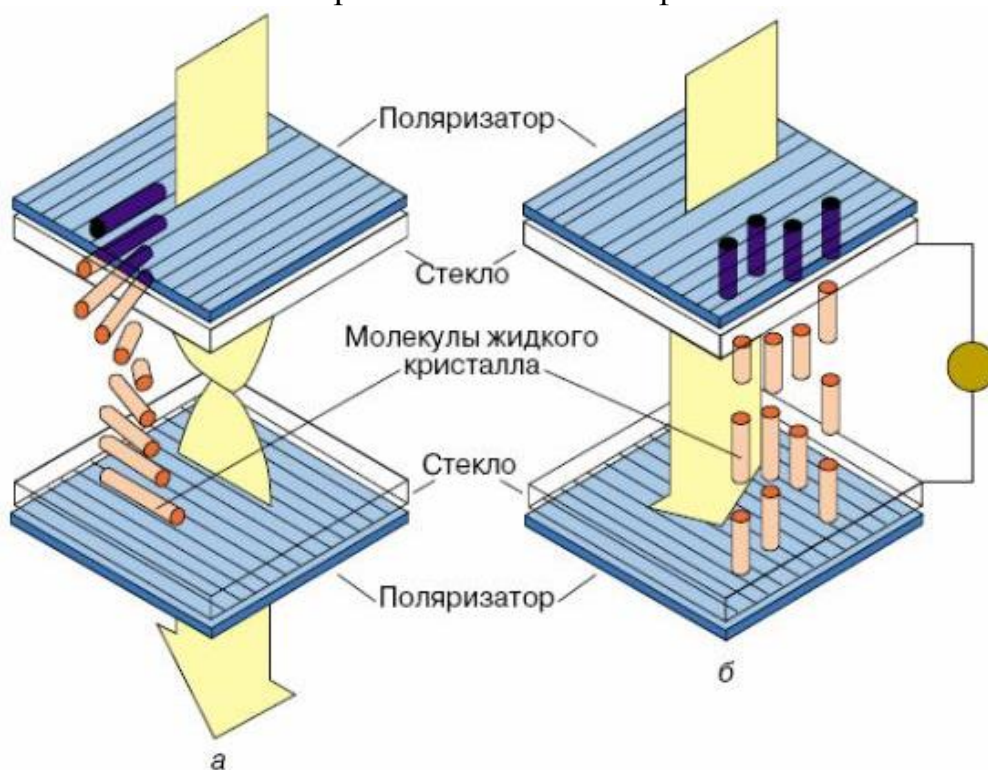
Основным конструктивным элементом дисплея является жидкокристаллическое вещество, поставляемое фирмой Merck (Германия) и другими ведущими мировыми производителями. Характеристики ЖК-материала

определяют как уровень мультиплексирования, так и температурный диапазон работы устройства.

Важным конструктивно-технологическим параметром дисплея является угол закрутки молекул ЖК-вещества. Его величина задается как ориентирующим слоем, так и оптически активными добавками в жидкокристаллический материал. В зависимости от условий применения на нашем предприятии используются конструкции с 90° закруткой молекул (т.н. твист-эффект, от *twist* – вращать, англ.); с $210...270^\circ$ закруткой (т.н. супертвист-эффект); пи-ячейки (нулевая закрутка) и 180° закрутка (т.н. ОМИ-эффект).

Твист-эффект (TN) является наиболее распространенным. Дисплей в этом случае функционирует следующим образом (см. рис.1). В отсутствие электрического поля закрученная на 90° структура работает в волноводном режиме. Иными словами, ЖК-слой поворачивает плоскость поляризации проходящего света на 90° и при расположении между скрещенными поляризационными пленками фон будет светлым. Под действием электрического поля молекулы жидкокристаллического вещества переориентируются перпендикулярно электродам и способность вращать плоскость поляризации проходящего света теряется. Так на светлом фоне формируется темное изображение.

В дисплее с параллельными поляризующими пленками будет формироваться светлое изображение на темном фоне.



*Рис. 1. Схема дисплея на твист-эффекте:
а – в отсутствие приложенного к электродам напряжения
б – при приложенном к электродам рабочем напряжении*

Твист-эффект применяется в дисплеях со статическим управлением, в дисплеях с низким уровнем мультиплексирования, в быстродействующих затворах для защиты зрения (требование максимального контраста, минимального времени отклика, отсутствие особых требований по времени релаксации).

В высокоинформативных дисплеях, где уровень мультиплексирования превышает 16:1, используется супертвист-эффект (STN). Это интерференционный эффект, с высокой крутизной вольт-контрастной характеристики, но не очень большим контрастом и не очень «быстрый» (см. рис. 2).

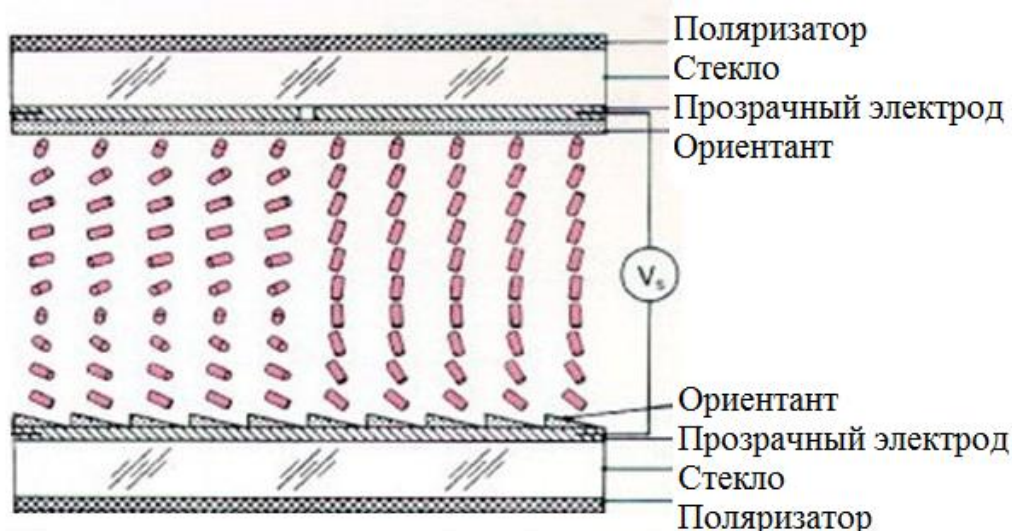


Рис. 2. Схема дисплея на супертвист-эффекте (угол закрутки 240°)

В быстродействующих шторках, применяемых в стереовидении и работающих в статическом режиме, применяется STN с углом закрутки 270° .

Для уменьшения времени релаксации быстродействующих шторок и модуляторов поляризации до десятков микросекунд применяются двойные пи-ячейки. Особенностью пи-ячеек является формирование промежуточной квази-стабильной структуры, время переключения из которой в рабочую и обратно много меньше, чем при переключении в исходную конфигурацию (см. рис.3).

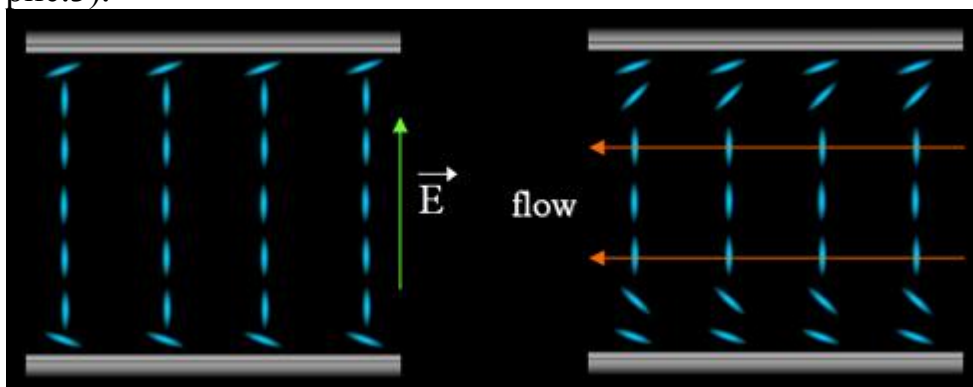


Рис. 3 Схема дисплея на пи-ячейках. Оптические оси поляризационных пленок скрещены между собой, ориентированы под углом 45° к ЖК-молекулам. Рабочее напряжение V_1 во много раз выше опорного напряжения V_2

В этом случае каждый из слоев (если они находятся под одним напряжением или одновременно релаксируют) является оптическим компенсатором для другого. В результате, во время релаксации оптическое состояние пары ячеек остается неизменным, а переключение пары из одного состояния в другое происходит только в момент включения одной из ячеек: вместо времени релаксации оптически проявляется только время реакции. Время переключения для такого устройства составляет 0.05...0.1 мс, а кадровая частота достигает 150...300Гц.

Для получения высококонтрастных быстродействующих шторок и высокоинформативных дисплеев используется запатентованный вариант ОМИ-эффекта.

В ряде случаев, когда требуется экстремально большой угол обзора, рекомендуется использовать эффект «гость-хозяин» (см. рис. 4). В этом случае в жидкокристаллический материал-хозяин вводится небольшое (1...2%) количество дихроичного красителя-гостя.

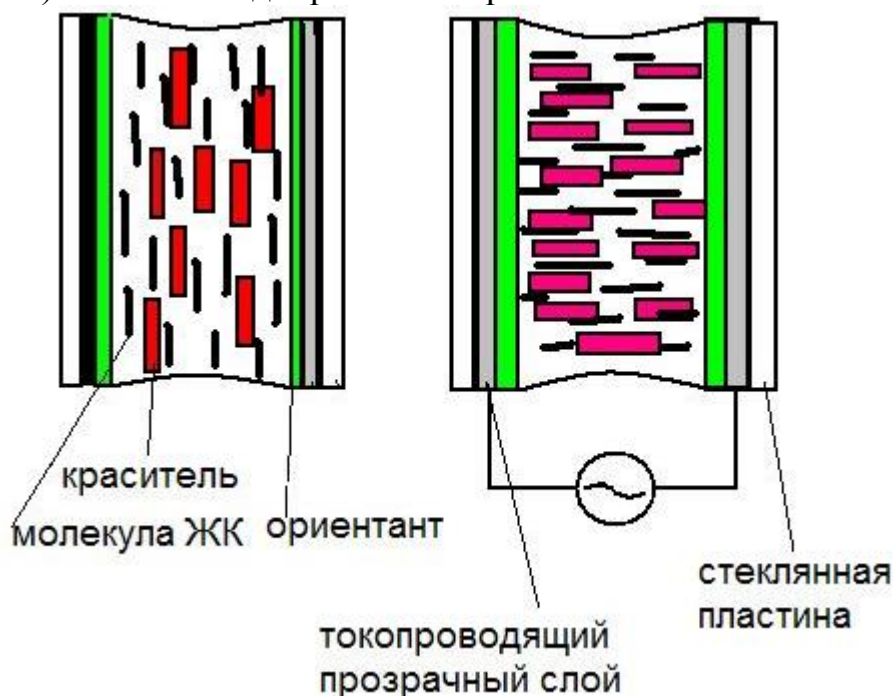


Рис. 4. Схема жидкокристаллического дисплея на эффекте «гость-хозяин»

Дихроичный краситель электрически нейтрален, но ориентируется параллельно структуре-основе. При повороте молекул ЖК под действием поля переориентируются и молекулы красителя. В отсутствие электрического сигнала такой ЖК-слой работает как поляризатор: будучи скрещенным с ОДНИМ внешним поляризатором, он даст темный фон. Под действием напряжения молекулы красителя вместе с ЖК-молекулами переориентируются перпендикулярно электродам и свет проходит без поглощения. Таким образом, формируется светлое изображение, особенностью которого является угол обзора до 160°, что важно в таких применениях, как табло коллективного пользования.