

# Жидкие кристаллы

Подготовили:  
учащиеся I курса  
Дуков М., Баглай Д.  
Учитель- Антикуз Е. В.

# Кристаллы

- Кристаллы – это тела определенной геометрической формы, ограниченные естественными гранями.





# Жидкие кристаллы

- Одной из разновидностей кристаллов являются жидкие кристаллы





# Сенсация года

- Некоторое время тому назад необычайной популярностью в США пользовалась новинка ювелирного производства, получившая название “перстень настроения”. За год было продано 50 миллионов таких перстней, т. е. практически каждая взрослая женщина имела это ювелирное изделие. Что же привлекло внимание любители бижутерии к этому перстню? Оказывается, он обладал совершенно мистическим свойством реагировать на настроение его владельца. Реакция состояла в том, что цвет камешка перстня следовал за настроением владельца, пробегая все цвета радуги от красного до фиолетового. Вот это сочетание таинственного свойства угадывать настроение, декоративность перстня, обеспечиваемая яркой и меняющейся окраской камешка, плюс низкая цена и обеспечили успех перстню настроения.
- Пожалуй, именно тогда впервые широкие массы столкнулись с загадочным термином “жидкие кристаллы”. Дело в том, что каждому владельцу перстня хотелось знать его секрет слежения за настроением. Однако ничего толком не было известно, говорилось, только, что камешек перстня сделан на жидком кристалле. Для читателя, который знаком с жидкими кристаллами, нужно сделать уточнение — на холестерическом жидком кристалле, а секрет перстня настроения связан с его удивительными оптическими свойствами.

- **Жидкий кристалл** — это специфическое агрегатное состояние вещества, в котором оно проявляет одновременно свойства кристалла и жидкости.
- Все чаще на страницах научных, а последнее время и научно-популярных журналов появляется термин “жидкие кристаллы” (в аббревиатуре ЖК) и статьи, посвященные жидким кристаллам. В повсе. дневной жизни мы сталкиваемся с часами, термометрами на жидких кристаллах. Что же это за вещества с таким парадоксальным названием “жидкие кристаллы” и почему к ним проявляется столь значительный интерес? В наше время наука стала производительной силой, и поэтому, как правило, повышенный научный интерес к тому или иному явлению или объекту означает, что это явление или объект представляет интерес для материального производства. В этом отношении не являются исключением и жидкие кристаллы. Интерес к ним прежде всего обусловлен возможностями их эффективного применения в ряде отраслей производственной деятельности. Внедрение жидких кристаллов означает экономическую эффективность, простоту, удобство.



# Свойства ЖК

Жидкий кристалл обладает свойствами и жидкости, и кристалла:

- Подобно обычной жидкости, жидкий кристалл обладает текучестью и принимает форму сосуда, в который он помещен.
- Он обладает свойством, характерным для кристаллов - упорядочиванием в пространстве молекул, образующих кристалл.
- Не имеют жёсткую кристаллическую решётку.
- Наличие порядка пространственной ориентации молекул
- Осуществление более сложного ориентационного порядка молекул, чем у кристаллов.

# Разновидности ЖК

- В зависимости от вида упорядочения осей молекул жидкие кристаллы разделяются на

Нематические

Смектические

Холестерически  
е



# Исследования ЖК

- Первым, кто обнаружил жидкие кристаллы, был австрийский ученый-ботаник Рейнитцер. Исследуя новое синтезированное им вещество холестерилбензоат, он обнаружил, что при температуре  $145^{\circ}\text{C}$  кристаллы этого вещества плавятся, образуя мутную сильно рассеивающую свет жидкость. При продолжении нагрева по достижении температуры  $179^{\circ}\text{C}$  жидкость просветляется, т. е. начинает вести себя в оптическом отношении, как обычная жидкость, например вода. Неожиданные свойства холестерилбензоат обнаруживал в мутной фазе. Рассматривая эту фазу под поляризационным микроскопом, Рейнитцер обнаружил, что она обладает двупреломлением. Это означает, что показатель преломления света, т. е. скорость света в этой фазе, зависит от поляризации.
- В последние годы бурного изучения жидких кристаллов отечественные исследователи также вносят весомый вклад в развитие учения о жидких кристаллах в целом и, в частности, об оптике жидких кристаллов. Так, работы И. Г. Чистякова, А. П. Капустина, С. А. Бразовского, С. А. Пикина, Л. М. Блинова и многих других советских исследователей широко известны научной общественности и служат фундаментом ряда эффективных технических приложений жидких кристаллов.



# Упругость жидкого кристалла

- Оптические наблюдения дали значительное количество фактов о свойствах жидкокристаллической фазы, которые необходимо было понять и описать. Одним из первых достижений в описании свойств жидких кристаллов, как уже упоминалось во введении, было создание теории упругости жидких кристаллов. В современной форме она была в основном сформулирована английским ученым Ф. Франком в пятидесятые годы.
- Установлено, что в жидком кристалле, конкретно нематике, существует корреляция (выстраивание) направлений ориентации длинных осей молекул. Это должно означать, что если по какой-то причине произошло небольшое нарушение в согласованной ориентации молекул в соседних точках нематика, то возникнут силы, которые будут стараться восстановить порядок, т. е. согласованную ориентацию молекул.

# Флексоэлектрический эффект

- Интересно, что открытие флексоэлектрического эффекта, как иногда говорят о теоретических предсказаниях, было сделано на кончике пера американским физиком Р. Мейером в 1969 году.
- Рассматривая модели жидких кристаллов, образованных не молекулами-палочками, а молекулами более сложной формы, он задал себе вопрос: "Как форма молекулы может обнаружить себя в макроскопических свойствах?" Для конкретности Р. Мейер предположил, что молекулы имеют грушеобразную или банановидную форму. Далее он предположил, что отклонение формы молекулы от простейшей, рассматривавшейся ранее, сопровождается возникновением у нее электрического дипольного момента.
- Предсказанный теоретически флексоэлектрический эффект вскоре был обнаружен экспериментально. Причем на эксперименте можно было пользоваться как прямым, так и обратным эффектом. Это означает, что можно не только путем деформации ЖК индуцировать в нем электрическое поле и макроскопический дипольный момент (прямой эффект), но и, прикладывая к образцу внешнее электрическое поле, вызывать деформацию ориентации директора в жидком кристалле.



# Текучесть ЖК

- Течение нематика более сложное, чем течение обычной жидкости.
- Дело в том, что течение жидкости вызывает переориентацию длинных осей молекул. А на введенном выше языке описания жидкого кристалла как сплошной среды с помощью задания в каждой его точке направления директора означает, что течение нематика, с одной стороны, может приводить к переориентации директора, а с другой, к тому, что характеристики течения оказываются различными при различной ориентации директора по отношению к направлению скорости течения жидкости. Эти результаты легко понять и на молекулярном уровне. При течении жидкости молекул-палочек по капиллярам, особенно узким, течение будет выстраивать палочки-молекулы вдоль оси капилляра. Если каким-либо образом заставлять оставаться ориентацию палочек неизменной, то легко сообразить, что течение жидкости • случае ориентации палочек поперек капилляра будет затруднено по сравнению с течением при их ориентации вдоль капилляра.

# Жидкие кристаллы сегодня и завтра

- Многие оптические эффекты в жидких кристаллах, о которых рассказывалось выше, уже освоены техникой и используются в изделиях массового производства. Например, всем известны часы с индикатором на жидких кристаллах, но не все еще знают, что те же жидкие кристаллы используются для производства наручных часов, в которые встроен калькулятор. Тут уже даже трудно сказать, как назвать такое устройство, то ли часы, то ли компьютер. Но это уже освоенные промышленностью изделия, хотя всего десятилетия назад подобное казалось нереальным. Перспективы же будущих массовых и эффективных применений жидких кристаллов еще более удивительны. По этому стоит рассказать о нескольких технических идеях применения жидких кристаллов, которые пока что не реализованы, но, возможно, в ближайшие несколько лет послужат основой создания устройств, которые станут для нас такими же привычными, какими, скажем, сейчас являются транзисторные приемники.



# Управляемые оптические транспаранты

- Известно, что массовое создание больших плоских экранов на жидких кристаллах сталкивается с трудностями не принципиального, а чисто технологического характера. Хотя принципиально возможность создания таких экранов продемонстрирована, однако в связи со сложностью их производства при современной технологии их стоимость оказывается очень высокой. Поэтому возникла идея создания проекционных устройств на жидких кристаллах, в которых изображение, полученное на жидкокристаллическом экране малого размера могло бы быть спроектировано в увеличенном виде на обычный экран, подобно тому, как это происходит в кинотеатре с кадрами киноплёнки. Оказалось, что такие устройства могут быть реализованы на жидких кристаллах, если использовать сэндвичевые структуры, в которые наряду со слоем жидкого кристалла входит слой фотополупроводника. Причем запись изображения в жидком кристалле, осуществляемая с помощью фотополупроводника, производится лучом света.

# Принцип записи на ЖК

- Принцип записи изображения очень прост. В отсутствие подсветки фотополупроводника его проводимость очень мала, поэтому практически вся разность потенциалов, поданная на электроды оптической ячейки, в которую еще дополнительно введен слой фотополупроводника, падает на этом слое фотополупроводника. При этом состояние жидкокристаллического слоя соответствует отсутствию напряжений; поля на нем. При подсветке фотополупроводника его проводимость резко возрастает, так как свет создает в нем дополнительные носители тока (свободные электроны и дырки). В результате происходит перераспределение электрических напряжений в ячейке — теперь практически все напряжение падает на жидкокристаллическом слое, и состояние слоя, в частности, его оптические характеристики изменяются соответственно величине поданного напряжения. Таким образом изменяются оптические характеристики жидкокристаллического слоя в результате действия света. Ясно, что при этом в принципе может быть использован любой электрооптический эффект из описанных выше. Практически, конечно, выбор электрооптического эффекта в таком сэндвичевом устройстве, называемом электрооптическим транспарантом, определяется наряду с требуемыми оптическими характеристиками и чисто технологическими причинами
- Описанный способ записи изображения, помимо всего прочего, обладает большими достоинствами, так как он делает ненужной сложную систему коммутации, т. е. систему подвода электрических сигналов, которая применяется в матричных экранах на жидких кристаллах.



# ЖК мониторы

- Несколько лет назад начала прогрессировать новая линия мониторов, строение которых основано на ЖК.



# Принцип работы ЖК мониторов

- Экраны LCD-мониторов (Liquid Crystal Display, жидкокристаллические мониторы) сделаны из вещества (цианофенил), которое находится в жидком состоянии, но при этом обладает некоторыми свойствами, присущими кристаллическим телам. Фактически это жидкости, обладающие анизотропией свойств (в частности оптических), связанных с упорядоченностью в ориентации молекул.

Рисунок 2.1

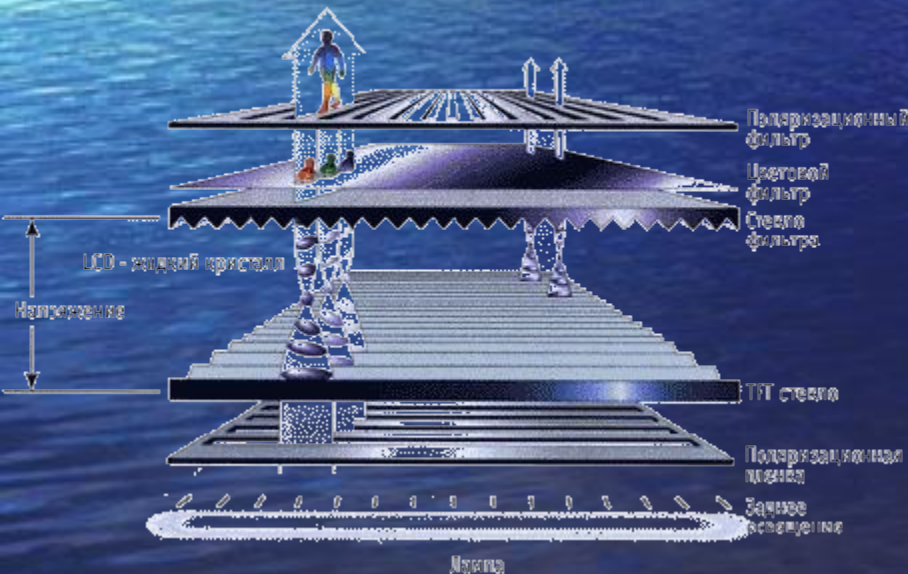
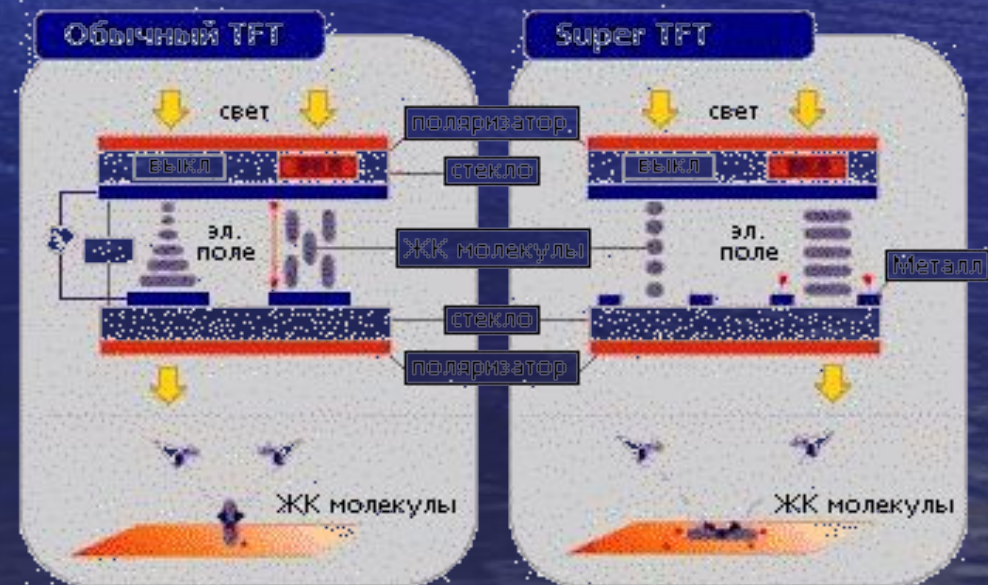


Рисунок 2.8





# Конец!

Презентация была сделана при поддержке группы «Ария» а также любимого шоколада «Корона»!

УДАЧИ!

