

**РАЗБОР
ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСОВ**

Актуальность: жидкие кристаллы нашли широкое применение в современном мире: это и термометры, и панель часов, экраны телевизоров, мониторы компьютеров и т.п.. [1] В связи с этим данные ЖК приборы подвергаются внешнему воздействию. Поэтому в этом эксперименте мы рассмотрим поведение жидких кристаллов при различных воздействиях извне и проанализируем их свойства.

Жидкие кристаллы (ЖК) – это состояние вещества, характеризующееся одновременно свойствами как жидкостей, так и кристаллических веществ. Например, жидкие кристаллы текут как жидкости, но при этом сохраняют ориентацию молекул наподобие кристаллов. [2]

Вместо двух фазовых переходов у ЖК наблюдается цепочка из пяти-шести переходов.[2]

Жидкие кристаллы обладают мезофазой (оптически анизотропная фаза) : увеличение шага спирали в холестериках, связанное с близостью смектической фазы; аномалии характеристик нематика (модулей упругости, вязкости) и др. [3]

(Анизотропия – зависимость физических свойств вещества от направления.) [4]

1. Блинов Л.М. «Жидкие Кристаллы: Структура и свойства»

2. П. де Жен «Физика жидких кристаллов» (в переводе А.А. Веденова)

3. С. Чандрасекар "Жидкие кристаллы"

4. Физический энциклопедический словарь А.М.Порохов

Мезофазу можно получить двумя разными путями:

1) Налагая пространственное упорядочение в одном или двух, но не в трех измерениях.

Пространственным порядком в физике называют, как правило, упорядоченное в пространстве расположение объектов, часто атомов или молекул. [5]

Систему можно рассматривать как стопку двумерных жидких слоев, расположенных один над другим.

2) Вводя новые степени свободы, отличные от центра тяжести.

Степени свободы - независимые возможные изменения состояния физич. системы, обусловленные вариациями её параметров. [4]

Термотропные жидкие кристаллы. Термотропные ЖК, образующиеся в результате нагревания твёрдого вещества и существующие в определенном интервале температур и давлений. Термотропные жидкие кристаллы делятся на три вида: *нематическая, холестерическая, смектическая*. [6]

5. Вяткин В.Б. «Хаос и порядок дискретных систем в свете синергетической теории информации»

6. Большая советская энциклопедия

Нематический ЖК - вещество, чьи молекулы длинными осями спонтанно ориентированы приблизительно параллельно друг другу. (рис.1)

Холестерический ЖК - вещество с оптически активными молекулами

Оптическая активность — Способность среды вызывать Вращение плоскости поляризации проходящего через неё оптического излучения [6]

Смектические ЖК - вещества со слоистой структурой. (рис.2)

Важно отметить, что энергия, необходимая для деформации ЖК, ничтожна мала, что даже малейшее возмущение, вызванное, например, пылинкой или неоднородностью поверхности, может сильно исказить структуру.[3]



рис.1

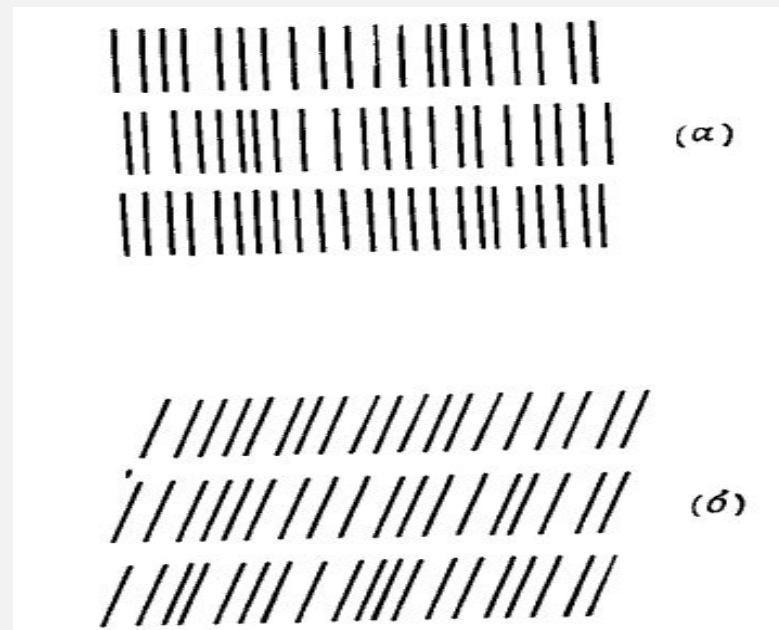
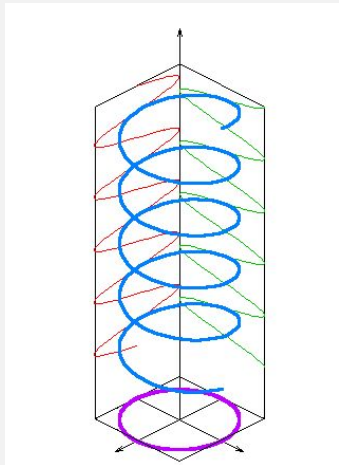


рис.2

- Свойства ЖК (по Отто Леману) :
- 1. Две точки плавления: вначале образуется мутный расплав, а при дальнейшем повышении температуры этот расплав превращается в прозрачную жидкость [4]
- 2. Отражение циркулярно поляризованного света. Поляризованный свет – световые волны, электромагнитные колебания которых распространяются только в одном направлении.
- 3. Способность поворачивать плоскость поляризации света*. [2]

Круговая (циркулярная) поляризация – состояние электромагнитной волны, при котором концы ее электрического ϵ и магнитного H векторов в каждой точке пространства, занятой этой волной, описывают окружности в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. (рис.3)[6]



• рис.3

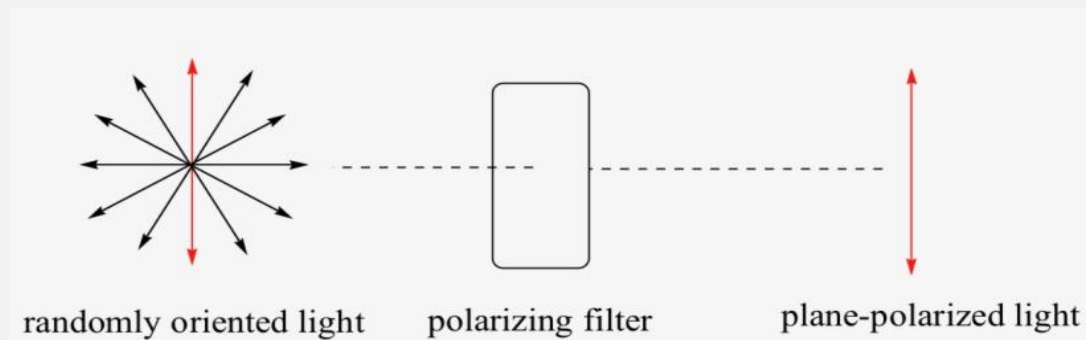
Круговая (циркулярная) поляризация – состояние электромагнитной волны, при котором концы ее электрического ϵ и магнитного H векторов в каждой точке пространства, занятой этой волной, описывают окружности в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны.(рис.4)[6]

*Поляризация –это характеристика поперечных волн. Она описывает положение вектора колеблющейся величины в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. (включает в себя вектор напряженности электрического поля ϵ или магнитного поля H)[7]

При повороте поляризационного фильтра волна света заменяется на другую, повернутую на такой же угол, на который повернут фильтр.(рис)

Поляризационный фильтр - это устройство, которое делает из естественного (хаотичного) света поляризованный (упорядоченный). Поляризатор состоит из поляризационных фильтров.[8]

Рис.4



7.Сборник рекомендуемых терминов. Выпуск 79. Физическая оптика. Академия наук СССР. Комитет научно-технической терминологии. 1970 г.

8.<https://zaochnik.ru/blog/polyarizaciya-sveta-dlya-chajnikov-opredelenie-sut-yavleniya-i-sushhnost/>

- При механическом давлении происходят наноразмерные сдвиги в расположении молекул жидких кристаллов. Это изменение связано с тем, что более упорядоченная расширенная структура при нажатии сближается друг с другом достаточно близко, чтобы сформировать связь с более низкой энергией (изменяется как длина волны, так и частота).
- Данное явление называется *пьезохромизмом* - изменение цвета в ответ на физическое давление или напряжение (рис. 5). Благодаря этому выражаются свойства как кристаллов (жесткость), так и жидкостей (текучесть). [9]

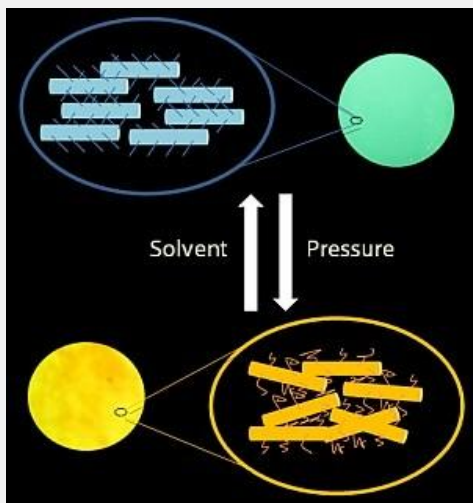


рис.5

9. Анри Буа-Лоран и Хайнц Дюрр, « Органический фотохромизм » .

Таким образом целью нашей работы является наблюдение за свойствами жидких кристаллов при внешних воздействиях.

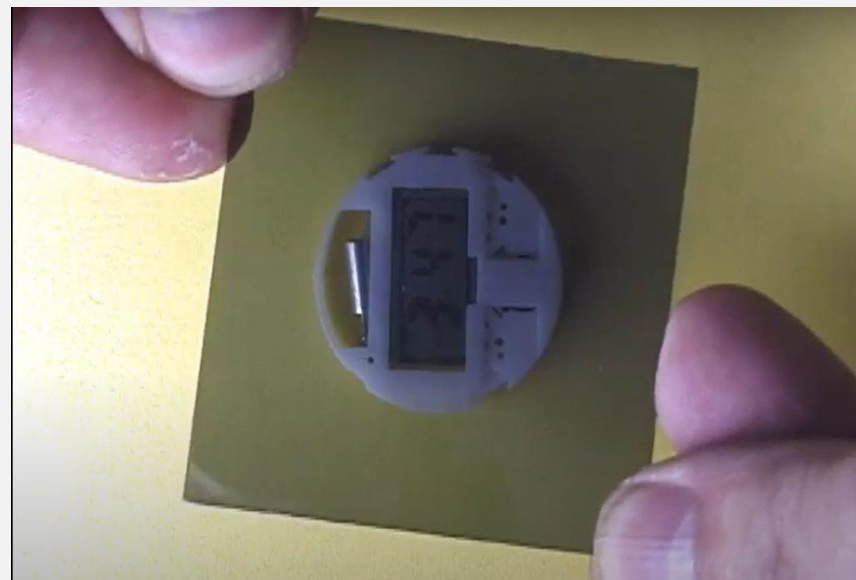
Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Изучение свойств жидких кристаллов;
- 2) Наблюдение за свойствами жидких кристаллов при внешних воздействиях: механическом, термическом.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

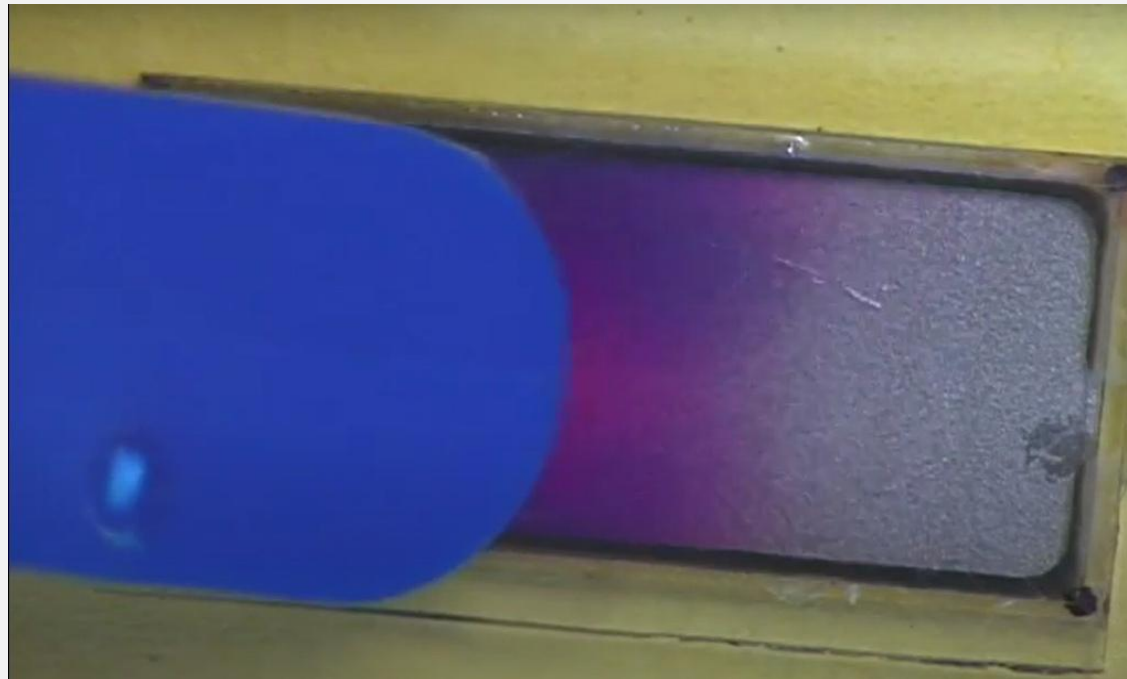
Проверка способности поворачивать плоскость поляризации света при помощи поляризационного фильтра.

Мы наблюдаем, что при повороте поляризационного фильтра свет продолжает проходить, а это значит, что при повороте из множества пучков света проходит только один, повернутые на такой же угол. Эффект плохо различим на снимках из-за наложенного поверх поляризатора с большим количеством решеток.



Проверка строения жидких кристаллов при помощи механического давления.

При нажатии на ЖК панель мы наблюдаем за резкой сменой цвета с серого(нормального) на фиолетовый (результат пьезохромизма). Как только давление перестает быть оказано на участок поверхности ЖК, они приобретают свой естественный цвет снова.



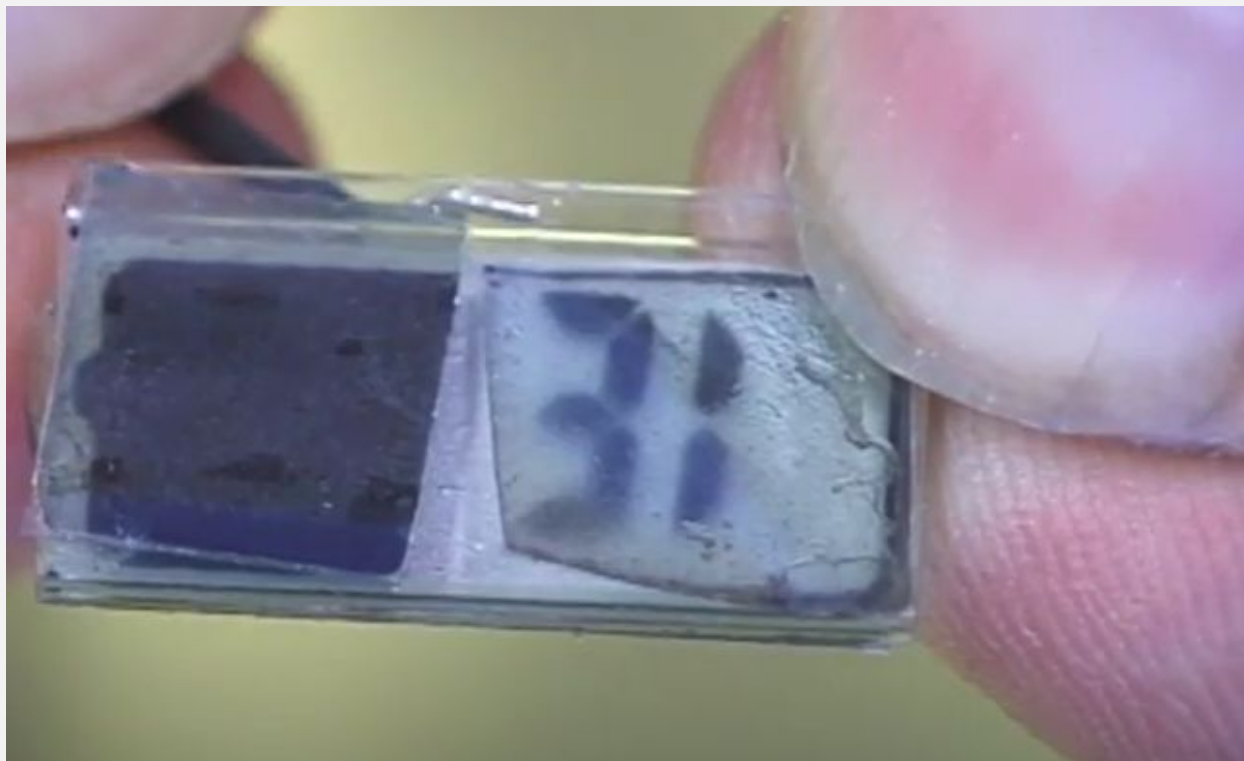
Проверка температурным воздействием.

- При погружении ЖК-панели в водяную баню при температуре 60°C она становится черной из-за того, что молекулы становятся менее упорядоченными. Изменение является обратимым, если нагрев является не слишком сильным. Для углубленного изучения возьмем техпаспорт похожих часов.
- Взяв за пример «**ГОСТ 23350-98 Часы наручные и карманные электронные**», мы видим, что температурный предел для электрических часов от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$.



Проверка отражение циркулярно поляризованного света.

Сняв верхний слой поляризатора самой панели и разрезав его на две части, одну из которых мы повернем на какой-то угол, мы наблюдаем, что она темнеет. Это происходит из-за того, что световые волны движутся в одном направлении и при изменении угла наклона поляризатора, волна не попадает в прежнюю фазу.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

- Таким образом, на основании проведенных исследований были получены следующие результаты: все свойства, о которых было сказано выше сохраняются в жидкокристаллических часах при внешнем воздействии: это и пьезохромизм, и циркулярно поляризованный свет, и способность поворачивать плоскость поляризации света. Важно уточнить, что некоторые воздействия как нагревание или надавливание на ЖК панель могут быть необратимыми, если воздействие слишком большое.