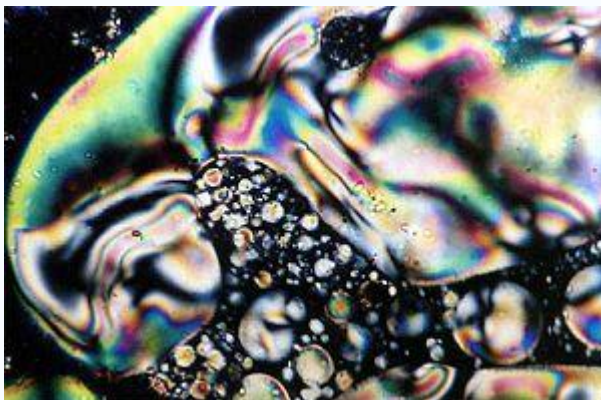


Жидкие кристаллы

Материал из Википедии — свободной энциклопедии



Жи́дкие криста́ллы (сокращённо ЖК) — вещества, обладающие одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и кристаллов ([анизотропия](#)). По структуре ЖК представляют собой жидкости, похожие на желе, состоящие из [молекул](#) вытянутой формы, определённым образом упорядоченных во всем объёме этой жидкости. Наиболее характерным свойством ЖК является их способность изменять ориентацию молекул под воздействием [электрических полей](#), что открывает широкие возможности для применения их в промышленности. По типу ЖК обычно разделяют на две большие группы: [нематики](#) и [смектики](#). В свою очередь [нематики](#) подразделяются на собственно [нематические](#) и [холестерические](#) жидкие кристаллы.

Содержание

- [1 История открытия жидких кристаллов](#)
- [2 Группы жидких кристаллов](#)
- [3 Применение жидких кристаллов](#)
- [4 Ссылки](#)

История открытия жидких кристаллов

Жидкие кристаллы открыл в [1888](#) г. австрийский ботаник Ф. [Рейнитцер](#). Он обратил внимание, что у кристаллов [холестерилбензоата](#) и [холестерилацетата](#) было две точки плавления и, соответственно, два разных жидких состояния — мутное и прозрачное. Однако, учёные не обратили особого внимания на необычные свойства этих жидкостей. Долгое время физики и химики в принципе не признавали жидких кристаллов, потому что их существование разрушало теорию о трёх состояниях вещества: твёрдом, жидком и газообразном. Учёные относили жидкие кристаллы то к [коллоидным растворам](#), то к [эмульсиям](#). Научное доказательство было предоставлено профессором [университета Карлсруэ Отто Леманном](#) (нем. *Otto Lehmann*) после многолетних исследований, но даже после появления в [1904 году](#) написанной им книги «Жидкие кристаллы», открытию не нашлось применения.

В [1963](#) г. американец Дж. Фергюсон ([англ. James Fergason](#)) использовал важнейшее свойство жидких кристаллов — изменять цвет под воздействием температуры — для

обнаружения невидимых простым глазом [тепловых полей](#). После того как ему выдали патент на изобретение ([U.S. Patent 3114836](#) (англ.)), интерес к жидким кристаллам резко возрос.

В [1965](#) г. в [США](#) собралась Первая международная конференция, посвящённая жидким кристаллам. В 1968 г. американские учёные создали принципиально новые [индикаторы](#) для систем отображения информации. Принцип их действия основан на том, что молекулы жидких кристаллов, поворачиваясь в электрическом поле, по-разному отражают и пропускают свет. Под воздействием [напряжения](#), которое подавали на [проводники](#), впаянные в [экран](#), на нём возникало изображение, состоящее из микроскопических точек. И всё же только после [1973](#) г., когда группа английских химиков под руководством Джорджа Грея ([англ. George William Gray](#)) синтезировала жидкие кристаллы из относительно дешёвого и доступного сырья, эти вещества получили широкое распространение в разнообразных устройствах.

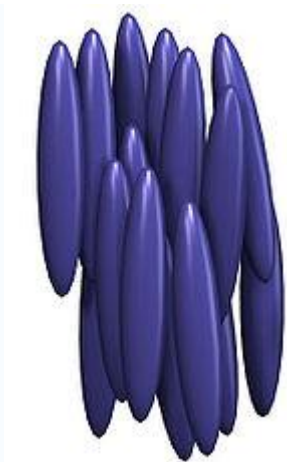
Группы жидких кристаллов

По своим общим свойствам ЖК можно разделить на две большие группы:

1. термотропные ЖК, образующиеся в результате нагревания твердого вещества и существующие в определенном интервале температур и давлений и
2. лиотропные ЖК, которые представляют собой двух или более компонентные системы, образующиеся в смесях стержневидных молекул данного вещества и воды (или других полярных растворителей). Эти стержневидные молекулы имеют на одном конце полярную группу, а большая часть стержня представляет собой гибкую гидрофобную углеводородную цепь. Такие вещества называются амфифилами (амфи — по-гречески означает с двух концов, филос — любящий, благорасположенный). Примером амфифилов могут служить фосфолипиды.

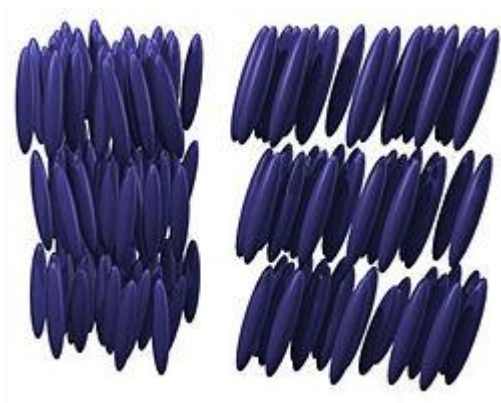
Амфифильные молекулы, как правило, плохо растворяются в воде, склонны образовывать агрегаты таким образом, что их полярные группы на границе раздела фаз направлены к жидкой фазе. При низких температурах смешивание жидкого амфифила с водой приводит к расслоению системы на две фазы. Одним из вариантов амфифилов со сложной структурой может служить система мыло-вода. Здесь имеется алифатический анион $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{CO}_2^-$ (где $n \sim 12-20$) и положительный ион Na^+ , K^+ , NH_4^+ и др. Полярная группа CO_2^- стремится к тесному контакту с молекулами воды, тогда как неполярная группа (амфифильная цепь) избегает контакта с водой. Это явление типично для амфифилов.

Термотропные ЖК подразделяются на три больших класса:



Схематическое изображение нематического жидкого кристалла.

1. [Нематические жидкие кристаллы](#). В этих кристаллах отсутствует дальний порядок в расположении центров тяжести молекул, у них нет слоистой структуры, их молекулы скользят непрерывно в направлении своих длинных осей, вращаясь вокруг них, но при этом сохраняют ориентационный порядок: длинные оси направлены вдоль одного преимущественного направления. Они ведут себя подобно обычным жидкостям. Нематические фазы встречаются только в таких веществах, у молекул которых нет различия между правой и левой формами, их молекулы тождественны своему зеркальному изображению (ахиральны). Примером вещества, образующего нематический ЖК, может служить N-(пара-метоксибензилиден)-пара-бутиланилин.



Схематическое изображение жидкого кристалла в смектической фазе

2. [Смектические жидкие кристаллы](#) имеют слоистую структуру, слои могут перемещаться друг относительно друга. Толщина смектического слоя определяется длиной молекул (преимущественно, длиной парафинового «хвоста»), однако вязкость смектиков значительно выше чем у нематиков и плотность по нормали к поверхности слоя может сильно меняться. Типичным является терефтал-бис(пара-бутиланилин):
3. [Холестерические жидкие кристаллы](#) — образуются, в основном, соединениями холестерина и других стероидов. Это нематические ЖК, но их длинные оси повернуты друг относительно друга так, что они образуют спирали, очень чувствительные к изменению температуры вследствие чрезвычайно малой энергии образования этой структуры (порядка 0,01 Дж/моль). В качестве типичного холестерика можно назвать амил-пара-(4-цианобензилиденамино)-циннамат

Холестерики ярко окрашены и малейшее изменение температуры (до тысячных долей градуса) приводит к изменению шага спирали и, соответственно, изменению окраски ЖК.

Во всех приведенных типах ЖК характерным является ориентация дипольных молекул в определенном направлении, которое определяется единичным вектором — называемым «директором».

В недавнее время открыты так называемые колончатые фазы, которые образуются только дискообразными молекулами, расположенными слоями друг на друге в виде многослойных колонн, с параллельными оптическими осями. Часто их называют «жидкими нитями», вдоль которых молекулы обладают трансляционными степенями свободы. Этот класс соединений был предсказан академиком [Л. Д. Ландау](#), а открыт лишь в 1977 Чандрасекаром. Схематично характер упорядоченности жидких кристаллов названных типов представлен на рисунке.

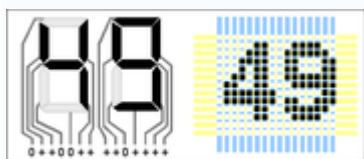
У ЖК необычные оптические свойства. Нематики и смектики — оптически одноосные кристаллы. Холестерики вследствие периодического строения сильно отражают свет в видимой области спектра. Поскольку в нематиках и холестериках носителями свойств является жидкая фаза, то она легко деформируется под влиянием внешнего воздействия, а так как шаг спирали в холестериках очень чувствителен к температуре, то, следовательно, и отражение света резко меняется с температурой, приводя к изменению цвета вещества.

Эти явления широко используются в различных приложениях, например, для нахождения горячих точек в микроцепях, локализации переломов и опухолей у человека, визуализации изображения в инфракрасных лучах и др.

Характеристики многих электрооптических устройств, работающих на лиотропных ЖК, определяются анизотропией их электропроводности, которая, в свою очередь, связана с анизотропией электронной поляризуемости. Для некоторых веществ вследствие анизотропии свойств ЖК удельная электропроводность изменяет свой знак. Например, для н-октилксибензойной кислоты она проходит через нуль при температуре 146° С, и связывают это со структурными особенностями мезофазы и с поляризуемостью молекул. Ориентация молекул нематической фазы, как правило, совпадает с направлением наибольшей проводимости.

Все формы жизни так или иначе связаны с деятельностью живой клетки, многие структурные звенья которой похожи на структуру жидких кристаллов. Обладая замечательными диэлектрическими свойствами, ЖК образуют внутриклеточные гетерогенные поверхности, они регулируют взаимоотношения между клеткой и внешней средой, а также между отдельными клетками и тканями, сообщают необходимую инертность составным частям клетки, защищая ее от ферментативного влияния. Таким образом, установление закономерностей поведения ЖК открывает новые перспективы в развитии молекулярной биологии.

Применение жидких кристаллов



Сегментный и точечный ЖК-дисплей.

Одно из важных направлений использования жидких кристаллов — [термография](#). Подбирая состав жидкокристаллического вещества, создают [индикаторы](#) для разных диапазонов температуры и для различных конструкций. Например, жидкие кристаллы в виде плёнки наносят на [транзисторы](#), [интегральные схемы](#) и [печатные платы](#) электронных схем. Неисправные элементы — сильно нагретые или холодные, неработающие — сразу заметны по ярким цветовым пятнам. Новые возможности получили врачи: жидкокристаллический индикатор на коже больного быстро диагностирует скрытое [воспаление](#) и даже [опухоль](#).

С помощью жидких кристаллов обнаруживают пары вредных химических соединений и опасные для здоровья человека [гамма-](#) и [ультрафиолетовое](#) излучения. На основе жидких кристаллов созданы измерители [давления](#), детекторы [ультразвука](#). Но самая многообещающая область применения жидкокристаллических веществ — информационная техника. От первых индикаторов, знакомых всем по электронным часам, до цветных [телевизоров](#) с [жидкокристаллическим экраном](#) размером с почтовую открытку прошло лишь несколько лет. Такие телевизоры дают изображение весьма высокого качества, потребляя меньшее количество энергии.

Ссылки

[Жидкие кристаллы в химической энциклопедии «ХуМуК»](#)

Источник

«http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B»

Категория: [Жидкие кристаллы](#)