

Жидкие кристаллы (сокращённо ЖК) — вещества, обладающие одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и твердых тел (анизотропия). По структуре ЖК представляют собой жидкости, похожие на желе, состоящие из молекул вытянутой формы, определенным 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 три большие группы: нематики, смектики и холистерики.

Значение кристалла

- ◆ Промышленность и наука часто нуждаются в кристаллах.
- ◆ Они нужны в оптической промышленности, в часовой, а также в технике.
- ◆ А ещё кристаллы – это очень красиво!!!



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: твердом, жидком и газообразном. Ученые относили жидкие кристаллы то к коллоидным растворам, то к эмульсиям. Научное доказательство было предоставлено профессором Страсбургского университета 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 не видимых простым глазом. После того как ему выдали патент на изобретение, интерес к жидким кристаллам резко возрос.

В 1965 г. в США собралась Первая международная конференция, посвященная жидким кристаллам. В 1968 г. американские учёные создали принципиально новые 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 дешевого и доступного сырья, эти вещества получили широкое распространение в разнообразных устройствах.

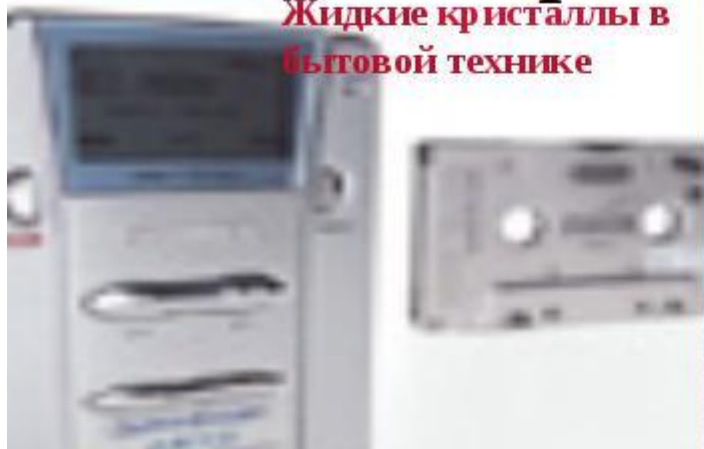
Однако, учёные не обратили особого внимания на необычные свойства этих жидкостей. Долгое время физики и химики в принципе не признавали жидких кристаллов, потому что их существование разрушало теорию о трёх состояниях вещества: твёрдом, жидком и газообразном. Учёные относили жидкие кристаллы то к коллоидным растворам, то к эмульсиям.



Применение жидких кристаллов.

кристаллов.

Жидкие кристаллы в бытовой технике



Цифровой фотоаппарат



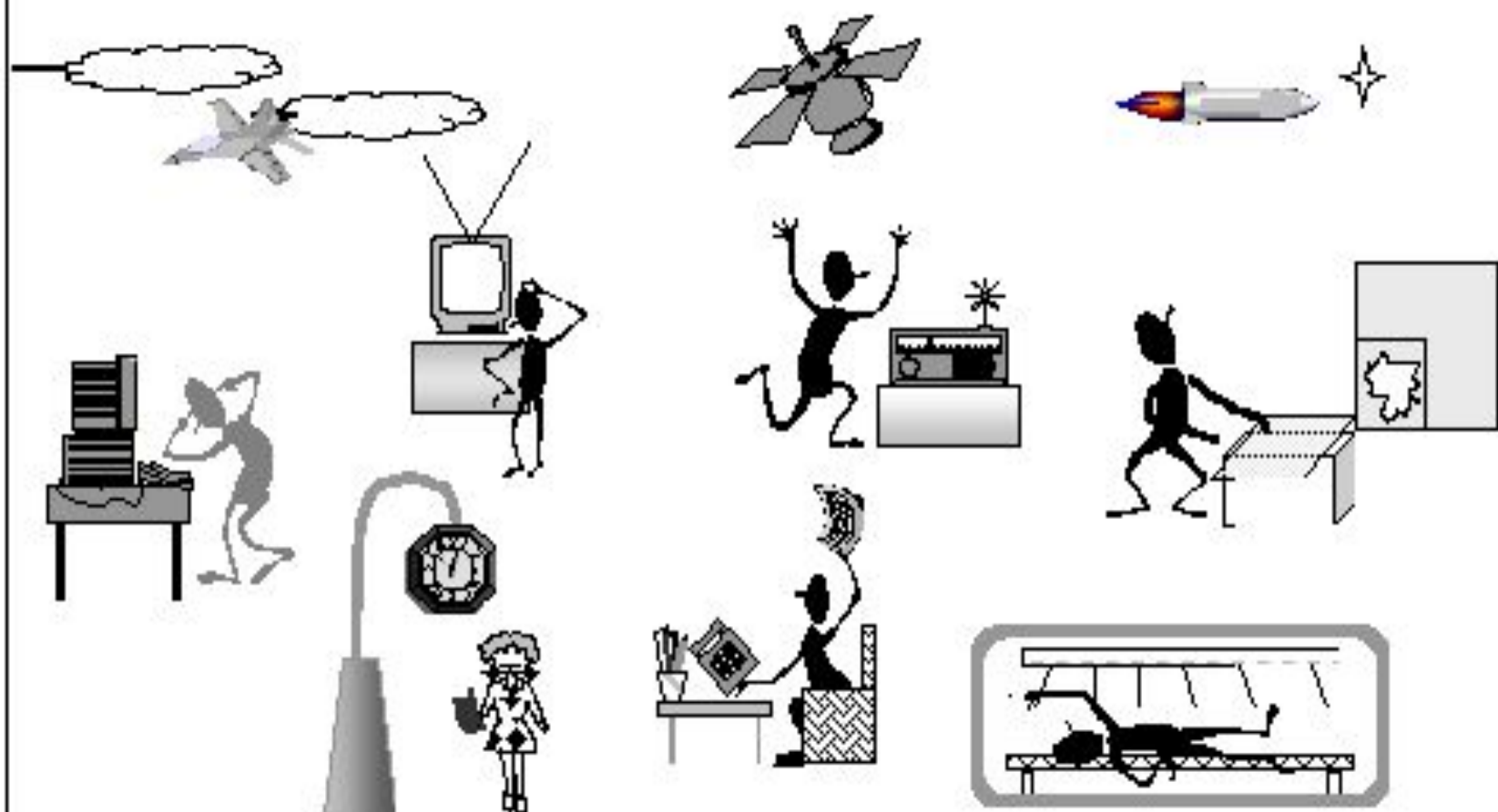
Жидкокристаллический монитор



Цветной монитор



ПРИМЕНЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ В БЫТУ И ТЕХНИКЕ

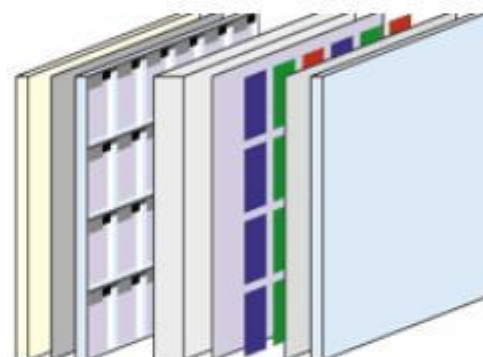


Внимательно посмотрите на рисунки и поставьте рядом с ними порядковые номера кристаллических тел, используемых при создании изображённых объектов:

- | | | | | |
|----------------------|-------------|------------|--------------|--------------------|
| 1. Алмаз. | 3. Кремний. | 5. Рубин. | 7. Вольфрам. | 9. Полупроводники. |
| 2. Жидкие кристаллы. | 4. Кварц. | 6. Графит. | 8. Молибден. | |



- **Жидкие кристаллы применяются** в различного рода управляемых экранах, оптических затворах, плоских телевизионных экранах.



- Экран ЖК - телевизора представляет собой, если можно так выразиться, многослойный «СЭНДВИЧ».

Применение жидких кристаллов на производстве

- ✓ обнаружение паров вредных химических соединений и опасных гамма- и ультрафиолетовых излучений.
- ✓ измерители давления
- ✓ детекторы ультразвука

Применение жидких кристаллов в интегральных схемах

Обнаружение дефектов в интегральных схемах по изменению цвета ЖК

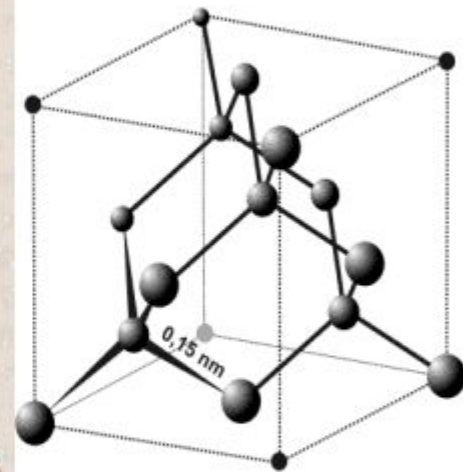
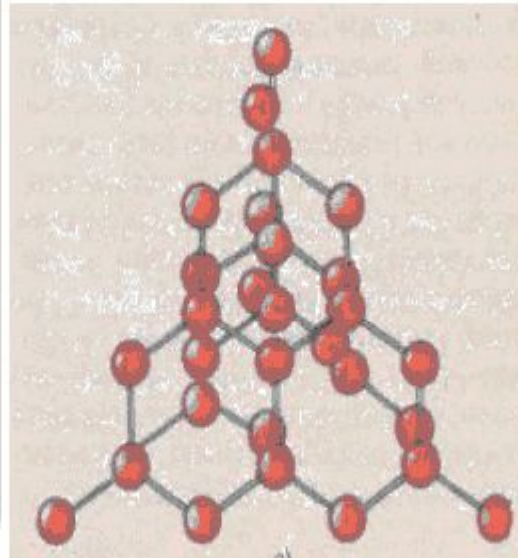


Хотя почти все драгоценные камни царапают стекло, успешно отрезать полоску стекла можно только алмазом.



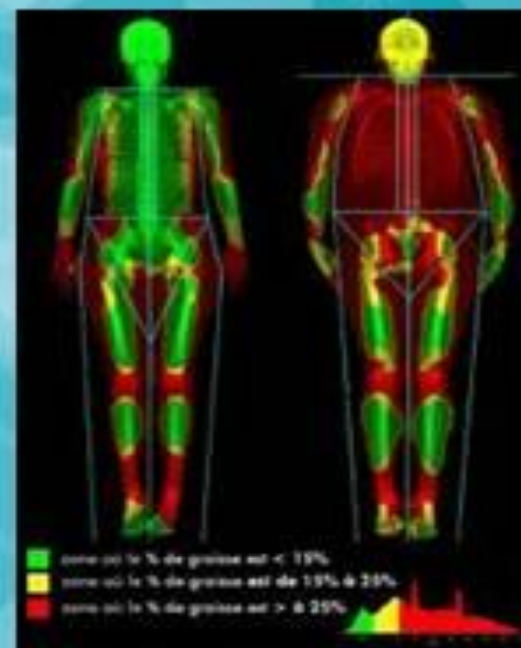
Алмазный стеклорез

Два ребра кристалла сходятся под острым углом. Этим требованиям лучше всего отвечают два ребра ромбододекаэдра.



Плотная упаковка атомов в кристаллической решетке алмаза

Одно из важных направлений использования жидких кристаллов — термография. Подбирая состав жидкокристаллического вещества, создают индикаторы для разных диапазонов температуры и для различных конструкций. 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.





Структура жидких кристаллов - растворов имеет огромное значение для жизнедеятельности организма:

- для циркуляции крови
- переноса ею кислорода
- функционирование клеток мозга
- для работы разнообразных клеточных мембран.

Дефекты структур мембраны приводят к заболеванию организма. Образование холестерических и тем более жидких смектических кристаллов в крови вызывает сердечно-сосудистые заболевания.

При неблагоприятной концентрации различных компонентов в желчи образуются сначала не полностью твёрдые кристаллы, а затем и «камни».

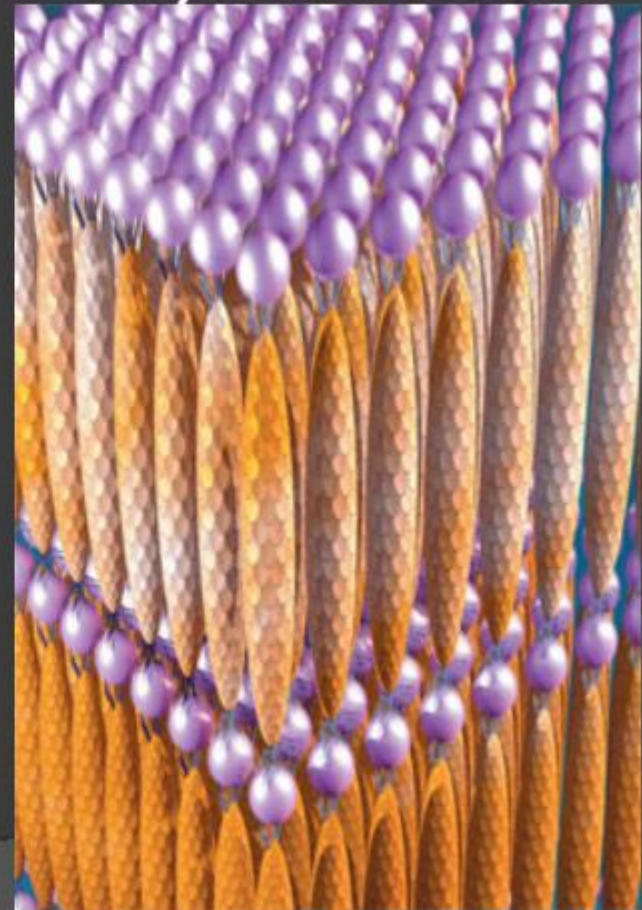
Применение жидких кристаллов в медицине

По изменению цвета ЖК можно обнаружить скрытое воспаление и даже **ОПУХОЛЬ**

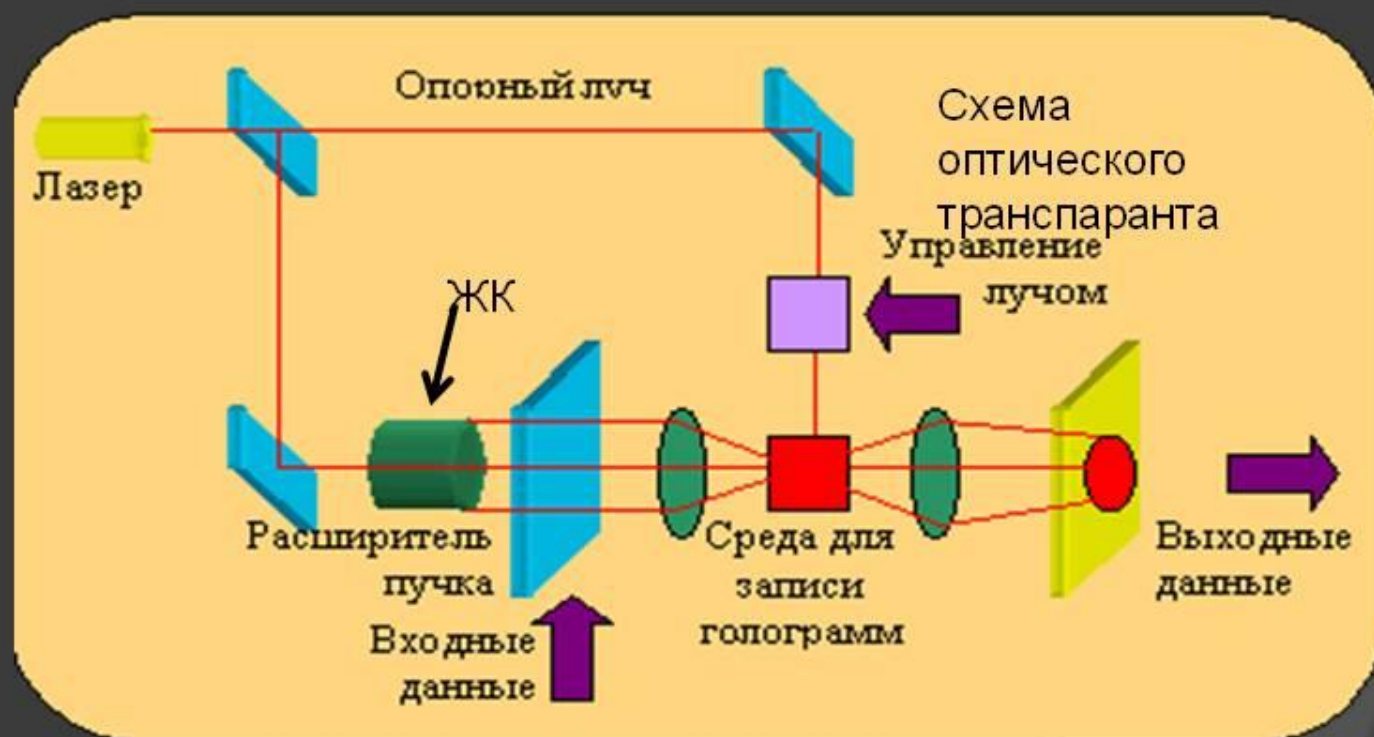


Смектические жидкие кристаллы (смектики S)

Имеют слоистую структуру.
Толщина смектического слоя определяется длиной молекул.



О будущих применениях жидких кристаллов.

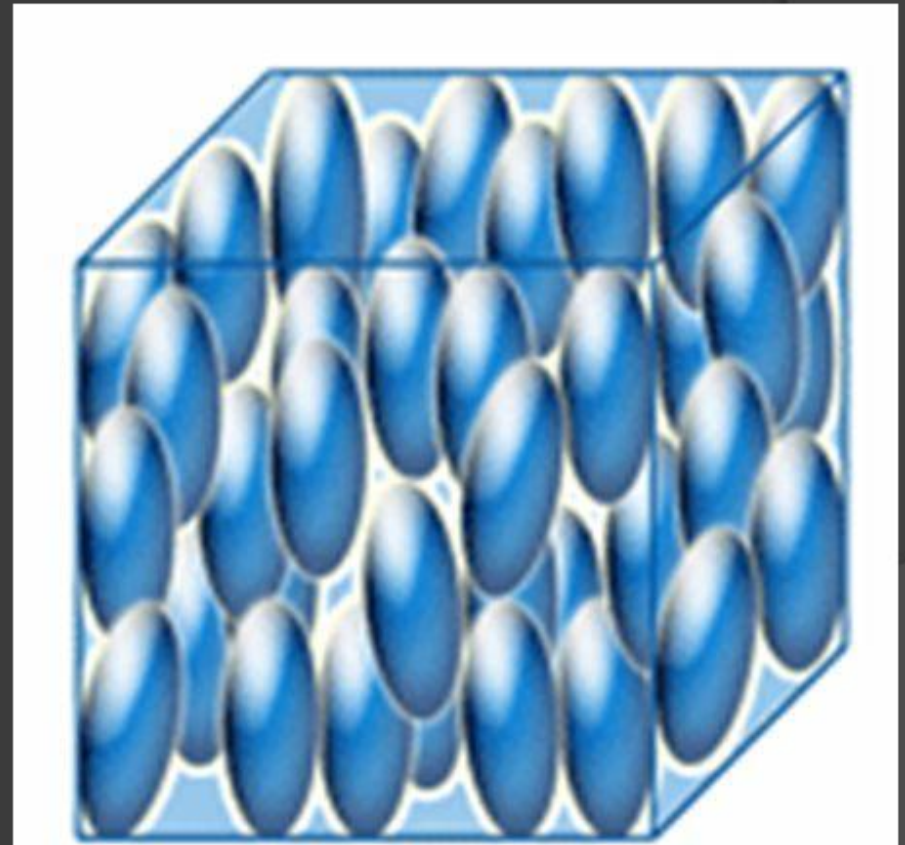


Применение кристаллов в технике

- Вся часовая промышленность работает на искусственных рубинах. На полупроводниковых заводах тончайшие схемы рисуют рубиновыми иглами. В текстильной и химической промышленности рубиновые нитеводители вытягивают нити из искусственных волокон, из капрона, из нейлона.
- Новая жизнь рубина - это лазер или, как его называют в науке, оптический квантовый генератор (ОКГ), чудесный прибор наших дней. В 1960г. был создан первый лазер на рубине. Оказалось, что кристалл рубина усиливает свет. Лазер светит ярче тысячи солнц.
- Мощный луч лазера громадной мощностью. Он легко прожигает листовой металл, сваривает металлические провода, прожигает металлические трубы, сверлит тончайшие отверстия в твердых сплавах, алмазе. Эти функции выполняет твердый лазер, где используется рубин, гранат с неодитом. В глазной хирургии применяется чаще всего неодимовые лазеры и лазеры на рубине. В наземных системах ближнего радиуса действия часто используются инъекционные лазеры на арсениде галлия.
- Полупроводниковые приборы, революционизировавшие электронику, изготавливаются из кристаллических веществ, главным образом кремния и германия. При этом важную роль играют легирующие примеси, которые вводятся в кристаллическую решетку. Полупроводниковые диоды используются в компьютерах и системах связи, транзисторы заменили электронные лампы в радиотехнике, а солнечные батареи, помещаемые на наружной поверхности космических летательных аппаратов, преобразуют солнечную энергию в электрическую. Полупроводники широко применяются также в преобразователях переменного тока в постоянный.

Нематические жидкие кристаллы (нематики N)

Молекулы расположены параллельно друг другу, могут двигаться во всех направлениях, вращаться вокруг своей оси, но при этом сохраняют ориентационный порядок.

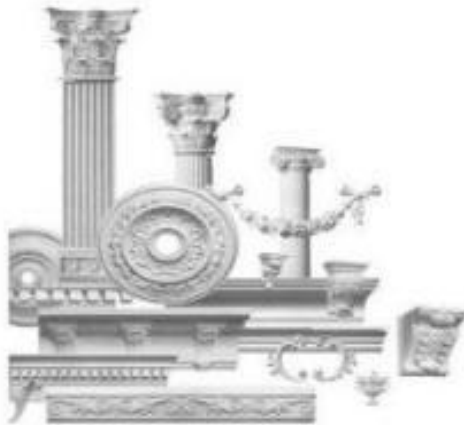




Применение кристаллов.



- **САПФИР** прозрачен, поэтому из него делают пластины для оптических приборов.



- **ГИПС** используют в строительстве, архитектуре, сельском хозяйстве и медицине.

Применение кристаллов



Алмазная пила

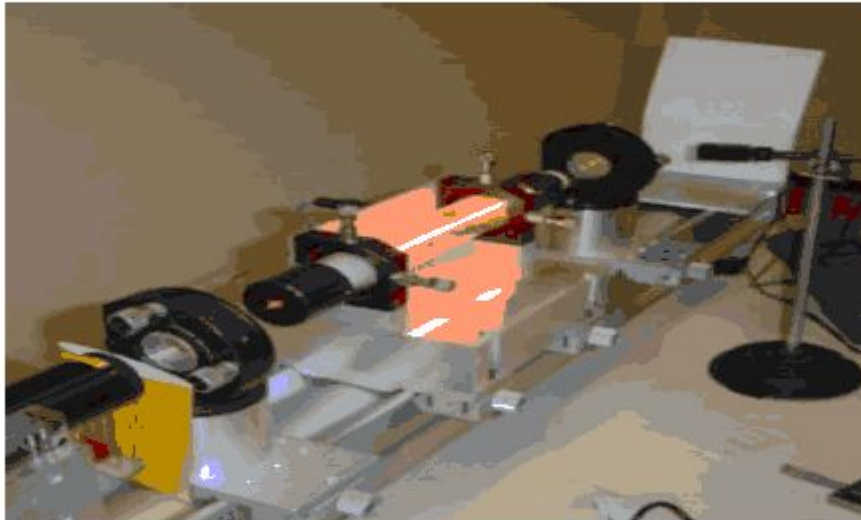


Алмазный бор



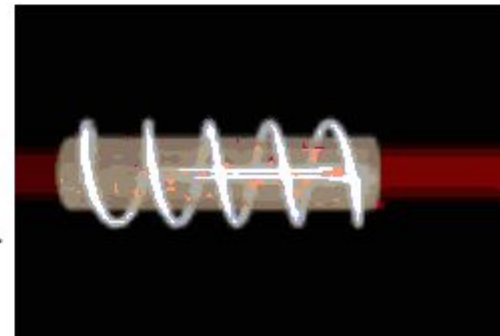
Применения кристаллов в науке и технике так многочисленны и разнообразны, что их трудно перечислить. Самый твердый и самый редкий из природных минералов - ал-маз. Сегодня алмаз в первую очередь камень-работник, а не камень-украшение. Благодаря своей исключительной твердости алмаз играет громадную роль в технике. Алмазными пилами распиливают камни.

Лазер



Основа лазера - рубиновый стержень . Торцы его строго параллельны друг другу. Работает в импульсном режиме на длине волны 694 нм (темно-вишневый свет), мощность излучения может достигать в импульсе 106–109 Вт.

Лазер (англ.) –
это усиление
света в
результате
вынужденного
излучения.



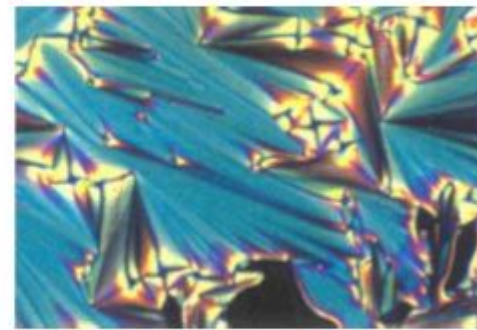
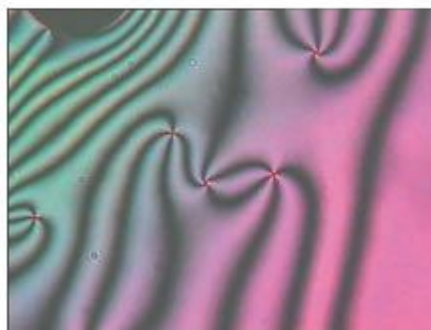
Наиболее характерным свойством ЖК является их способность изменять ориентацию молекул под воздействием электрических полей, что открывает широкие возможности для применения их в промышленности.



Текстуры жидких кристаллов

Нематическая фаза

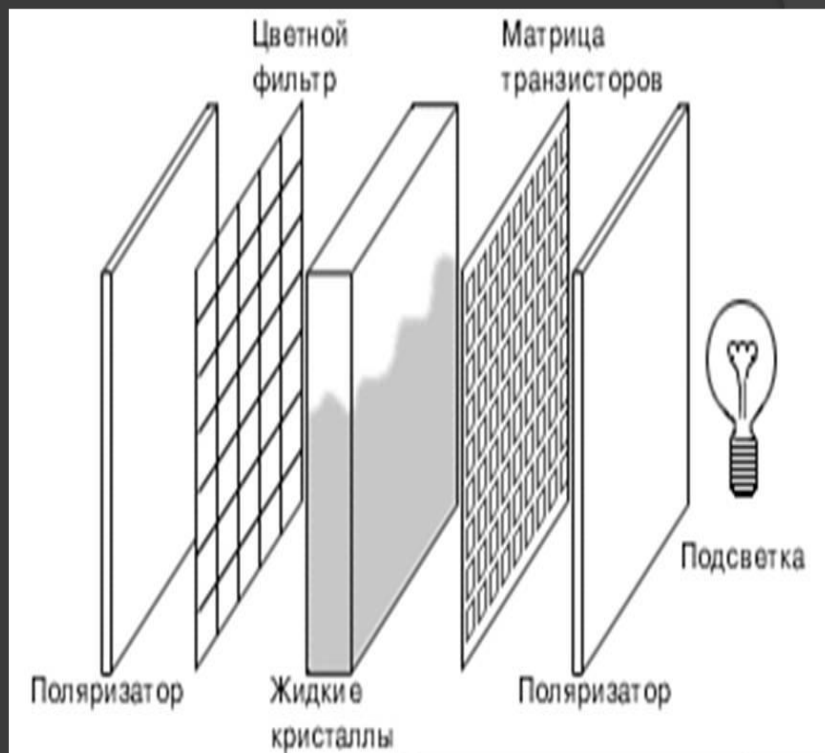
Смектическая фаза



- © Textures of liquid crystals, Ingo Dierking



Мониторы на жидких кристаллах





Кристаллы
ВОДЯНОГО
льда

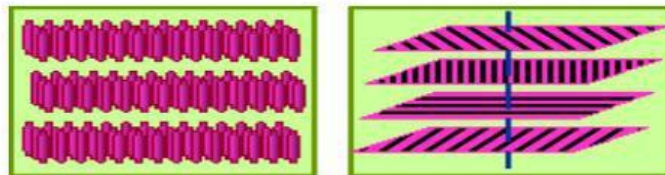


Свойства и строение кристаллических тел

- 1. Основой является кристаллическая решётка.
- 2. Идеальный кристалл-математическая модель кристалла.
- 3. Основной отличительный признак кристаллов- анизотропия.
- 4. Жидкие кристаллы- вещества, обладающие свойствами и жидкостей, и кристаллов.



Строение молекул жидких кристаллов таково, что концы молекул очень слабо взаимодействуют друг с другом, в то же время боковые поверхности взаимодействуют очень сильно и могут прочно удерживать молекулы в едином ансамбле.



Жидкие кристаллы: смектические (слева) и холестерические (справа)

Жидкие кристаллы были открыты еще в 1888 году. Но практическое применение они нашли только тридцать лет назад. «Жидкокристаллическим» называют переходное состояние вещества, при котором оно приобретает текучесть, но при этом не теряет свою кристаллическую структуру.

Дефекты в кристаллах.

- Дефекты в кристаллах – это нарушение строгой периодичности частиц в кристаллической решетке.
- Бывают:
 1. точечные дефекты
 2. линейные дефекты
 3. поверхностные или двумерные дефекты
 4. объемные или трехмерные.

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛОВ

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ

Дефекты в реальном кристалле можно разделить на химические примеси, нестехиометрию состава и собственно дефекты решетки. По Ван – Бюрену , все дефекты можно разделить на:

- 1 нульмерные, или точечные, дефекты, к которым относятся вакансии, межузельные атомы, сочетания этих дефектов, центры окраски и т.п.;
- 2 одномерные, или линейные, дефекты-дислокации;
- 3 двумерные, или поверхностные, дефекты: границы зерен и двойников, межфазные границы, страты роста, границы зон роста;
- 4 трехмерные, или объемные, дефекты: лакуны (пустоты), включения второй фазы и т.д. Самые общие несовершенства в кристаллах

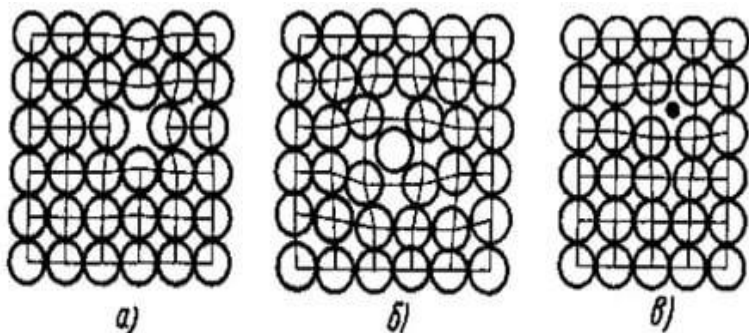
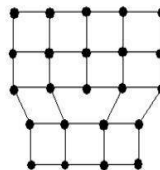


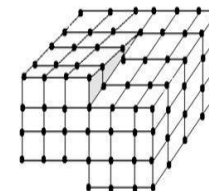
Рисунок 6. Точечные дефекты в кристаллической решетке:
а)- вакансия; б) – межузлие; в)- примесный атом внедрения

Линейные дефекты кристаллической решетки

Дислокация – это особая конфигурация расположения атомов в кристаллической решетке.



Краевую дислокацию образует лишняя атомная полуплоскость (экстраплоскость) образованная в части кристалла.



Винтовая дислокация получается при частичном сдвиге кристаллической решетки. При этом образуется ступенька, проходящая по части кристалла.

Точечные дефекты Точечным (нульмерным) дефектом называется искажение структуры, малое во всех трех измерениях

Точечные дефекты подразделяются на собственные и примесные. К собственным дефектам относятся вакансии (дефекты Шоттки) и междоузельные атомы, френкелевские пары (вакансия+междоузельный атом).

Основные несовершенства конечного кристалла б также небольшие комплексы упомянутых дефектов. Концентрация точечных дефектов, присутствующих в кристалле, имеет максимум в точке плавления и уменьшается с понижением температуры.

Вакансия – это узел решетки, в котором отсутствует атом или ион. В чисто ионных кристаллах условие нейтральности требует равного количества анионных и катионных вакансий. Пара вакансий разных знаков получила название дефекта Шоттки

Сочетание вакансии и междоузельного атома называют дефектом Френкеля

Примесные дефекты – это атомы (ионы) примесного элемента в позиции замещения или внедрения по отношению к атомам основного элемента.

Линейные дефекты (дислокации, цепочки вакансий, межузельных атомов и т. д.) – это нарушения структуры, малые в двух измерениях, но сравнительно протяженные в третьем. Главную роль среди дефектов этого вида играют дислокации, основными типами которых являются краевая и винтовая дислокации.

Винтовая дислокация обеспечивает неисчезающую ступеньку для спирального роста за счет сдвига одной части кристаллов относительно другой

Поверхностные дефекты Плоские (двумерные) дефекты – это границы кристаллических зерен и двойников, межфазные границы, дефекты упаковок.

Дефект упаковки – нарушение последовательности слоев плотнейшей упаковки шаров.

Двойниковые границы. Двойник - это кристаллический комплекс, две части которого соединяются либо двойниковой поверхностью, либо двойниковой осью

Вицинали - очень пологие возвышенные участки над основной гранью. Они представляют собой либо грани с весьма сложными индексами, либо ограничены кривыми поверхностями полностью или частично

Объемные (трехмерные) дефекты. Объемные дефекты – нарушения структуры, включающие в себя макроскопические ассоциации точечных дефектов (поры, пустоты, включения группировок частиц другой фазы, кристаллические и жидкие включения и т. п.).

* объемные дефекты, или макроскопические нарушения (закрытые и открытые поры, трещины, включения постороннего вещества). Объемные дефекты имеют относительно большие размеры, несоизмеримые с атомным диаметром, во всех

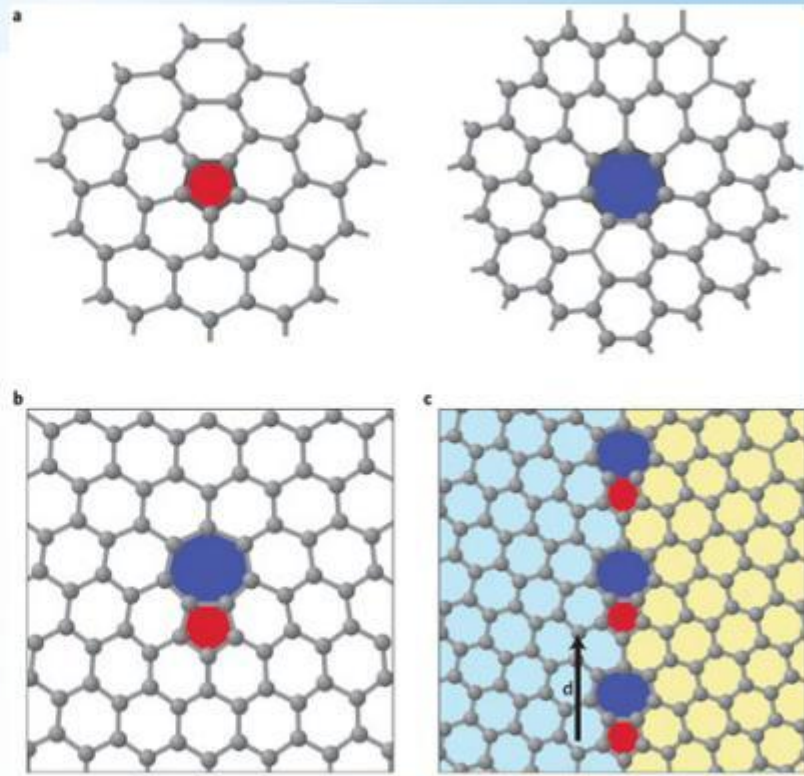




Рис. 1.4. Влияние количества дефектов на прочность сплава (стали).

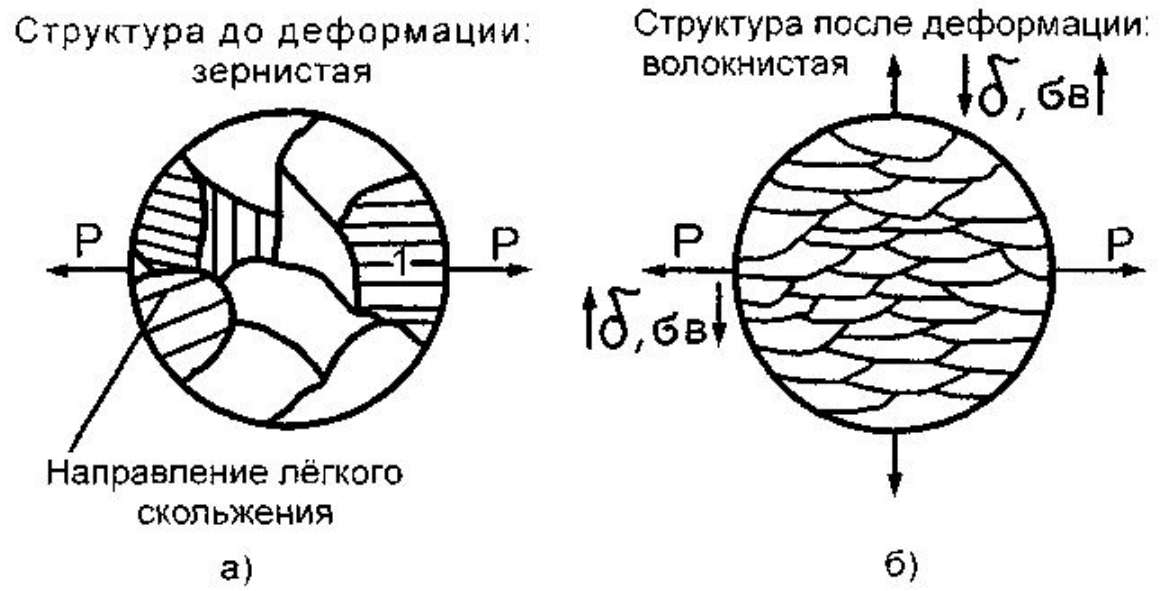


Рис.25. Изменение структуры в металле под действием пластической деформации

Итак....

На сегодняшний день можно смело утверждать: без кристаллов большая часть сфер деятельности человека станет невозможна, в связи с огромной областью их использования.

Одни кристаллы используют для чипов, лазеров, ювелирных изделий, для nano электронных устройств.

Других делают термо индикаторы, сенсоры, имплантаты, подшипники, часовые стекла, скальпели, оптические стёкла.

Третьи предназначены для оптических компьютеров, люминофоров, сцинтилляторов, дисплеев ноутбуков.

Из

