

Негосударственное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением английского языка
«Интеграция»

Кристаллы. Их выращивание и применение.

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

Выполнил ученик 9 класса

НОУ СОШ «Интеграция»

Кротков Александр

Руководитель: Спиридонова Т.А.

учитель физики

Москва, 2013

Введение

Поэзия! Завидуй кристаллографии!

Кусай ногти в гневе и бессилии!

О. Мандельштам

Мы живем в мире, в котором большая часть веществ находится в твердом состоянии. Мы пользуемся различными механизмами, инструментами, приборами. Мы живем в домах и квартирах. Имеем мебель, бытовые приборы, современнейшие средства связи: радио, телевидение, компьютеры и т.д. А ведь все это твердые тела. С физической точки зрения человек - твердое тело. Так что же такое твердые тела?

В отличие от жидкостей, твердые тела сохраняют не только объем, но и форму, т.к. положение в пространстве частиц, составляющих тело, стабильно. Из-за значительных сил межмолекулярного взаимодействия частицы не могут удаляться друг от друга на значительные расстояния.

В природе часто встречаются твердые тела, имеющие форму правильных многогранников. Такие тела называли кристаллами. Изучение физических свойств кристаллов показало, что геометрически правильная форма – не главная их особенность.

Знаменитое изречение академика А.Е. Ферсмана «Почти весь мир кристалличен. В мире царит кристалл и его твердые прямолинейные законы» полностью согласуется с научным интересом ученых всего мира и всех областей знания к данному объекту исследования. Так, в конце 60-х годов прошлого века начался серьезный научный прорыв в области жидких кристаллов, породивший «индикаторную революцию» по замене стрелочных механизмов на средства визуального отображения информации. Позже в науку вошло понятие *биологический кристалл* (ДНК, вирусы и т.д.), а в 80-х годах XX века – *фотонный кристалл*.

Что такое кристаллы? Какими свойствами они обладают? Что такое кристаллическая решетка? Как растут кристаллы? Как и где они применяются в настоящее время и каковы перспективы их применения в будущем? Вот эти вопросы заинтересовали меня, и я попытался найти на них ответы.

Цели моей работы: Изучить теорию, методику выращивания кристаллов. Вырастить несколько кристаллов для школьной коллекции.

Задачи: узнать: что такое твердые и жидкие кристаллы, какими свойствами они обладают; что называется кристаллической решеткой; как растут кристаллы и где они применяются в настоящее время; каковы перспективы применения кристаллов в будущем.

§ 1. Твердые кристаллические тела

п.1.1 Понятие «кристалл». Знания человека о кристаллах.

Слово «кристаллос» у древних греков обозначало лед. Так же назывался и водяно прозрачный кварц (горный хрусталь), ошибочно считавшийся тогда «окаменевшим льдом». Впоследствии этот термин был распространен на все кристаллические тела.

В школьных учебниках кристаллами обычно называют твердые тела, образующиеся в природных или лабораторных условиях и имеющие вид многогранников, которые напоминают самые строгие геометрические построения. Поверхность таких фигур ограничена более или менее совершенными плоскостями – гранями, пересекающимися по прямым линиям – ребрам. Точки пересечения ребер образуют вершины. Однако стоит заметить, что данное определение нельзя назвать правильным, и оно требует ряд существенных поправок, так как охватывает не все кристаллические образования. Вспомним всем известную горную породу гранит, состоящую из зерен полевого шпата, кварца и слюды. Все эти

зерна – кристаллы, однако их неправильные извилистые контуры не сохранили никаких следов прямолинейности и плоскогранности. Гранит возник из огненно-жидкого глубинного расплава – магмы. В процессе остывания расплава из него выпадало множество кристалликов полевого шпата, кварца, слюды. Одновременно рост всех этих твердых образований, мешавших друг другу развиваться, и привел к тому, что отдельные кристаллы не смогли получить свойственную им правильную многогранную форму. Зернистые кристаллические агрегаты, аналогичные граниту и другим горным породам, имеют самое широкое распространение не только в природе, но и в окружающей нас рабочей и домашней обстановке. Металлы и сплавы, каменные строительные материалы, цемент и кирпич – все это состоит из кристаллических зерен.

Значит, для образования хорошо ограненных кристаллов необходимо, чтобы ничто не мешало им свободно и всесторонне развиваться, не теснило бы их и не препятствовало их росту.

Что касается отношения человека к кристаллам, то можно сказать, что он придает им большое значение, преклоняясь перед этим чудом природы.

Итак, можно сделать вывод, что кристаллами можно назвать все твердые тела, в которых слагающие их частицы (атомы, ионы, молекулы) расположены строго закономерно наподобие узлов пространственных решеток. Это определение является всеобъемлющим, оно приложимо к любым однородным кристаллическим телам: и булям, и зернам, и «скелетам», и плоскогранным фигурам.

Во всех без исключения кристаллических постройках из атомов – в структурах кристаллов можно выделить множество одинаковых атомов, расположенных наподобие узлов пространственной решетки.

п.1.2 Разнообразие форм кристаллов. Симметрия в кристаллах.

Как известно, форма является вторичной по отношению к содержанию. В соответствии с этим и кристаллографы всегда подчеркивают, что форма кристалла прежде всего зависит от его внутреннего строения, т.е. от кристаллической структуры (под структурой понимается пространственное расположение всех материальных частиц: атомов, молекул, ионов, составляющих кристаллов).

Такую структуру схематично изображают в виде пространственной решетки. При этом вершины, ребра и грани кристалла соответствуют узлам, рядам и плоским сеткам решетки.

В течение долгих столетий геометрия кристаллов казалась таинственной и неразрешимой загадкой. Не случайно на гравюре великого немецкого художника Альбрехта Дюрера (1471-1528) изображена Меланхолия в виде печального ангела, безнадежно всматривающегося в огромный кристалл. Вплоть до XVII в. дальше описаний «удивительных угловатых тел» дело не шло.

В 1619 г. великий немецкий математик и астроном Иоганн Кеплер (1571-1630) обратил внимание на шестерную симметрию снежинок. Он попытался объяснить ее тем, что кристаллы построены из мельчайших одинаковых шариков, теснейшим образом присоединенных друг к другу (вокруг центрального шарика можно вплотную разложить только шесть таких же шариков). По пути, намеченному Кеплером, пошли впоследствии Роберт Гук (1635-1703) и Ломоносов (1711-1765). Они также считали, что элементарные частицы внутри кристаллов можно уподобить плотно упакованным шарикам. В наше время принцип плотнейших шариковых упаковок лежит в основе структурной кристаллографии, только сплошные шариковые частицы («корпускулы») старинных авторов заменены сейчас сферами действия атомов и ионов.

Через 50 лет после Кеплера (в 1669 г.) датский геолог, кристаллограф и анатом Николаус Стеной (1638-1686) впервые сформулировал основные понятия о формировании кристаллов «Рост кристалла происходит не

изнутри, как у растений, но путем наложения на внешние плоскости кристалла мельчайших частиц, приносящихся извне некоторой жидкостью». Эта идея о росте кристаллов в результате отложения на гранях все новых и новых слоев вещества сохранила свое значение и до сих пор.

Внимательно разглядывая кристаллы кварца, Стенон обратил внимание на их отклонения от идеальных геометрических многогранников с плоскими гранями и прямыми ребрами. В своем трактате он впервые ввел в науку реальный кристалл с его несовершенствами и отклонениями от идеализированных схем. Однако все эти отклонения не помешали ученому открыть на тех же кристаллах кварца основной закон геометрической кристаллографии – закон постоянства углов. К сожалению, написал он об этом очень кратко в пояснениях к рисункам, приложенным к его сочинению.

Одним из первых уловил симметрическое строение множества кристаллических тел ученый Гаюи. Ему же принадлежит способ геометрической характеристики кристаллических граней, с помощью которого можно было даже предсказать, какие именно грани возможны для данного кристалла.

Прямым продолжателем Гаюи явился французский кристаллограф Браве. Будучи моряком-метеорологом, Браве заинтересовался формами снежинок и стал углубленно заниматься наукой о кристаллах. В отличие от своих предшественников, приписывавших элементарным частицам в кристаллах шаровую или параллелепипедную форму, Браве отказался от всяких предположений относительно таинственных и недоступных тогда форм молекул или атомов. Молекулярные «кирпичики» Гаюи были заменены Браве точками – центрами их тяжести. Легко понять, что, выделив в кирпичной кладке центры тяжести всех кирпичиков, мы получим уже знакомую нам пространственную решетку.

В 1867 году наш соотечественник, профессор артиллерийского училища академик А.В. Гадолин, не подозревая о сосуществовании трудов

Гесселя и Браве, снова взялся за вывод законов симметрии. К тому времени минералогии и кристаллографы собрали огромный материал по кристаллическим формам минералов. В классическом труде Гадолина «Вывод всех кристаллографических систем и их подразделений из одного общего начала» раз и навсегда было установлено существование 32 видов симметрии для конечных кристаллографических фигур.

п. 1.3 Монокристаллы и поликристаллы.

Кристаллические тела могут быть монокристаллами и поликристаллами. Монокристаллом называют одиночный кристалл, имеющий макроскопическую упорядоченную кристаллическую решетку. Монокристаллы обычно обладают геометрически правильной внешней формой, но этот признак не является обязательным.

Большинство встречающихся в природе и получаемых в технике твердых тел представляют собой совокупность сросшихся друг с другом хаотически ориентированных маленьких кристаллов – кристаллитов. Такие тела называют поликристаллами. В отличие от монокристаллов поликристаллы изотропны, т.е их свойства одинаковы во всех направлениях.

Полиморфизм.

Очень многие вещества в кристаллическом состоянии могут существовать в двух или более фазовых разновидностях (модификациях), отличающихся физическими свойствами. Это явление называется полиморфизмом. Каждая модификация устойчива в определенном интервале температур и давлений. Из 9 кристаллических фаз воды только одна устойчива при атмосферном давлении. Остальные 8 фазовых состояний льда существуют при высоких давлениях и имеют плотность большую, чем у воды.

Алмаз – кристаллическое вещество с атомной кристаллической решеткой. Каждый атом в кристалле алмаза связан прочными ковалентными связями с четырьмя соседними атомами. Это обуславливает

исключительную твердость алмаза. Алмаз широко применяют для обработки особо твердых материалов: для резки стекла, при буровых работах, для вытягивания проволоки и др. Производительность труда при использовании алмазного обрабатывающего инструмента в промышленности возрастает в 2-5 раз.

Графит непрозрачен, серого цвета, обладает металлическим блеском. В кристаллической решетке графита атомы углерода расположены слоями состоящими из шестичленных колец. Между слоями в графите действуют межмолекулярные силы. Поэтому графит легко расслаивается на чешуйки. Даже при слабом трении графита о бумагу на ней остается серый след («графит» от латинского «пишущий»). Графит применяют для изготовления грифелей карандашей, в технике – в качестве смазочного материала. В ядерных реакторах его используют в качестве замедлителя нейтронов.

Карбин стал известен сравнительно недавно. Он был получен советскими учеными, а уже позднее обнаружен в природе. Это черный порошок. Кристаллическая решетка построена из линейных углеродных цепочек. По электрической проводимости карбин занимает промежуточное положение между алмазом (диэлектрик) и графитом (проводник): карбин – полупроводник.

п. 1.4 Анизотропия

Плотность расположения частиц в кристаллической решетке не одинакова по различным направлениям. Это приводит к зависимости свойств монокристаллов от направления – анизотропии.

Анизотропия – зависимость физических свойств вещества от направления. Физические свойства поликристаллов не зависят от направления: они изотропны.

Изотропия – независимость физических свойств вещества от направления.

Простейший пример изотропии кристаллов – неодинаковая их прочность по разным направлениям. Это свойство наглядно проявляется при дроблении кристаллических тел.

История показала, что тепловые, электрические и оптические свойства также не одинаковы по различным направлениям. Анизотропия физических свойств кристаллов и правильная внешняя форма получили объяснение на основе атомно-молекулярной теории строения вещества.

Различна в разных направлениях и теплопроводность монокристаллов. У графита теплопроводность вдоль слоев в четыре раза больше, чем по нормали к слоям: тепло легче передается в тех плоскостях и направлениях, где атомы плотнее упакованы.

Особенно наглядна анизотропия механических свойств кристаллов. Кристаллы со слоистой структурой – слюда, гипс, графит, тальк – в направлении слоев совсем легко расщепляются на тонкие листочки, но невозможно разрезать или расколоть их в других плоскостях.

Бесцветные кристаллы каменной соли прозрачны, как стекло. А вот разбиваются они совсем не как стекло. Если ударить ножом или молоточком по кристаллу, они разбиваются на кубики с ровными, гладкими, плоскими гранями. Это явление спайности, т.е. способности раскалываться по ровным, гладким плоскостям, так называемым плоскостям спайности. Кристаллы кальцита тоже обладают весьма совершенной спайностью: при ударе они всегда разбиваются на так называемые ромбоэдры с гладкими, плоскими гранями. **Ромбоэдр** – это косоугольный параллелепипед, или, можно сказать, куб, вытянутый вдоль одной из его диагоналей.

Спайность – это проявление анизотропии прочности кристаллов: силы сцепления между атомами в некоторых симметрично расположенных плоскостях очень малы, и кристаллы раскалываются по этим плоскостям.

п.1.5 Применение твердых кристаллов

Применения кристаллов в науке и технике так многочисленны и разнообразны, что их трудно перечислить. Ограничимся несколькими примерами.

Самый твердый и самый редкий из природных минералов - алмаз. Благодаря своей исключительной твердости алмаз играет огромную роль в технике. Алмазными пилами распиливают камни. Алмазная пила - это большой (до 2-х метров в диаметре) вращающийся стальной диск, на краях которого сделаны надрезы или зарубки. Мелкий порошок алмаза, смешанный с каким-нибудь клейким веществом, втирают в эти надрезы. Такой диск, вращаясь с большой скоростью, быстро распиливает любой камень.

Колоссальное значение имеет алмаз при бурении горных пород, в горных работах. Алмазным порошком шлифуют и полируют твердые камни, закаленную сталь, твердые и сверхтвердые сплавы. Сам алмаз можно резать, шлифовать и гравировать тоже только алмазом. Наиболее точные детали двигателей в автомобильном и авиационном производстве обрабатывают алмазными резцами и сверлами.

Рубин и сапфир - это родные братья, это вообще один и тот же минерал - корунд. Вся часовая промышленность работает на искусственных рубинах. На полупроводниковых заводах тончайшие схемы рисуют рубиновыми иглами.

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 обладает громадной мощностью. Он легко прожигает листовую 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.

Особенно удивительны электрические свойства кварца. Если сжимать или растягивать кристалл кварца, на его гранях возникают электрические заряды. Это - пьезоэлектрический эффект в кристаллах. В наши дни в качестве пьезоэлектриков используют не только кварц, но и многие другие, в основном искусственно

синтезированные вещества. Пьезоэлектрические кристаллы широко применяются для воспроизведения, записи и передачи звука.

Существуют и пьезоэлектрические методы измерения давления крови в кровеносных сосудах человека и давления соков в стеблях и стволах растений.

В технике также нашел своё применение поликристаллический материал поляроид. Поляроид - это тонкая прозрачная пленка, сплошь заполненная крохотными прозрачными игольчатыми кристалликами вещества, двупреломляющего и поляризующего свет. Все кристаллики расположены параллельно друг другу, поэтому все они одинаково поляризуют свет, проходящий через пленку.

Поляроидные пленки применяются в поляроидных очках. Поляроиды гасят блики отраженного света, пропуская весь остальной свет. Они незаменимы для полярников, которым постоянно приходится смотреть на ослепительное отражение солнечных лучей от заледеневшего снежного поля.

п. 1.6 Технология выращивания кристаллов в домашних условиях

Первый этап: Приготовление насыщенного раствора

Сначала я налил в мензурку 20 мл горячей воды и добавил туда 1 ложку сухого медного купороса. Затем добавлял несколько раз по половине ложки вещества и тщательно размешивал до полного его растворения. После того, как медный купорос перестал растворяться и стал оседать на дне мензурки, я прекратил добавление. У меня получился насыщенный раствор.

Второй этап: Получение поликристалла □

Затем я поставил банку с раствором в спокойное место и закрыл крышкой, чтобы туда не попала пыль. И оставил его на ночь. Когда вода начала остывать, из раствора начали образовываться кристаллы.

Это получился поликристалл, который я высушил на салфетке и убрал в пластиковую коробку. То же самое я сделал с поваренной солью.

□

Третий этап: Выращивание монокристалла

Я выбрал большой кристалл поваренной соли, привязал его за нитку к палочке и опустил в охлажденный насыщенный раствор. После этого убрал банку в теплое место для испарения раствора. Очень медленно стал расти кристалл большего размера. Его надо выращивать несколько недель.

Выращивание поликристалла фосфата моноаммония

Можно провести другой опыт. Я взял фосфат моноаммония и приготовил раствор таким же образом, как в предыдущем опыте. Затем я взял пластиковый камень, потер его в нескольких местах наждачной бумагой и опустил в насыщенный раствор. Камень не должен тонуть! Я оставил раствор на ночь, а утром увидел, что на камне выросло много кристаллов! И камень под их тяжестью опустился на дно. Я так же как в предыдущем опыте высушил его на салфетке и убрал в пластиковую коробку.

Выводы из § 1:

1. Представления о кристаллах, их строении и свойствах развивались на протяжении нескольких веков. Точкой отсчета истории кристаллов может быть известие о существовании изумрудов в Индии за 2 тыс. лет до н. э., алмазов за 1000-500 лет до н. э., рубинов Цейлона за 600 лет до н. э. В середине 20 века были открыты жидкие кристаллы.
2. Кристаллы – это твердые тела, атомы или молекулы которых занимают определенные положения в пространстве.
3. Самый важный вывод исследовательской работы: все физические свойства, благодаря которым кристаллы так широко применяются, зависят от их строения – их пространственной кристаллической решетки.

4. Используя методику выращивания кристаллов, я вырастил кристаллы поваренной соли (NaCl), медного купороса (CuSO_4), фосфат моноаммония ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$).

§2. Жидкие кристаллы

п. 2.1 Понятие “жидкий кристалл”

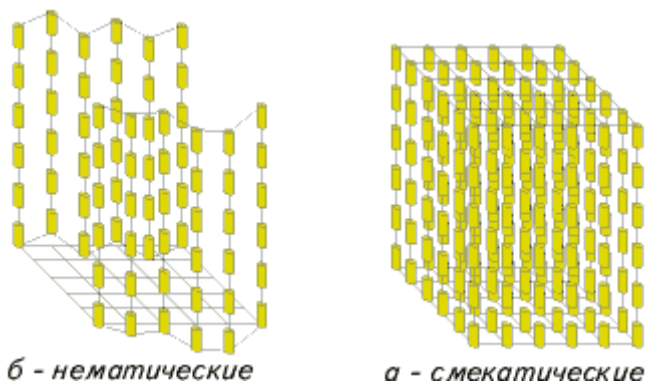
Всё чаще мы стали встречаться с термином “жидкие кристаллы”. И они играют немаловажную роль в нашей жизни. Многие современные приборы и устройства работают на них. К таким относятся часы, термометры, дисплеи, мониторы и прочие устройства. Что же это за вещества с таким парадоксальным названием “жидкие кристаллы” и почему к ним проявляется столь значительный интерес? Раньше существование жидких кристаллов казалось невозможным. Поэтому через некоторое время после их открытия о них практически забыли. В конце девятнадцатого – начале двадцатого веков многие ученые с сомнением относились к жидким кристаллам. Дело в том, что свойства различных жидкокристаллических веществ оказывалось очень разным. Например – одни кристаллы обладали очень большой вязкостью, другие – нет. С изменением температуры одни кристаллы меняли цвет, а другие не проявляли резкого изменения окраски. Внешний вид различных жидких кристаллов под микроскопом был тоже разным. В одном случае в поле поляризационного микроскопа могли быть видны образования, похожие на нити, в другом — наблюдались изображения, похожие на горный рельеф, а в третьем — картина напоминала отпечатки пальцев.

В наше время наука стала важной частью промышленного производства, и поэтому, как правило, повышенный научный интерес к тому или иному явлению или объекту означает, что это явление или объект представляет интерес для 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.

п.2.2 Классификация жидких кристаллов и их физические свойства

Время шло, факты о жидких кристаллах постепенно накапливались, но не было общего принципа их классификации. Заслуга в создании основ современной классификации жидких кристаллов принадлежит французскому ученому Ж. Фриделю. В двадцатые годы XX века Фридель предложил разделить все жидкие кристаллы на две большие группы.



Одну группу жидких кристаллов Фридель назвал **нематическими**, другую **смектическими**. Он же предложил общий термин для жидких кристаллов — “мезоморфная фаза”. Этот термин происходит от греческого слова “мезос” (промежуточный), а вводя его, Фридель хотел подчеркнуть, что жидкие кристаллы занимают промежуточное положение между истинными кристаллами и жидкостями как по температуре, так и по своим физическим свойствам.

Самые “кристаллические” среди жидких кристаллов - смекатические. Для смекатических кристаллов характерна двумерная упорядоченность. Молекулы размещаются так, чтобы их оси были параллельны. Более того, они “понимают” команду “равняйся” и размещаются в стройных рядах, упакованных на смекатических плоскостях, и в шеренгах - на нематических. Смекатическим жидким кристаллам свойственно многое из того, о чем пойдет речь ниже, и нечто особенное - долговременная память. Записав, например, изображение на

такой кристалл, можно затем долго любоваться “произведением”. Однако эта особенность смекатических кристаллов для воспроизводящих элементов индикационных устройств, телевизоров и дисплеев не слишком удобна. Тем не менее, они находят применение в промышленности, к примеру, в индикаторах давления.

Упорядоченность нематических сред ниже, чем у смекатических. Молекулам дозволено смещаться относительно длинных осей, поэтому упорядоченность становится “односторонней”, а реакция на внешнее воздействие относительно быстрой, память - короткой. Смекатические плоскости отсутствуют, а вот нематические сохраняются.

В достаточно больших объемах кристаллической жидкости образуются домены, физические свойства которых подобны кристаллам. Однако в целом она проявляет свойства, подобные обычным жидкостям. Доменная структура жидких кристаллов образуется по тем же причинам и законам, что в сегнтоэлектриках и ферромагнетиках. Ситуация резко меняется в пленках, толщина которых сопоставима с радиусом взаимодействия молекул жидкости и пластин, формирующих слой. Именно взаимодействие жидкого кристалла и формообразующих элементов создает тот легко управляемый прибор, который столь активно встраивается в современную электронную технику.

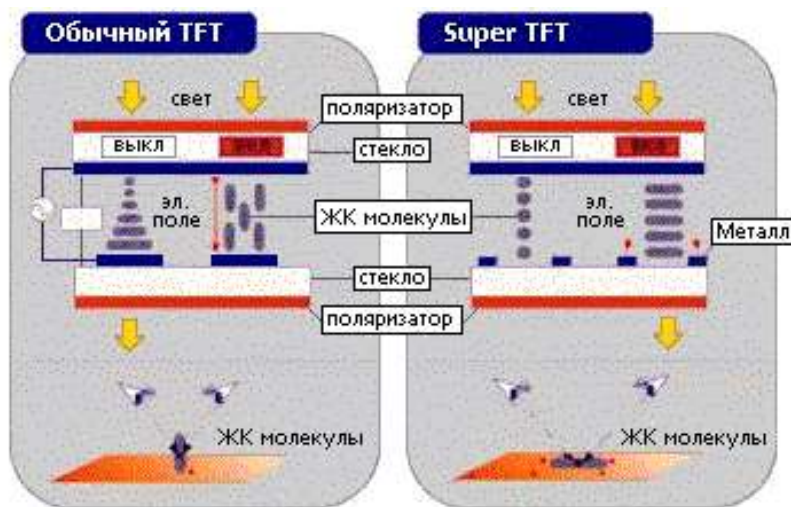
п. 2.3 Применение жидких кристаллов

Расположение молекул в жидких кристаллах изменяется под действием таких факторов, как температура, давление, электрические и магнитные поля. Изменение расположения молекул приводит к изменению оптических свойств: цвет, прозрачность, способность к вращению плоскости поляризации проходящего света. На всех этих свойствах основаны разные применения жидких кристаллов. Например, зависимость цвета от температуры используется для медицинской диагностики. Нанося на тело пациента некоторые жидкокристаллические материалы, врач может легко выявить затронутые

болезнью ткани по изменению цвета в тех местах, где эти ткани имеют повышенную температуру. Температурная зависимость цвета позволяет также контролировать качество изделий без их разрушения. Например, если металлическое изделие нагревать, то его внутренний дефект изменит распределение температуры на поверхности. Эти дефекты выявляются по изменению цвета жидкокристаллического материала, нанесенного на поверхность изделия.

Жидкие кристаллы широко применяются в производстве наручных часов и небольших калькуляторов. Создаются плоские телевизоры с тонким жидкокристаллическим экраном.

TFT (Thin Film Transistor) -технологии



Плоскопанельные TFT-дисплеи имеют два существенных недостатка по сравнению с обычными, не плоскими мониторами:

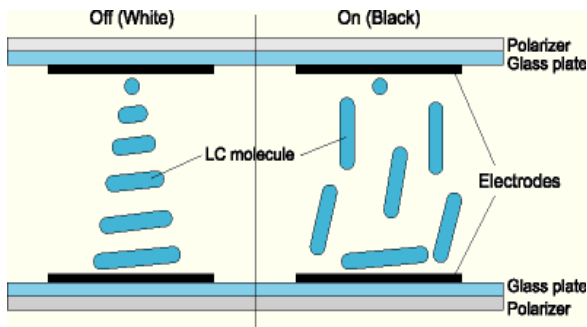
1. Если посмотреть на TFT-дисплей со стороны, под некоторым углом, то можно явно заметить существенную потерю яркости и характерное изменение цветов дисплея. Более старые модели плоскопанельных дисплеев в основном имеют угол зрения, равный 90° , т. е. 45° с каждой стороны. Если на экран смотрит только один человек, проблем не возникает. Но как только появляется второй пользователь, например, ваш друг, которому вы хотите показать что-

либо на экране, или второй игрок в компьютерной игре – он будет жаловаться на плохое качество дисплея.

2. Быстрые изменения изображения на экране, которые часто имеют место при воспроизведении видеороликов или в играх, требуют такой производительности, которая оказывается слишком большой для жидкокристаллических технологий, используемых на сегодняшний день. Существенное время реакции пиксела приводит к искажениям и появлению характерных полосок на изображении.

Производители плоскопанельных дисплеев продолжают исследования. Недавно на рынок были выпущены первые модели, изготовленные с использованием новых прогрессивных технологий. Основные технологии - это TN+Film, IPS (или "Super-TFT") и MVA, каждая из которых описана в данной статье

TN+Film- технологии

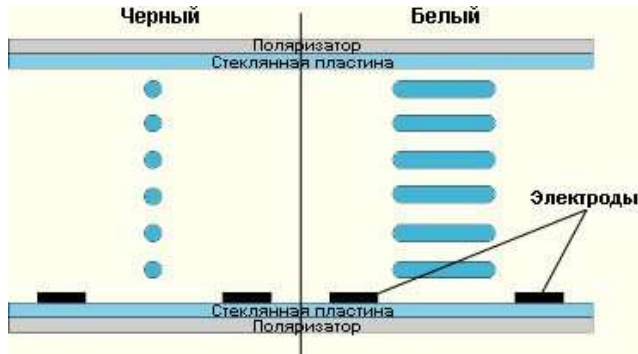


С технической точки зрения решение TN+Film является наиболее простым для реализации. Производители плоскопанельных дисплеев используют относительно

старую технологию TFT (Twisted Nematic).

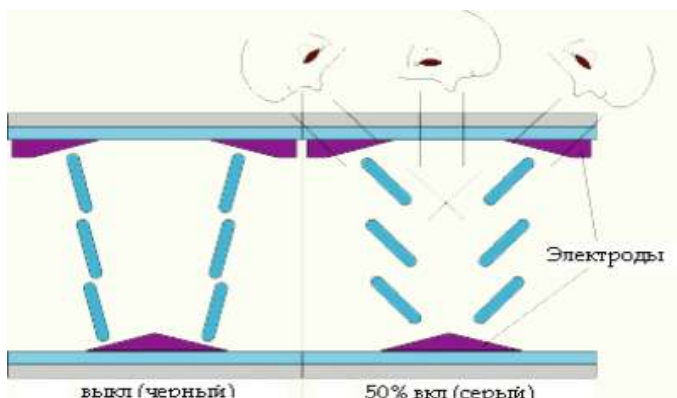
Специальная плёнка наносится на верхнюю поверхность панели, при этом угол обзора по горизонтали увеличивается от 90° до 140° . Однако плохая контрастность и низкое время реакции остаются неизменными. Метод TN+Film не является наилучшим решением, но это несомненно самый дешёвый метод, т. к. при этом производственный выход наиболее высок (примерно равен выходу обычных ЖК-дисплеев).

IPS (In-Plane Switching или Super-TFT)



IPS или 'In-Plane Switching' изначально была разработана фирмой Hitachi, однако такие фирмы, как NEC и Nokia в настоящее время также используют данную технологию. Различие по отношению к обычным ЖК-дисплеям (TN или TN+Film) состоит в том, что молекулы жидких кристаллов выстраиваются параллельно подложке.

Эта технология позволяет достичь прекрасных значений угла обзора - до 170° , примерно таких же, как у неплоских мониторов. Однако эта технология также имеет недостаток: из-за параллельного выстраивания жидких кристаллов электроды могут не разместиться на стеклянных поверхностях, как в случае с ЖК-дисплеями с закрученными кристаллами. Вместо этого они должны быть выполнены в виде гребёнки на нижней стеклянной поверхности. Это в конце концов приводит к снижению контрастности и тогда требуется более интенсивная подсветка для увеличения яркости до требуемого уровня. Время реакции и контрастность вряд ли могут быть увеличены по сравнению с обычными TFT-дисплеями.



MVA (Multi-Domain Vertical Alignment)

Технология MVA позволяет достичь углов зрения до 160° - достаточно хороший показатель - а также высоких значений контраст-

ности и малого времени реакции пикселя.

Буква М в MVA означает "Multi-domains" - "многодоменный". Домен - это совокупность молекул. На рис. 3 показано несколько доменов, которые формируются при помощи электродов. Компания Fujitsu в настоящее время производит дисплеи, в которых каждая цветовая ячейка содержит до четырёх доменов.

VA означают "Vertical Alignment"- "Вертикальное Выравнивание" - это термин, который немного неверен, т. к. молекулы жидких кристаллов (в статическом состоянии) не полностью вертикально выравнены из-за наличия бугоркообразных электродов. При приложении напряжения и образования электрического поля кристаллы выстраиваются по горизонтали, и свет от подсветки при этом может проходить сквозь различные слои. Технология MVA позволяет достичь более малых значений времени реакции, чем технологии IPS и TN+Film, что является важным фактором для воспроизведения видеоизображений и игр. Контрастность обычно получается лучше, однако она может несколько меняться в зависимости от угла зрения.

Сравнение различных технологий улучшения угла обзора

Технология MVA обеспечивает улучшенное время реакции и хорошие значения угла обзора.

Решение TN+Film не обеспечивает значительных улучшений такого показателя как время реакции пикселя. При этом такие системы недороги, позволяют обеспечить достаточный производственный уровень и увеличить угол обзора до приемлемых значений. Доля рынка таких дисплеев со временем должна уменьшиться.

IPS уже завоевали значительную долю рынка, т. к. их производят несколько компаний, например Hitachi и NEC, которые поддерживают данную технологию. Решающими факторами успеха этих дисплеев является высокое значение угла зрения (до 170°) и приемлемое время реакции.

С технической точки зрения, технология MVA является наилучшим решением. Углы зрения до 160° - это почти такой же хороший показатель, как у

ЭЛТ-мониторов. Время реакции, равное примерно 20 мс, также подходит и для воспроизведения видео. Доля рынка таких дисплеев до сих пор мала, хотя она постепенно растёт.

Выводы из § 2:

1. Жидкие кристаллы обладают свойствами как кристаллического, так и жидкого вещества:
 - жидкий кристалл обладает текучестью и принимает форму сосуда, в который он помещен;
 - не имеют жёсткую кристаллическую решётку, но есть строгий порядок пространственной ориентации молекул
2. Расположение молекул в жидких кристаллах изменяется под действием таких факторов, как температура, давление, электрические и магнитные поля. Из-за этих уникальных свойств жидкие кристаллы используются во всех новейших разработках науки и техники.

Используемая литература:

Лымарева Н.А. «Проектная деятельность учащихся. Физика. 9-11 классы».- Учитель, 2008

Учебник «Физика-10»: Под ред. А.А.Пинского. – М: Просвещение, 2001

Используемые Интернет ресурсы:

<http://ru.wikipedia.org>

<http://course-crystal.narod.ru>.