

Тема 1.1 Структура и свойства материалов

Твердое вещество

Аморфное

нет определенной температуры плавления,
расположение частиц в таких веществах строго не упорядоченно
могут переходить в кристаллы

смола

стекло

пластилин

воск

янтарь

пластмассы

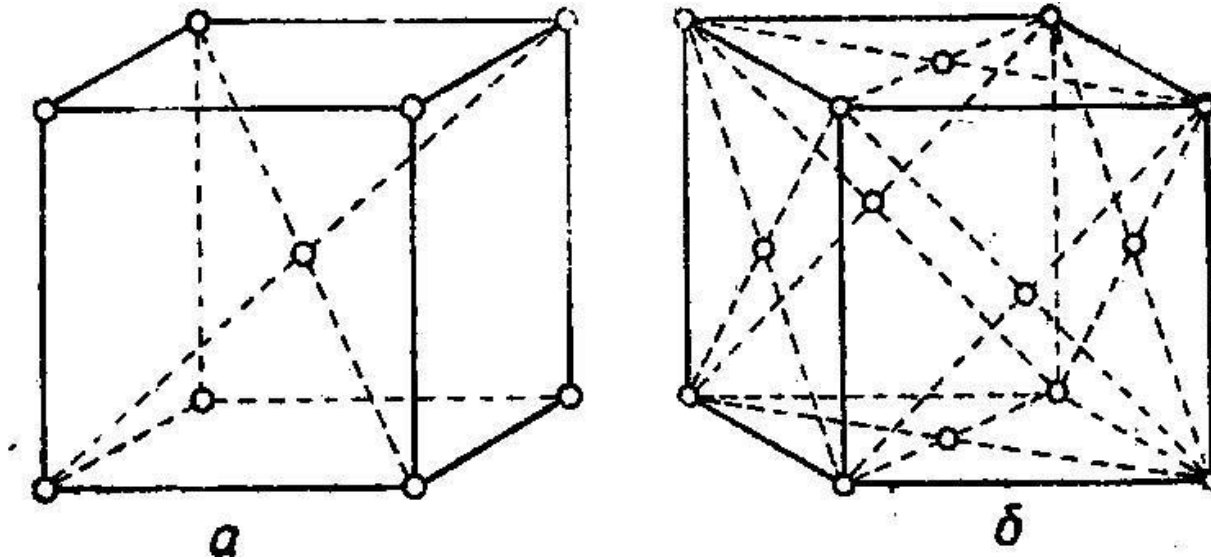
Кристаллическое

Свойства: определенная температура плавления,
правильное расположение частиц: атомов, ионов,
молекул;

хлорид натрия, графит, металлы;

Жидкие кристаллы – состоят из цепочек (спиралей) собранных из молекул, которые под действием различных видов энергии могут ориентироваться в жидкости (например при изменении сопротивления). Пример жидкого кристалла – мыльная пленка (у неё происходит изменение коэффициента преломления).

- Все металлы имеют кристаллическое строение



При температуре ниже 910° атомы в ячейках кристаллов располагаются в виде куба, образуя так называемую кристаллическую решетку альфа-железа. В этом кубе восемь атомов расположены в углах решетки и один в центре.

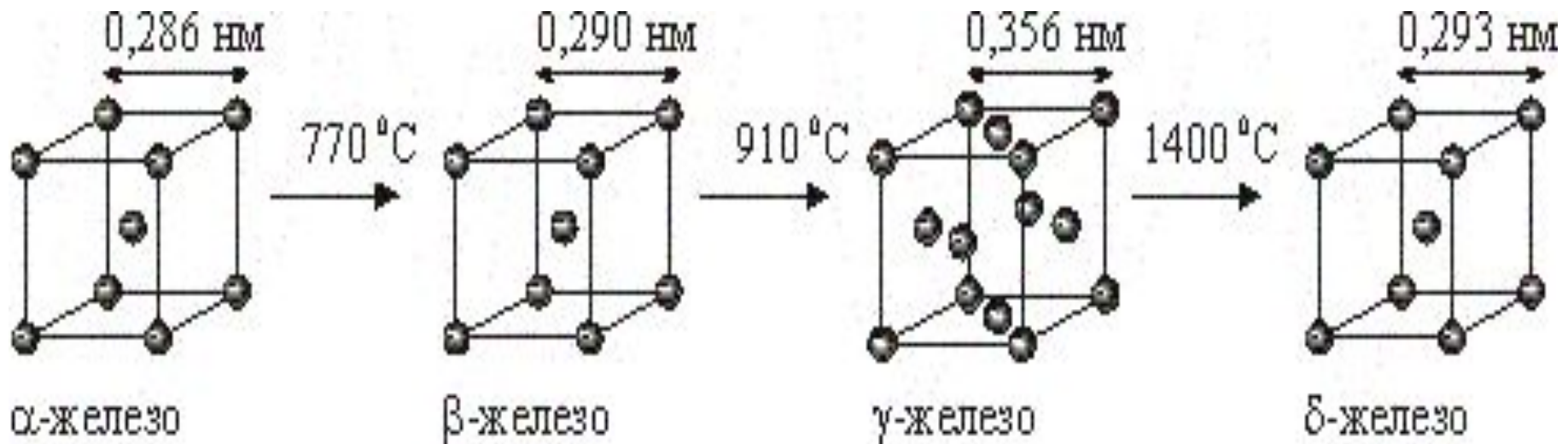
Аллотропическими формами железа являются: до 911°C - альфа-железо ($\alpha\text{-Fe}$), имеющее ОЦК-решетку, от 911°C до 1392°C - гамма-железо ($\gamma\text{-Fe}$) с решеткой ГЦК и от 1392°C до 1539°C т. е. до температуры плавления - снова $\alpha\text{-Fe}$ с решеткой ОЦК, однако, чтобы отличить его от низкотемпературной модификации, его принято называть дельта-железом ($\delta\text{-Fe}$). Эта решетка отличается от решетки альфа-железа несколько большим расстоянием между центрами атомов и сохраняется до момента расплавления железа, т. е. до 1535° .

Известное в практике так называемое немагнитное бета-железо ($\beta\text{-Fe}$) самостоятельной аллотропической формой не является, так как имеет такую же, как у $\alpha\text{-Fe}$ ОЦК-решетку и отличается от него только отсутствием магнитных свойств, которые оно теряет при 768°C (точка Кюри).

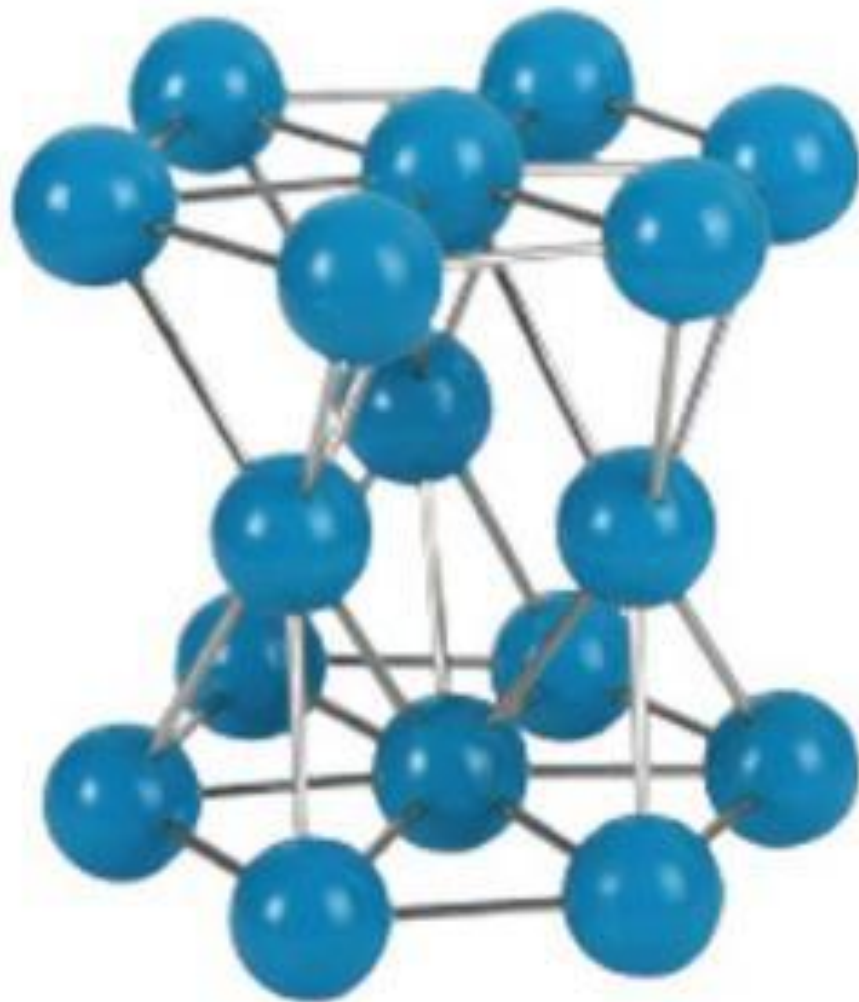
■ Аллотропия

- свойство некоторых химических элементов являться в двух или нескольких различных видоизменениях, таких что их можно принять за совершенно различные материалы, если бы тождество их химической природы не было твердо установлено химическими превращениями.
- Пример - **углерод**, являющийся или в виде алмаза, или в виде графита, или, наконец, в виде аморфного угля.
- Аллотропия — частный случай **ПОЛИМОРФИЗМА**. Кислород может существовать в виде озона, орто- и параводорода.
- Большинство простых веществ существуют в нескольких аллотропных модификациях. Две модификации олова:
 - серое α - олово — полупроводник со структурой алмаза и
 - белое β -олово — типичный металл.
- Каждая модификация вещества стабильна лишь в своей области температур и давлений, а в неустойчивом состоянии она может существовать достаточно долго.
- Полиморфизм олова хороший пример. Белое олово может переохладиться ниже температуры перехода, равной $13,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, и существовать в виде белого металла достаточно долго. Однако его состояние при температуре менее $13,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ неустойчиво, поэтому сотрясение или механическое повреждение вызывает резкий скачкообразный переход, получивший название «оловянной чумы». Переход из β - в α -модификацию происходит с изменением типа связи от металлической к ковалентной и сопровождается резким изменением объема. Коэффициент линейного расширения у серого олова в четыре раза больше, чем у белого, поэтому белое олово, переходя в серое, рассыпается в порошок.
- 42 металла имеют полиморфные превращения. Железо, титан, марганец, графит, алмаз, олово. **Свойство** используется при термической обработке.

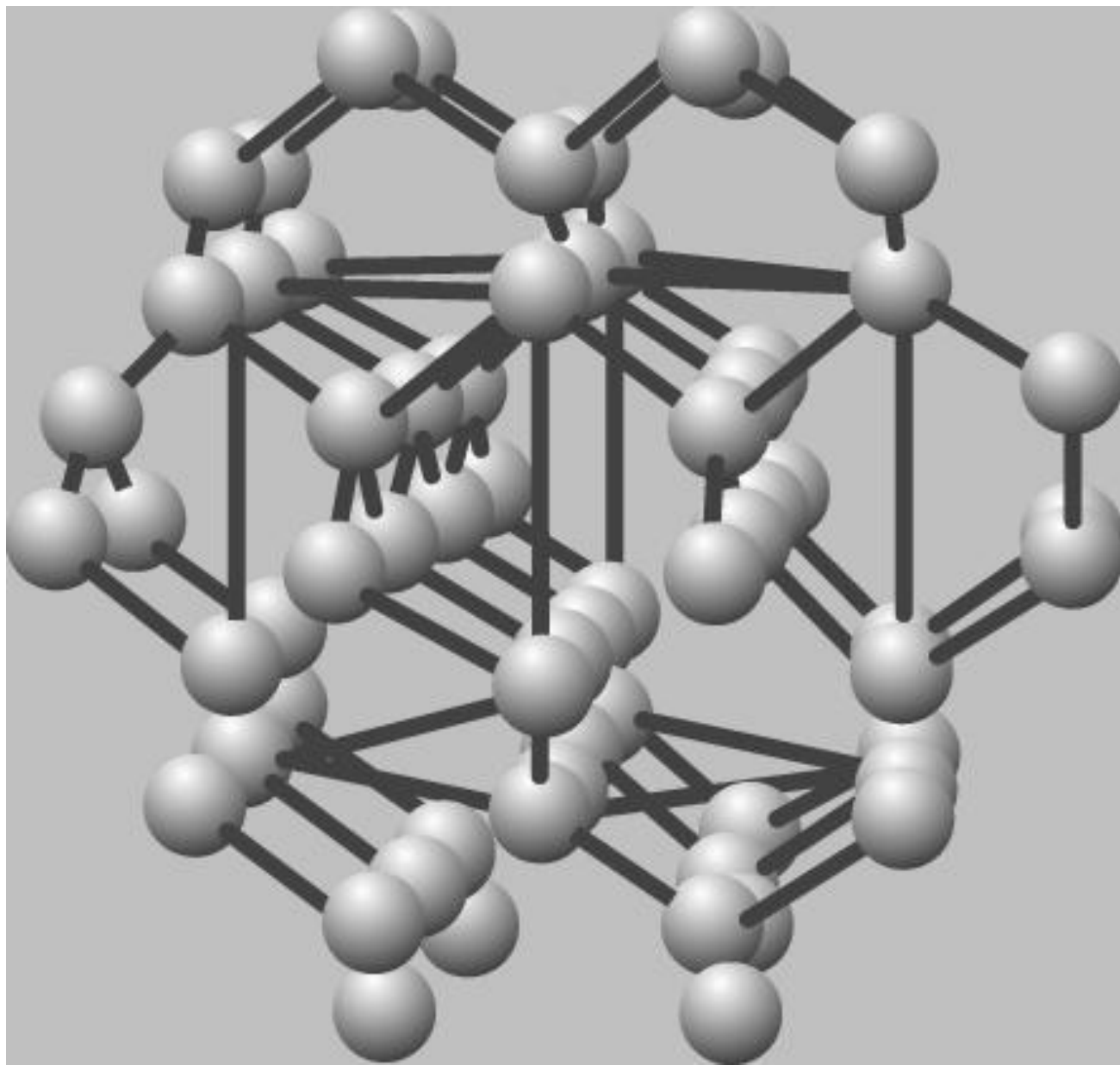
- железо имеет четыре полиморфные модификации:



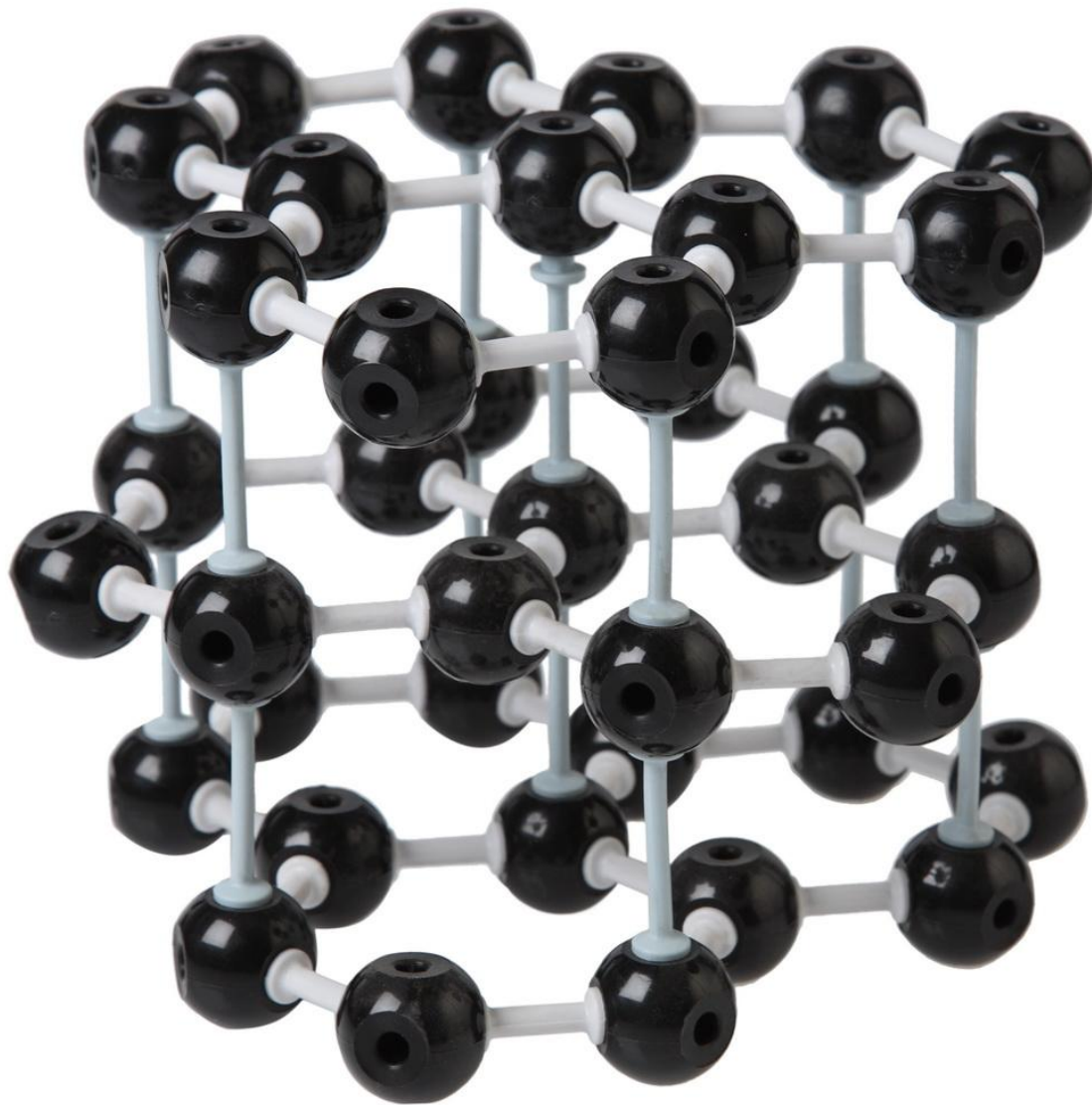
ЦИНК



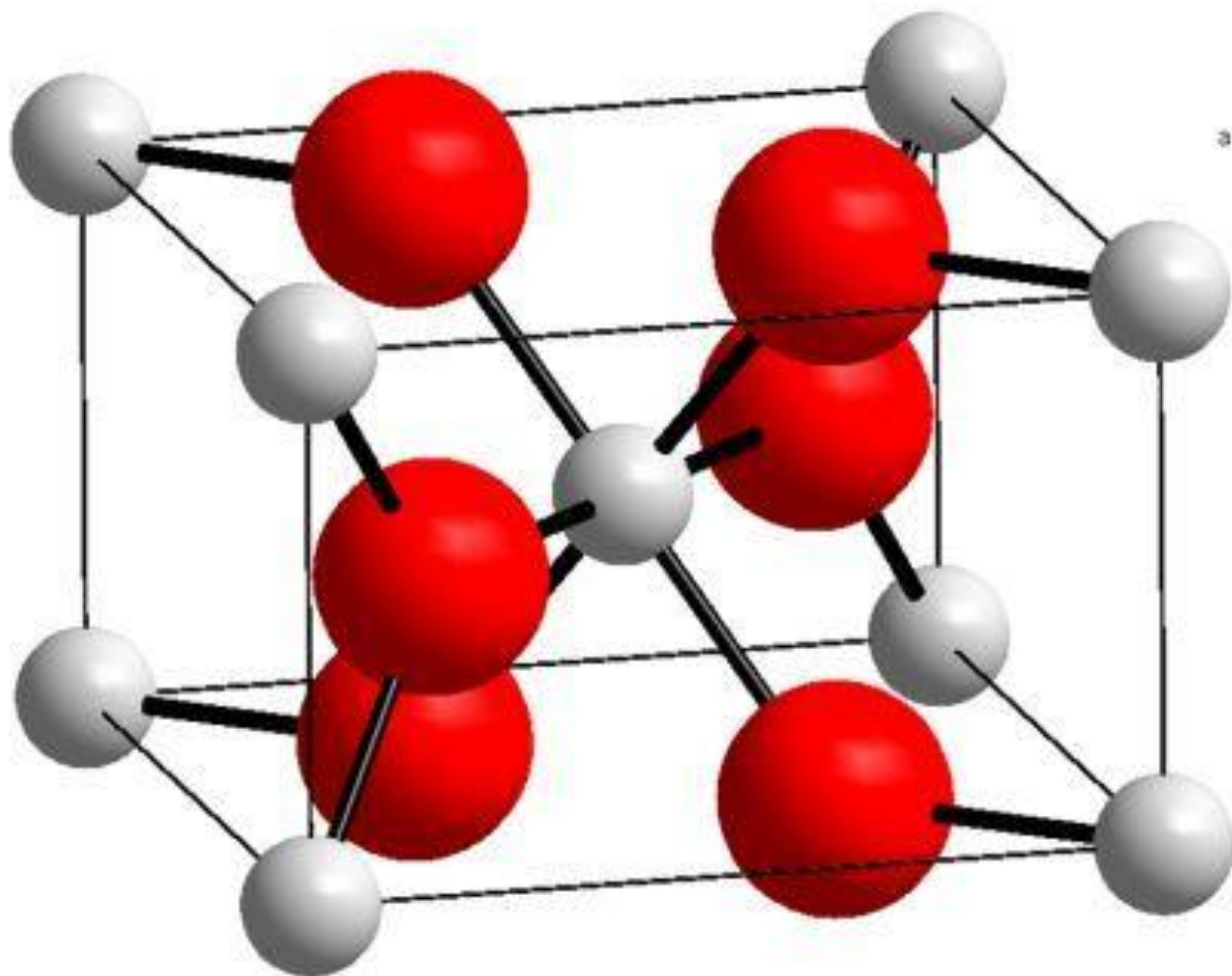
АЛМАЗ



ГРАФИТ

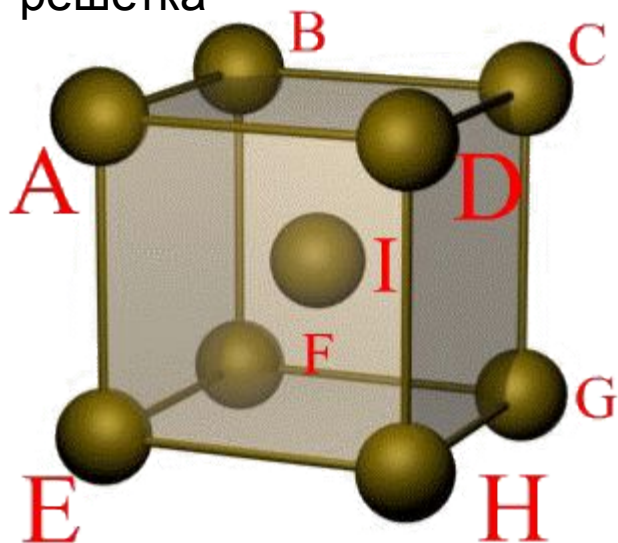


ОЛОВО



Плотность упаковки кристаллической решетки

решетка ОЦК объемно-центрическая кубическая
решетка



Сдвиг в кристалле происходит наиболее
легко вдоль атомных плоскостей с
наиболее

плотной упаковкой атомов

В плоскости ABCD количество атомов –
1;

площадь ABCD = a^2 ;

$$S = \frac{a^2}{1} = a^2 \quad \text{– мера плотности упаковки}$$

Количество атомов в плоскости ABGH – 2; площадь
ABGH

$$S = a^2 \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,7a^2 < a^2$$

В плоскости ABGH плотность упаковки больше чем в ABCD, более вероятен
сдвиг вдоль диагональных плоскостей.

Анизотропия

Анизотропия является свойством **кристаллических тел**, которые не обладают кубической симметрией. Это свойство проявляется только у монокристаллов. У поликристаллов анизотропия тела в целом (макроскопически) может не проявляться вследствие беспорядочной ориентировки микрокристаллов.

В соответствии с этим физические свойства (упругие, механические, тепловые, электрические, магнитные, оптические и др. будут разными по различным направлениям. Неодинаковость свойств кристалла в различных направлениях называют **анизотропией** (пример, если металл раскатать в виде листа, то вдоль листа и по толщине у металла будут разные физические свойства).

Причиной анизотропности кристаллов является то, что при упорядоченном расположении атомов, молекул силы взаимодействия между ними и межатомные расстояния оказываются неодинаковыми по различным направлениям. Причиной анизотропии молекулярного кристалла может быть также асимметрия его молекул.

Помимо кристаллов, естественная анизотропия — характерная особенность многих материалов биологического происхождения, например, деревянных брусков.

Анизотропия свойственна **жидким кристаллам и движущимся жидкостям**.

Анизотропией обладают **ферромагнетики и сегнетомагнетики**.

Анизотропия происходит при внешнем воздействии (например, механической деформации, воздействия электрического или магнитного поля). В ряде случаев анизотропия среды может сохраняться после исчезновения вызвавшего ее внешнего воздействия.

Свойства материалов и методы их исследований

Материалы обладают механическими, химическими, физическими, эксплуатационными и технологическими свойствами

Механические свойства:

прочность, пластичность,
твердость, ударная
вязкость, выносливость,
ползучесть,
износостойкость,
вязкость,

хладопомкость

Технологические

свойства:

Пластичность
Ковкость
Усадка
Жидкотекучесть
Износостойкость
Свариваемость
Коррозионная стойкость
Обрабатываемость
резанием

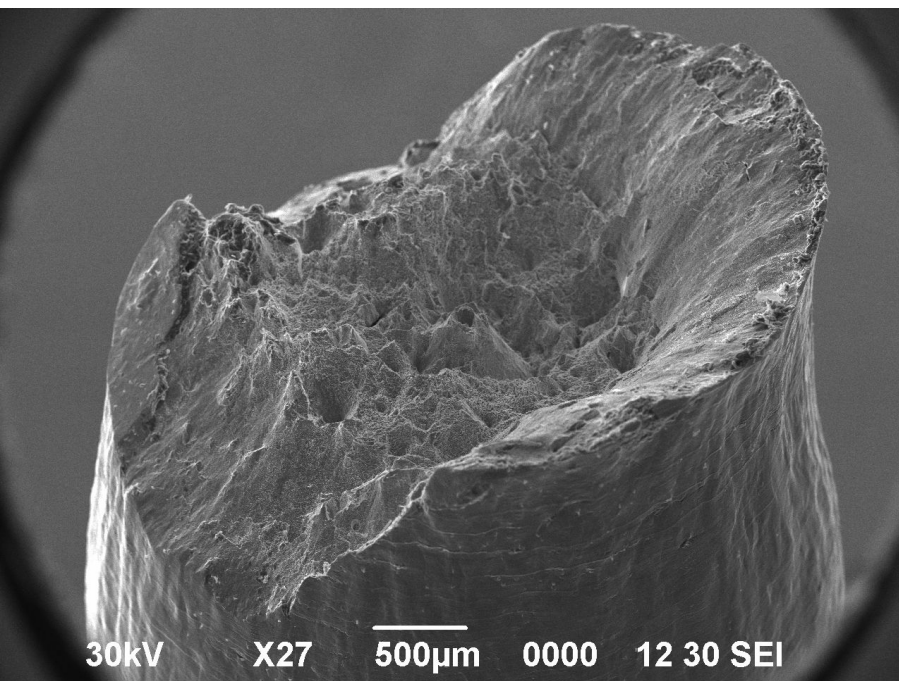
Физические свойства:

Плотность
Удельная
теплоемкость
Теплопроводность
Тепловое расширение
Электропроводность

Эксплуатационные свойства

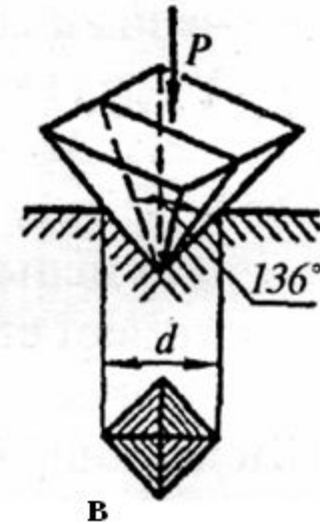
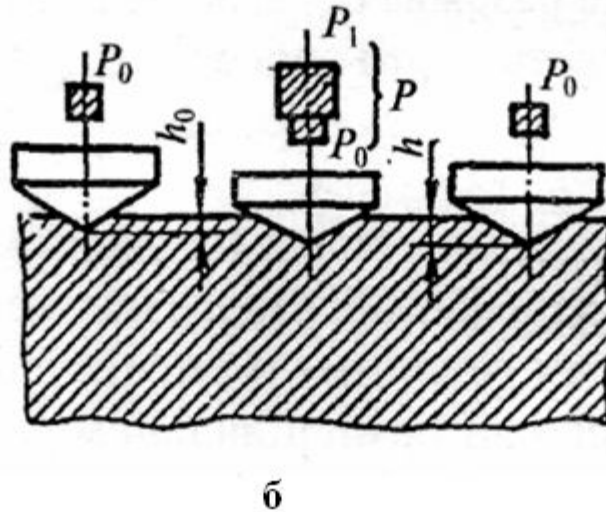
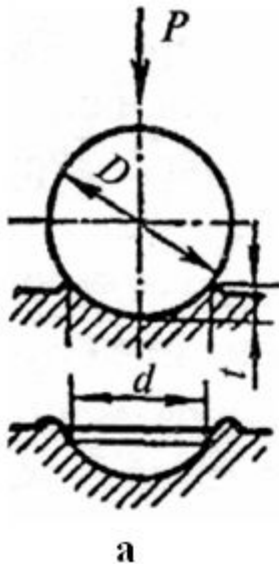
Износостойкость
Коррозионная стойкость
Жаростойкость
Жаропрочность
Хладостойкость
Антифрикционность

Испытание на разрыв

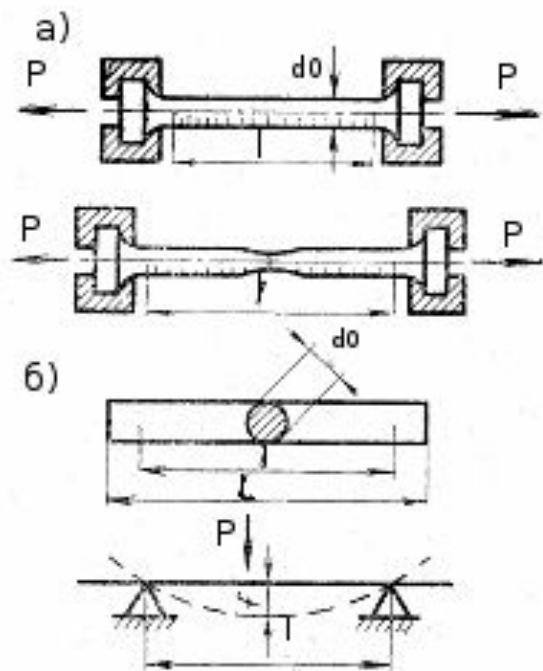


Механические свойства

- **Твердость** — это свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела. Методы определения твердости:
- Бринелля (а), Роквелла (б), Виккерса (в)
- — вдавливание шарика из твердой стали (метод Бринелля);
- — вдавливание вершины алмазного конуса или стального шарика (метод Роквелла);
- — вдавливание вершины алмазной пирамиды (метод Виккерса).

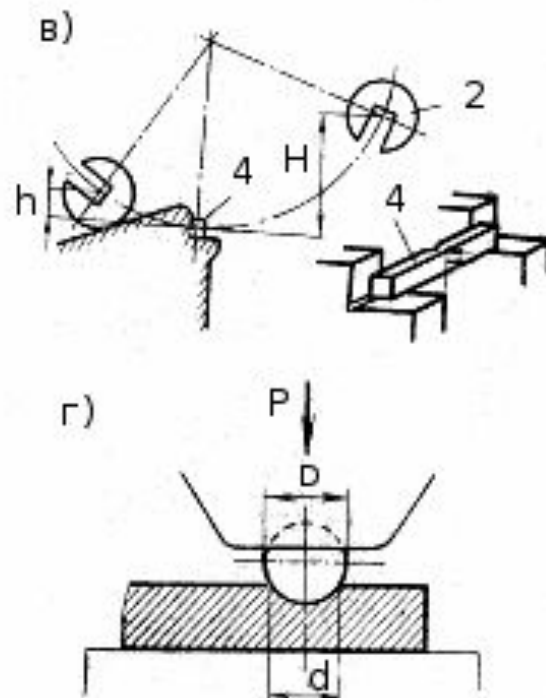


- **Напряженное состояние** — это состояние тела, находящегося под действием уравновешенных сил, при установившемся упругом равновесии всех его частиц. **Остаточные напряжения** — это напряжения, остающиеся в теле, после прекращения действия внешних сил, или возникающие при быстром нагревании и охлаждении, если линейное расширение или усадка слоев металла и частей тела происходит неравномерно.
- **Внутренние напряжения** образуются при быстром охлаждении или нагревании в температурных зонах перехода от пластического к упругому состоянию металла. Эти температуры для стали соответствуют 400—600°. Если образующиеся внутренние напряжения превышают предел прочности, то в деталях образуются трещины, если они превышают предел упругости, то происходит коробление детали.
- **Предел прочности при растяжении** в кг/мм² определяется на разрывной машине как отношение нагрузки P в кГ, необходимой для разрушения стандартного образца к площади поперечного сечения образца в мм².



Методы испытания механических свойств материалов:

- а - на растяжение;
- б - на изгиб;
- в - на ударную вязкость;
- г - на твердость



Технологические свойства металлов и сплавов

Пластичность

- способность металла, подвергнутого нагрузке, деформироваться под действием внешних сил без разрушения и давать остаточную (сохраняющуюся после снятия нагрузки) деформацию. Пластичность характеризуют величиной удлинения образца при растяжении.

Ковкость

- Способность металла без разрушения поддаваться обработке давлением (ковке, прокатке, прессовке и т.д.) называется его ковкостью. Ковкость металла зависит от его пластичности. Пластичные металлы обычно обладают и хорошей ковкостью.

Усадка

- Усадка - сокращение объема расплавленного металла при его застывании.

Жидкотекучесть

- Способность расплавленного металла заполнять форму и давать хорошие отливки, точно воспроизводящие форму. Жидкотекучесть способствует получению плотной структуры отливки благодаря полному выделению из жидкого металла газов. Жидкотекучесть металла определяется его вязкостью в расплавленном состоянии.

Износостойкость

- Способность металла сопротивляться истиранию, разрушению поверхности или изменению размеров под действием трения.

Коррозионная стойкость

- Способность металла сопротивляться химическому или электрохимическому разрушению его во внешней влажной среде под действием химических реактивов и при повышенных температурах.

Обрабатываемость

- Способность металла обрабатываться при помощи различных режущих инструментов.

Эксплуатационные свойства

- Эксплуатационные свойства характеризуют способность материала работать в конкретных условиях.

Износостойкость – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

Коррозионная стойкость – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

Жаростойкость – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

Хладостойкость – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

Антифрикционность – способность материала прирабатываться к другому материалу.

При выборе материала для создания конструкции необходимо полностью учитывать механические, технологические и эксплуатационные свойства

Контрольные вопросы