

СВОЙСТВА ТВЁРДЫХ ТЕЛ

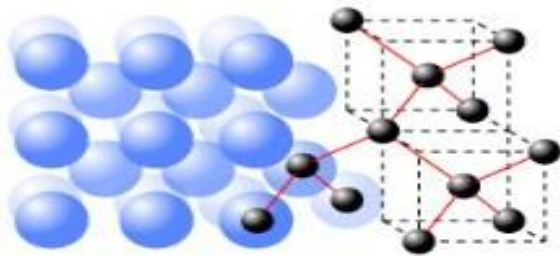
Преподаватель: Бахмат С.А.

Молекулярное строение твердых тел

Твердое тело имеет собственную форму, не растекается по объему и не принимает его форму. На микроскопическом уровне атомы прикрепляются друг к другу химическими связями, и их положение друг относительно друга фиксировано. При этом они могут образовывать как жесткие упорядоченные структуры — кристаллические решетки

КРИСТАЛЛЫ

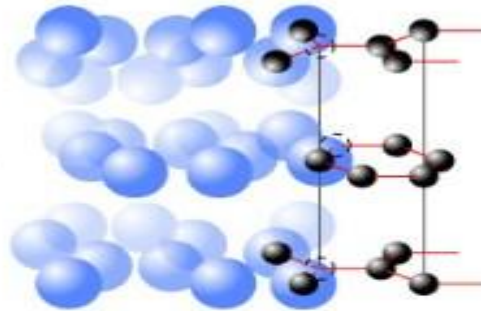
УПАКОВКА АТОМОВ
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
РЕШЕТКА АЛМАЗА



АЛМАЗ



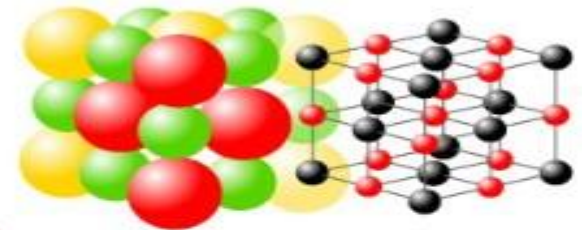
УПАКОВКА АТОМОВ
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
РЕШЕТКА ГРАФИТА



ГРАФИТ



УПАКОВКА АТОМОВ
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
РЕШЕТКА
ПОВАРЕННОЙ СОЛИ



ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ



Молекулярное строение твердых тел

Кристаллическое тело может состоять из одного кристалла (монокристалл). Может состоять из многих "сросшихся" кристаллов (поликристаллы).



Монокристалл
л



Поликристалл
л

Монокристаллы обладают анизотропией, поликристаллы изотропны. *Анизотропия* - различие свойств по разным направлениям.

Молекулярное строение твердых тел

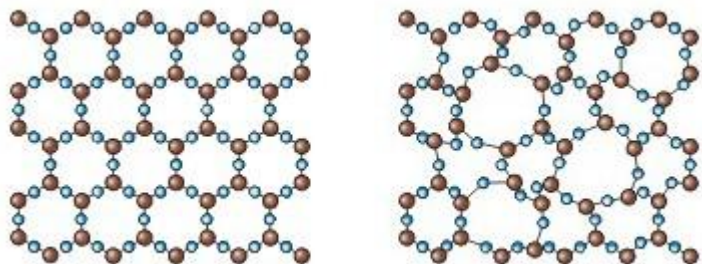
Прежде всего, бросается в глаза различная механическая прочность кристаллов по разным направлениям. Например, кусок слюды легко расслаивается в одном из направлений на тонкие пластинки, но разорвать его в направлении, перпендикулярном пластинкам, гораздо труднее. Так же легко расслаивается в одном направлении кристалл графита. Когда вы пишете карандашом, такое расслоение происходит непрерывно и тонкие слои графита остаются на бумаге. Многие кристаллы по-разному проводят теплоту и электрический ток в различных направлениях. От направления зависят и оптические свойства кристаллов. Так, кристалл алмаза по-разному преломляет свет в зависимости от направления падающих на него лучей.

Молекулы (ионы, атомы), образующие кристаллическую решетку, колеблются около положения узла, отклоняясь на малые, по сравнению с расстоянием между узлами, расстояния. Чем выше температура тела, тем больше размах колебаний молекул. Кинетическая энергия молекул значительно выше потенциальной энергии их взаимодействия.

Аморфные тела

Если связанные атомы образуют беспорядочные нагромождения, получим аморфное тело (именно такова структура полимеров, которые похожи на перепутанные и слипшиеся макароны в миске). К аморфным телам относятся стекло, смола, канифоль, сахарный леденец и др.

Следует иметь в виду, что в ряде случаев одно и то же вещество в зависимости от условий его получения может находиться как в кристаллическом, так и в аморфном состоянии. Так как аморфные тела могут самопроизвольно переходить в кристаллическое состояние, следует, что кристаллическая форма вещества более устойчива, чем аморфная.



Молекулы кварца:

а) кристаллического, б) аморфного.

С точки зрения молекулярного строения аморфные тела следует отнести не к твердым телам - кристаллам, а к жидкостям с очень большой вязкостью.

Все аморфные тела изотропные, т.е. их физические свойства одинаковы по всем направлениям.

Молекулы аморфных тел движутся так, как движутся молекулы жидкостей, но их подвижность очень мала.

Жидкие кристаллы

Это фазовое состояние, в которое переходят некоторые вещества при определенных условиях (температура, давление, концентрация в растворе). Жидкие кристаллы обладают одновременно свойствами как жидкостей (текучесть), так и кристаллов (анизотропия).



По структуре представляют собой вязкие жидкости, состоящие из молекул вытянутой или дискообразной формы, определённым образом упорядоченных во всем объёме этой жидкости.

Модель жидкого кристалла

Деформация твердого тела

Деформация – это изменение линейных размеров или форм твердого тела под действием внешних сил.

Виды деформаций.

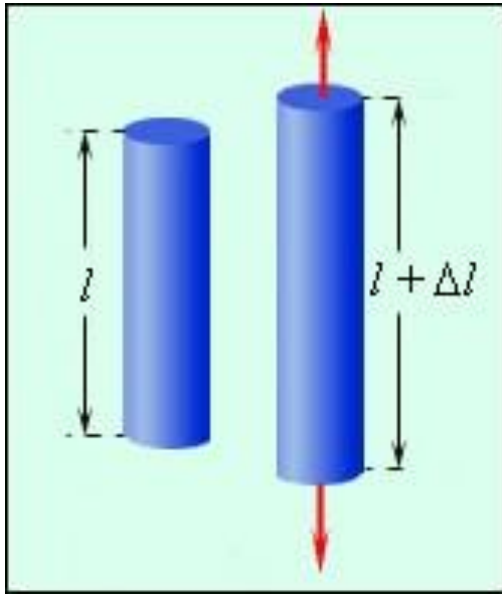
Деформация *растяжения* или *сжатия* - изменение любого линейного размера тела (длины, ширины или высоты).

Деформация *сдвига* - перемещение всех слоев твердого тела в одном направлении параллельно некоторой плоскости сдвига.

Деформация *изгиба* - сжатие одних частей тела при растяжении других.

Деформация *кручения* - поворот параллельных сечений образца вокруг некоторой оси под действием внешней силы.

Механические свойства твердых тел



Сила упругости возникает при деформации тела, обусловлена электромагнитными силами взаимодействия составляющих его частиц. При небольшом внешнем воздействии атомы выходят из состояния равновесия и стремятся вернуться в исходное положение. Сила упругости направлена противоположно деформации.

Возьмем медную проволоку длиной l и площадью поперечного сечения S . Подвесим груз, под действием силы тяжести проволока удлинится на Δl

Механические свойства твердых

Абсолютное удлинение Δl

$$\Delta l = l - l_0$$

Δl – абсолютное удлинение

l_0 – начальная длина

l – конечная длина

$[l] = 1\text{ м}$

Относительное удлинение ε

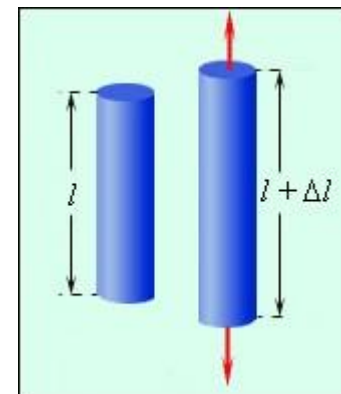
$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

ε – относительное удлинение

l_0 – начальная длина

Δl – абсолютное удлинение

$[l] = 1\text{ м}$ $[\varepsilon]$ – безразмерная



При деформации растяжения $\varepsilon > 0$, при сжатии - $\varepsilon < 0$.

Механические свойства твердых

Жесткость образца. Модуль Юнга.

k – жесткость

E – модуль Юнга

S – площадь поперечного сечения

l_0 – длина образца до деформации

$$k = \frac{ES}{l_0}$$

$$[k] = 1 \frac{H}{m} \quad [E] = 1 \frac{H}{m^2} \quad [S] = 1 m^2 \quad [l_0] = 1 m$$

Модуль Юнга характеризует упругие свойства вещества. Это постоянная величина, зависящая только от материала, его физического состояния. Физический смысл модуля Юнга: он численно равен напряжению, которое возникло бы в образце при относительной деформации, равной единице. Характеризует способность материала сопротивляться деформации растяжения или сжатия. [Значение модуля Юнга](#) табличное.

Механические свойства твердых

Механическое

Механическим напряжением σ называется отношение силы упругости, возникающей в образце, к площади поперечного сечения образца

$$\sigma = \frac{F_{\text{упр}}}{S}$$

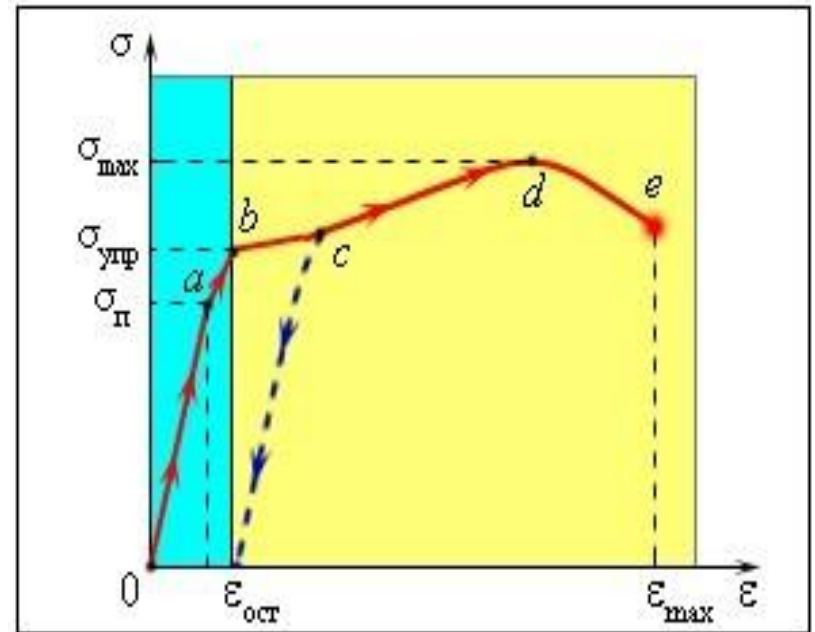
σ – механическое напряжение

$F_{\text{упр}}$ – сила упругости

S – площадь поперечного сечения

$$[\sigma] = 1 \frac{H}{M^2} \quad [F_{\text{упр}}] = 1H \quad [S] = 1M^2$$

Зависимость между σ и ϵ является одной из важнейших характеристик механических свойств твердых тел. Графическое изображение этой зависимости называется диаграммой растяжения.



Механические свойства твердых

Предел тел

Существует максимальное напряжение σ_n (до точки а на диаграмме), при котором сохраняется прямая пропорциональность между механическим напряжением и относительным удлинением

$$\sigma_n = E \cdot |\varepsilon|$$

σ_n – механическое напряжение

E – модуль Юнга

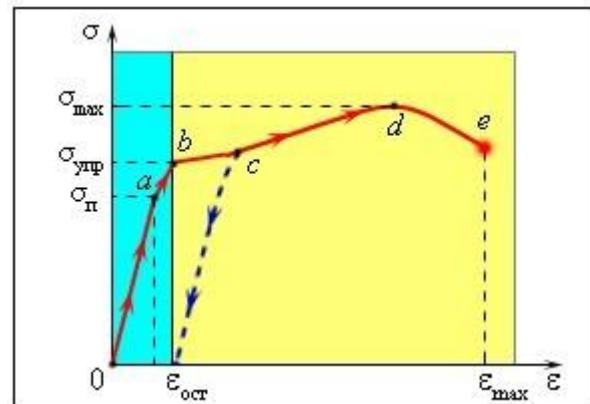
$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$ – относительное удлинение

$[\sigma_n] = 1 \frac{H}{M^2}$ $[E] = 1 \frac{H}{M^2}$ $[\varepsilon]$ – безразмерная

Механические свойства твердых

Предел **тел**

Максимальное напряжение (точка **b** на диаграмме), при котором еще не возникают заметные остаточные деформации. При снятии внешней силы, деформирующей образец, размеры и формы возвращаются к исходным.



При дальнейшем воздействии образец после снятия напряжения уже не восстанавливает свои первоначальные размеры и у тела сохраняется остаточная деформация. Такие деформации называются пластическими (участки bc , cd и de).

На участке bc деформация происходит почти без увеличения напряжения. Это явление называется текучестью материала.

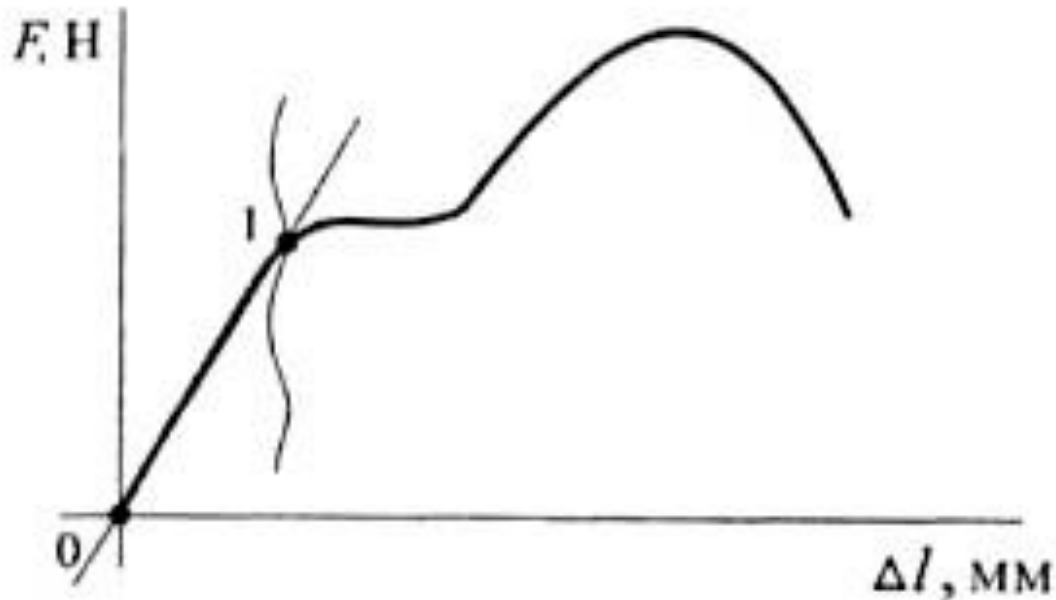
В точке d достигается наибольшее напряжение, которое способен выдержать материал без разрушения (**предел прочности**).

В точке e происходит разрушение материала.

Механические свойства твердых тел

Материалы, у которых область текучести незначительна, называются хрупкими (стекло, фарфор, чугун).

Механические свойства твердого вещества можно отобразить и на диаграмме $F_{\text{упр}}(\Delta l)$



Закон Гука справедлив на участке 01.

Механические свойства твердых тел

Напряжение, при котором материал разрушается называется *пределом прочности*. При проектировании зданий нельзя допускать, чтобы механическое напряжение в элементах конструкций достигали предельных значений. Для этого вводится так называемый запас прочности или коэффициент безопасности

$$n = \frac{\sigma_{пр}}{\sigma_d}$$

n – коэффициент прочности (безопасности)

$\sigma_{пр}$ – предел прочности, при котором материал разрушается

σ_d – допустимое максимальное напряжение

$$[\sigma] = 1 \frac{Н}{м^2} \quad [n] - \text{безразмерная}$$

Значения пределов прочности веществ при различных видах деформации являются табличными.