

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЁРДЫХ ТЕЛ

Кристаллические и аморфные тела

По своим физическим свойствам и молекулярной структуре твердые тела разделяются на два класса — *аморфные* и *кристаллические* тела.

Кристаллические и аморфные тела

Молекулы и атомы в аморфных твердых телах располагаются хаотично, образуя лишь небольшие локальные группы, содержащие несколько частиц (ближний порядок). По своей структуре аморфные тела очень близки к жидкостям. Примерами аморфных тел могут служить стекло, различные затвердевшие смолы (янтарь), пластмассы и т. д. Если аморфное тело нагревать, то оно постепенно размягчается, и переход в жидкое состояние занимает значительный интервал температур.

Кристаллические и аморфные тела

В кристаллических телах частицы располагаются в строгом порядке, образуя пространственные периодически повторяющиеся структуры во всем объеме тела. Для наглядного представления таких структур используются пространственные кристаллические решетки, в узлах которых располагаются центры атомов или молекул данного вещества.

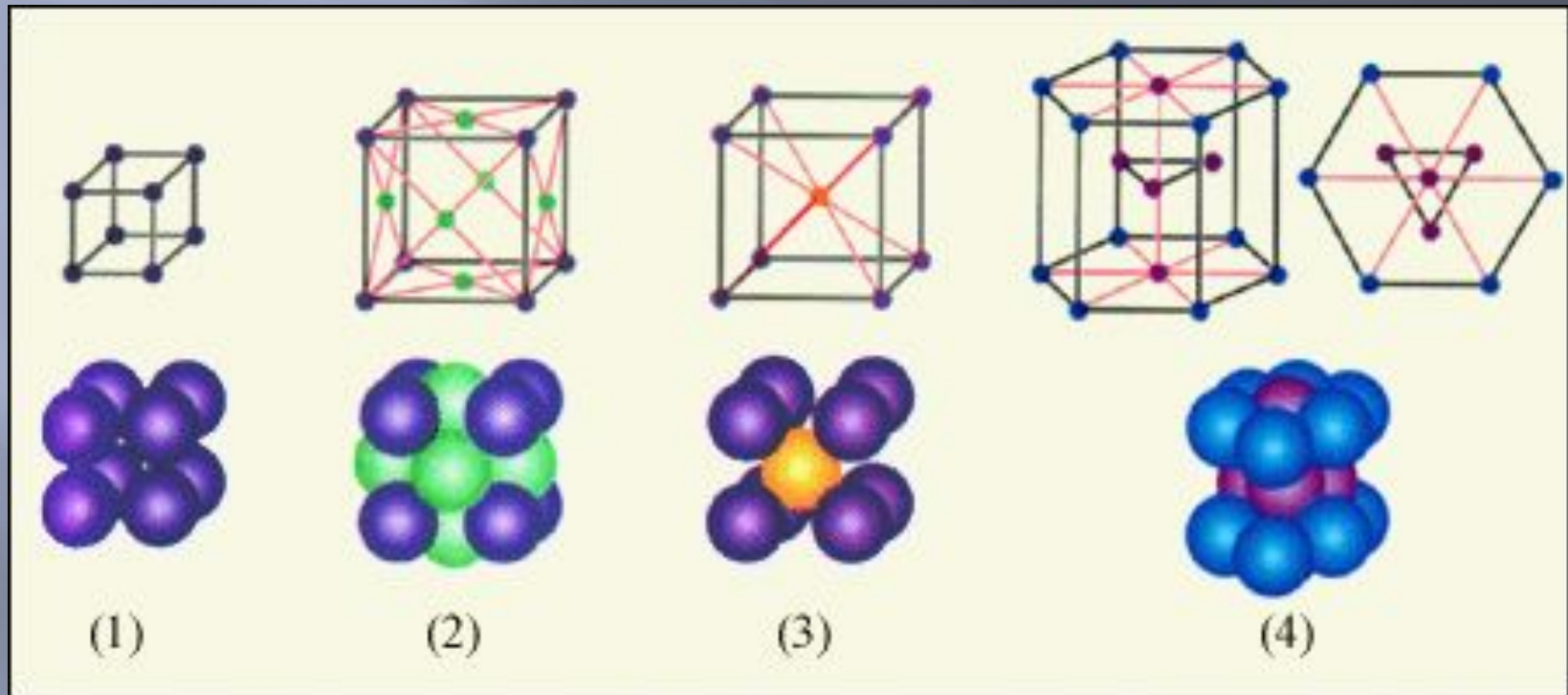
Кристаллические и аморфные тела

- ▣ В каждой пространственной решетке можно выделить структурный элемент минимального размера, который называется *элементарной ячейкой*. Вся кристаллическая решетка может быть построена путем параллельного переноса (*трансляции*) элементарной ячейки по некоторым направлениям.
- ▣ Теоретически доказано, что всего может существовать 230 различных пространственных кристаллических структур. Большинство из них (но не все) обнаружены в природе или созданы искусственно.

Кристаллические и аморфные тела

Кристаллические тела могут быть **монокристаллами** и **поликристаллами**. Поликристаллические тела состоят из многих сросшихся между собой хаотически ориентированных маленьких кристалликов, которые называются **кристаллитами**. Большие монокристаллы редко встречаются в природе и технике. Чаще всего кристаллические твердые тела, в том числе и те, которые получаются искусственно, являются поликристаллами.

примеры простых кристаллических решеток.



1 – простая кубическая решетка;

2 – гранецентрированная кубическая решетка;

3 – объемноцентрированная кубическая решетка;

4 – гексагональная решетка.

Виды деформаций

- ▣ Деформация – это изменение формы или размеров тела
- ▣ Упругая и пластическая
- ▣ Линейная и объёмная

Виды деформаций

▣ Сила упругости

При уменьшении расстояний между атомами возникают силы отталкивания, а при увеличении расстояний между ними — силы притяжения. Это и обуславливает механическую прочность твердых тел, т. е. их способность противодействовать изменению формы и объема.

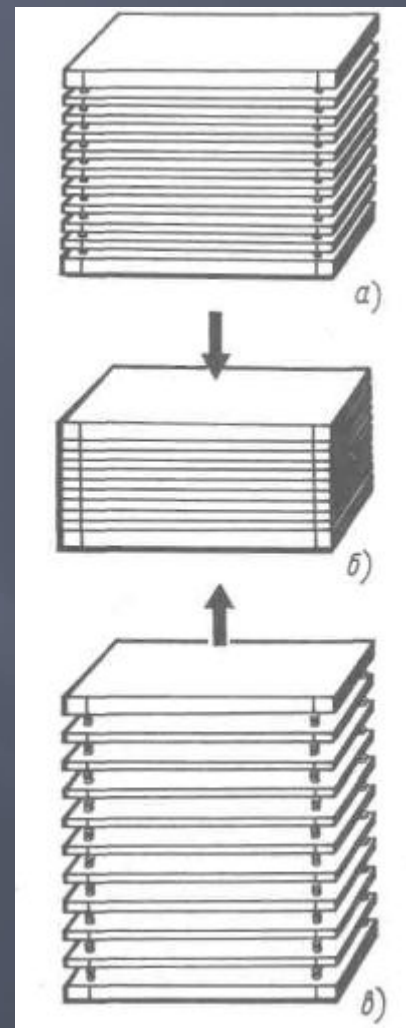
Виды деформаций

Среди деформаций, возникающих в твердых телах, можно выделить пять основных видов:

1. Растяжение
2. Сжатие
3. Сдвиг
4. Кручение
5. Изгиб.

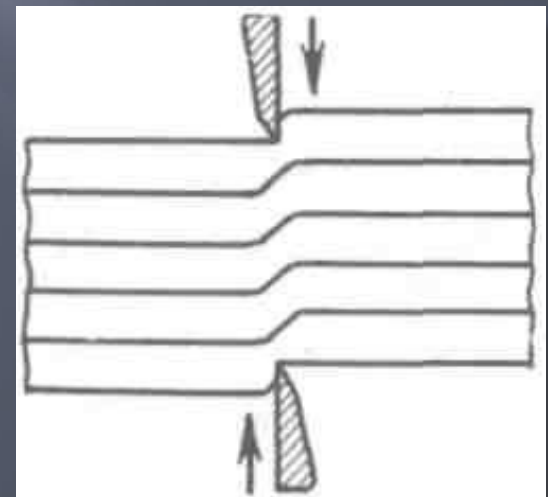
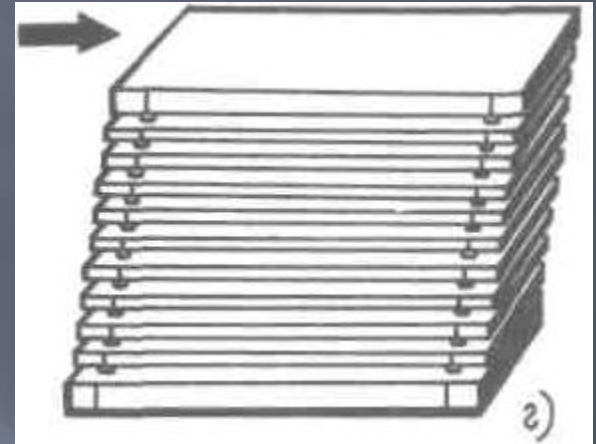
Растяжение - сжатие

При деформации сжатия и растяжения пластины остаются параллельными друг другу и расстояния между каждой парой соседних пластин изменяются на одну и ту же величину. Растяжение испытывают тросы подъемных кранов, канатных дорог, буксирные тросы, струны музыкальных инструментов. Сжатию подвергаются колонны, стены и фундаменты зданий.



Сдвиг

Деформацию сдвига можно получить, смещая верхнюю пластину параллельно самой себе и удерживая нижнюю неподвижной. При этом все пластины сместятся так, что расстояния между ними останутся неизменными. Деформацию сдвига испытывают, например, заклепки и болты, соединяющие металлические конструкции. Деформацией сдвига сопровождается процесс разрезания ножницами бумаги, картона, листового железа.

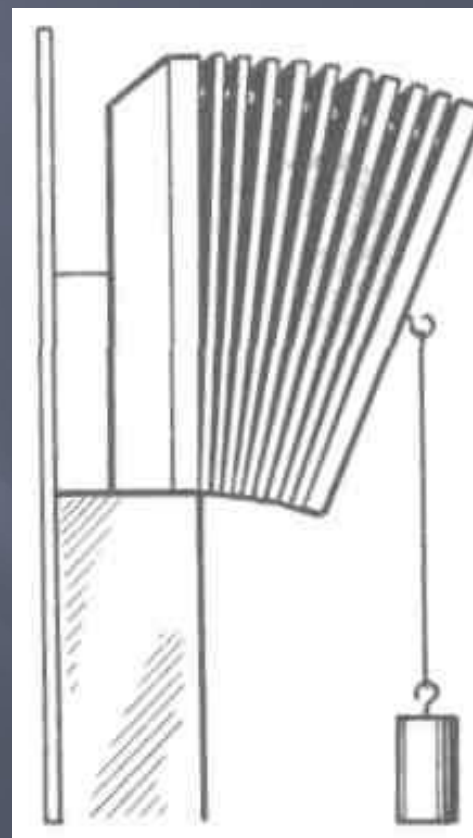


Деформацию кручения

можно наблюдать при повороте верхней пластины модели вокруг вертикальной оси. При этом расстояния между пластинами не меняются, но точки пластин, ранее лежавшие на одной прямой, смещаются в сторону друг от друга. Деформации кручения возникают при завинчивании гаек, при работе валов машин, при сверлении металлов и т. п.

Деформацию изгиба

Деформацию изгиба можно наблюдать, закрепив один конец балки, а к другому подвесив груз. В опыте на модели хорошо видно, что деформация изгиба сводится к деформации сжатия и растяжения, различной в разных частях тела. В середине бруска существует слой, не подвергающийся ни растяжению, ни сжатию. Он называется *нейтральным слоем*.



Деформация и напряжение

- ▣ Деформацию сжатия и растяжения можно характеризовать абсолютным удлинением Δl

- ▣ Отношение абсолютного удлинения Δl к первоначальной длине образца называют относительным удлинением ε :

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

- ▣ Физическая величина, равная отношению модуля силы упругости F , возникающей при деформации, к площади сечения S образца, перпендикулярного вектору силы F , называется *механическим напряжением* σ :

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Модуль упругости

При малых (упругих) деформациях растяжения и сжатия отношение механического напряжения σ к относительному удлинению ε называется *модулем упругости* E (модулем Юнга):

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{Fl_0}{|\Delta l|S}$$

Диаграмма растяжения

Графическое изображение зависимости относительного удлинения образца от приложенного к нему напряжения называется диаграммой растяжения

Диаграмма растяжения

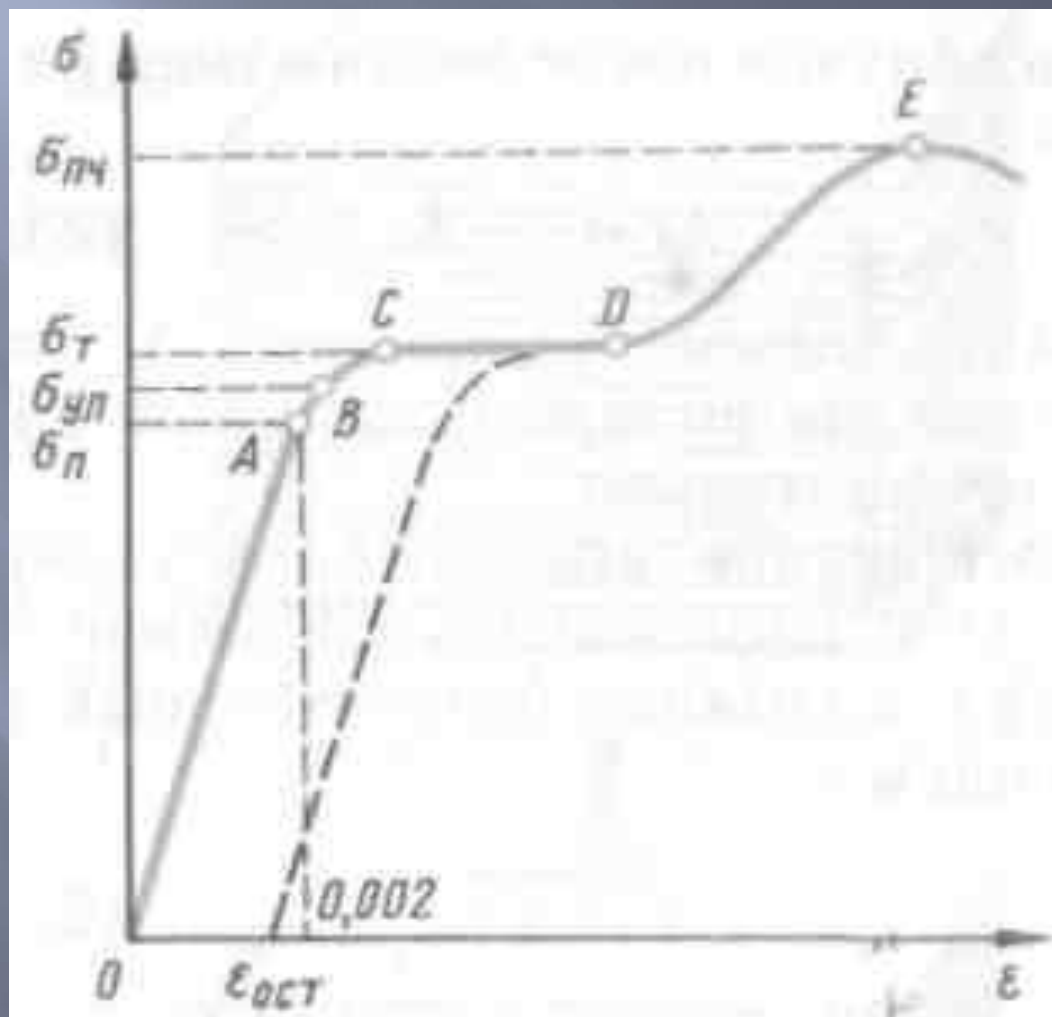


Диаграмма растяжения

- ▣ Максимальное напряжение, при котором деформация еще остается упругой, называется *пределом пропорциональности* (точка *A*).
- ▣ Максимальное напряжение, при котором еще не возникают заметные остаточные деформации, называют *пределом упругости*

Диаграмма растяжения

На горизонтальном участке CD материал «течет» — деформация возрастает при неизменном напряжении. Напряжение (ордината точки C), при котором материал «течет», называют *пределом текучести*.

Диаграмма растяжения

Наибольшее напряжение, которое способен выдержать образец без разрушения, называется *пределом прочности*.

Запас прочности

Коэффициентом безопасности (или запасом прочности) называется отношение предела пропорциональности данного материала к максимальному напряжению, которое будет испытывать деталь конструкции в работе:

$$n = \frac{\sigma_n}{\sigma_D}$$

Решение задач

Дано:

$$l=5 \text{ м}$$

$$S=0,01 \text{ м}^2$$

$$F=10000 \text{ Н}$$

$$\Delta l= -0,01 \text{ м}$$

Найти:

$$\varepsilon=?$$

$$\sigma=?$$

Решение:

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

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

$$\varepsilon = \frac{0,01 \text{ м}}{5 \text{ м}} = 0,002$$

$$\sigma = \frac{10000 \text{ Н}}{0,01 \text{ м}^2} = 10^6 \text{ Па}$$