

Механические свойства твёрдых тел

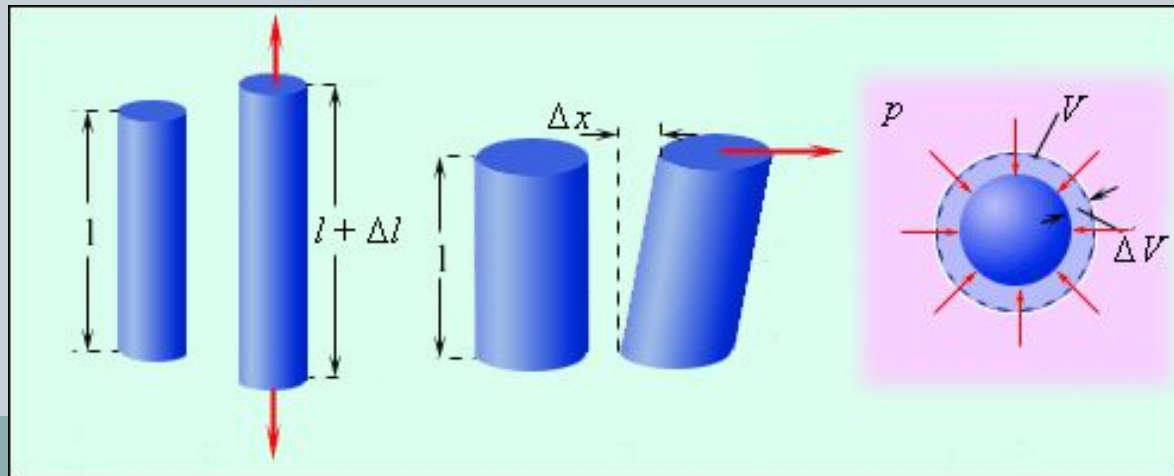


ДЕФОРМАЦИЯ. УПРУГОСТЬ. ПРОЧНОСТЬ

Деформация



- В твердых телах – аморфных и кристаллических – частицы (молекулы, атомы, ионы) совершают тепловые колебания около положений равновесия, в которых энергия их взаимодействия минимальна. При увеличении расстояния между частицами возникают силы притяжения, а при уменьшении – силы отталкивания. Силы взаимодействия между частицами обуславливают механические свойства твердых тел.
- **Деформация** твердого тела является результатом изменения под действием внешних сил взаимного расположения частиц, из которых состоит тело, и расстояний между ними.



Деформация и напряжение



- Деформацию сжатия и растяжения можно характеризовать абсолютным удлинением Δl , равным разности длин образца до растяжения l_0 и после него l
- Отношение абсолютного удлинения Δl к первоначальной длине l_0 образца называется относительным удлинением или относительной деформацией ε .
- При растяжении $\varepsilon > 0$, при сжатии $\varepsilon < 0$.
- При деформации тела возникают силы упругости. Физическая величина, равная отношению модуля силы упругости к площади сечения тела, называется *механическим напряжением*.

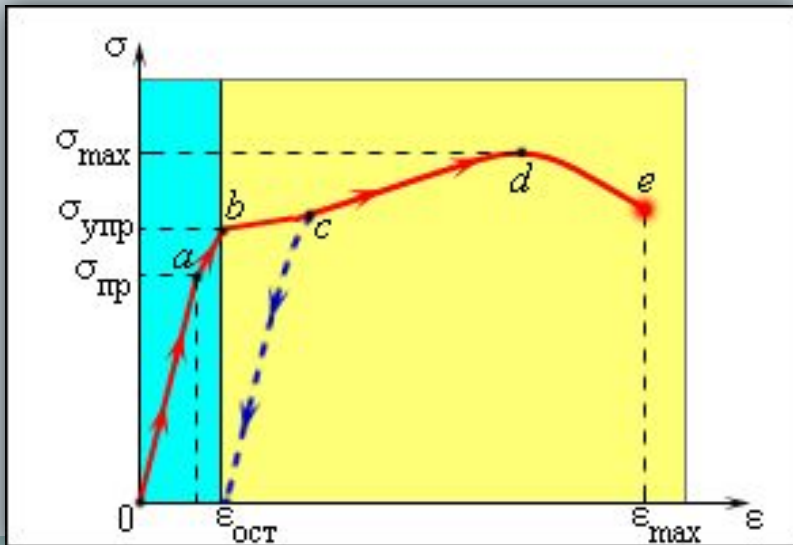
$$\Delta l = l - l_0$$

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

$$\sigma = \frac{F_x}{S_x}$$

Диаграмма растяжения

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

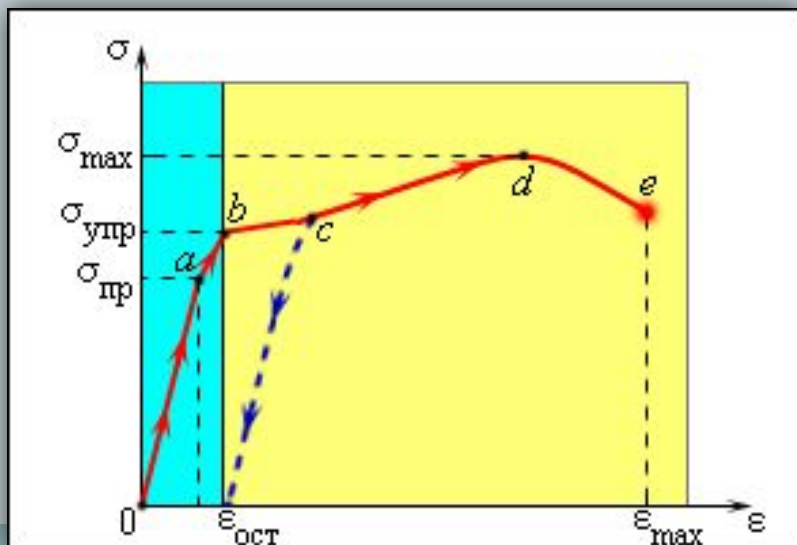


- При малых деформациях связь между σ и ε оказывается линейной (участок Oa на диаграмме). При этом при снятии напряжения деформация исчезает. Такая деформация называется упругой. Максимальное значение $\sigma = \sigma_{\text{пр}}$, при котором сохраняется линейная связь между σ и ε , называется **пределом пропорциональности** (точка a). На линейном участке выполняется **закон Гука**.
- Коэффициент E называется **модулем Юнга**.

$$\varepsilon = \frac{1}{E} \sigma.$$

Диаграмма растяжения

- Предел пропорциональности - максимальное напряжение, при котором еще выполняется закон Гука. За пределом пропорциональности (точка a) напряжение перестает быть пропорциональным относительному удлинению. Такая деформация называется *упругой*. Максимальное напряжение, при котором деформация еще остается упругой, называется *пределом упругости* (точка b).



- Пластические деформации возникают при напряжениях, превышающих предел упругости; образец после снятия нагрузки не восстанавливает свою форму
- В области пластической деформации (участок bc) деформация происходит почти без увеличения напряжения. Это явление называется *текучестью* материала. У хрупких материалов область текучести очень мала.
- За пределом текучести кривая напряжений поднимается и достигает максимума в точке E . Напряжение, соответствующее точке E , называется *пределом прочности*. После точки E кривая идет вниз и дальнейшая деформация вплоть до разрыва (точка K) происходит при все меньшем напряжении.

Закон Гука

- Закон, устанавливающий связь между силами упругости, или напряжениями, возникающими в деформируемых телах, и величинами деформаций был установлен английским естествоиспытателем Робертом Гуком и носит его имя.
- Закон Гука может быть сформулирован следующим образом:

Сила упругости, возникающая в теле при его малых деформациях прямо пропорциональна площади поперечного сечения тела, его абсолютной деформации и обратно пропорциональна начальной длине тела.

$$F_{\text{уп}} = \frac{ES}{l_0} |\Delta l|$$

