

Механические свойства твёрдых тел

Деформация

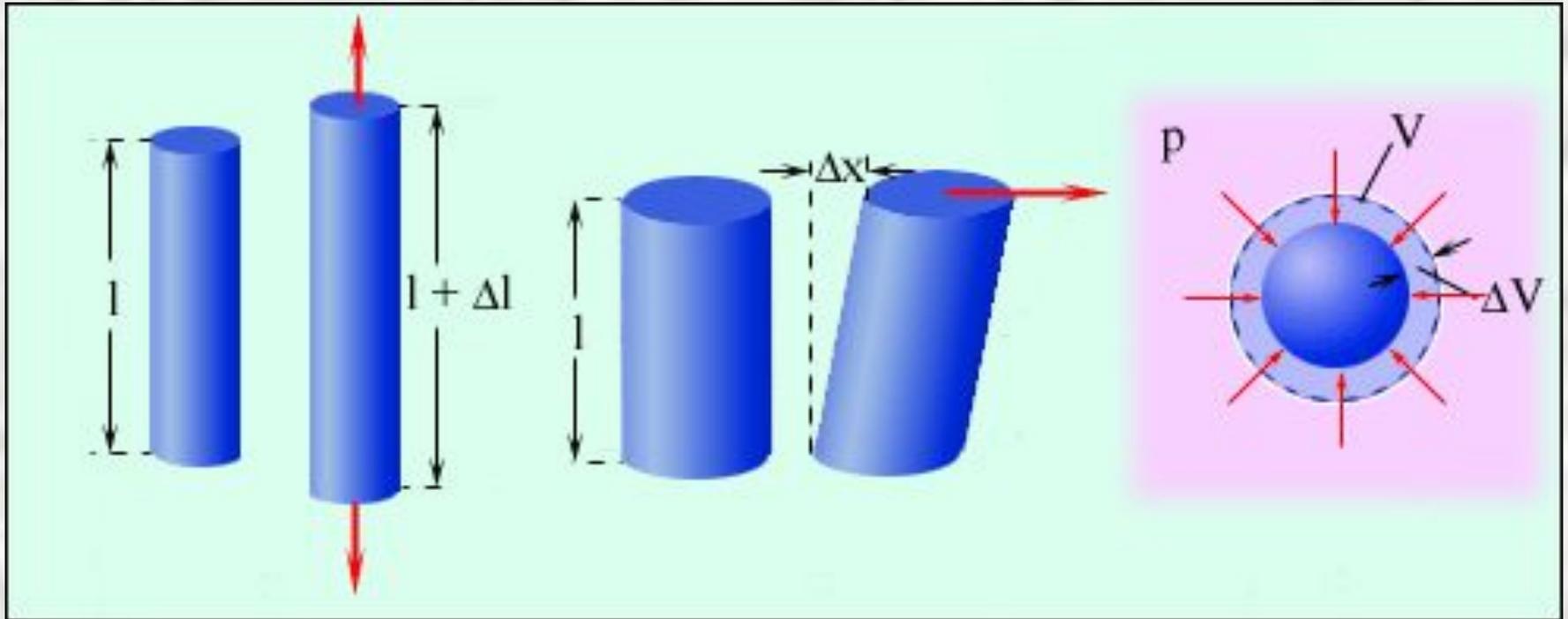
- изменение формы тела или объема тела под действием внешних сил.

По характеру деформации делятся на:

Упругие, которые полностью исчезают после прекращения действия внешних сил.

Пластические, которые не исчезают после прекращения действия внешних сил.

Различают несколько видов деформации:



Некоторые виды (Не все!) деформаций твердых тел:

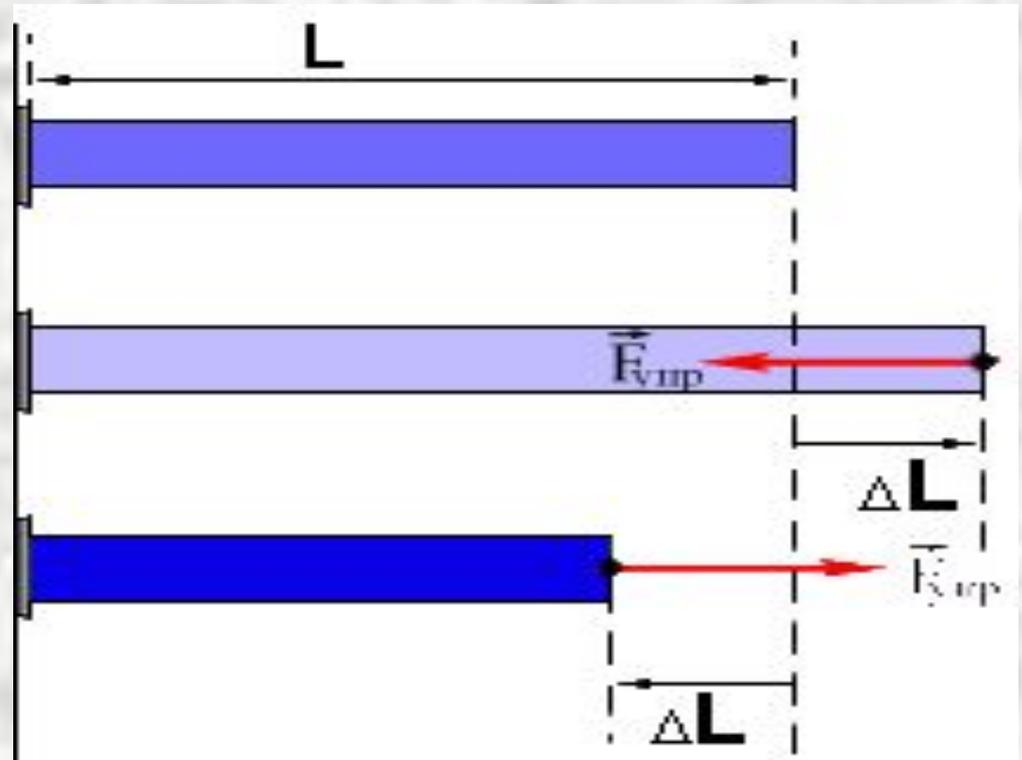
- 1 – деформация растяжения;
- 2 – деформация сдвига;
- 3 – деформация всестороннего сжатия.



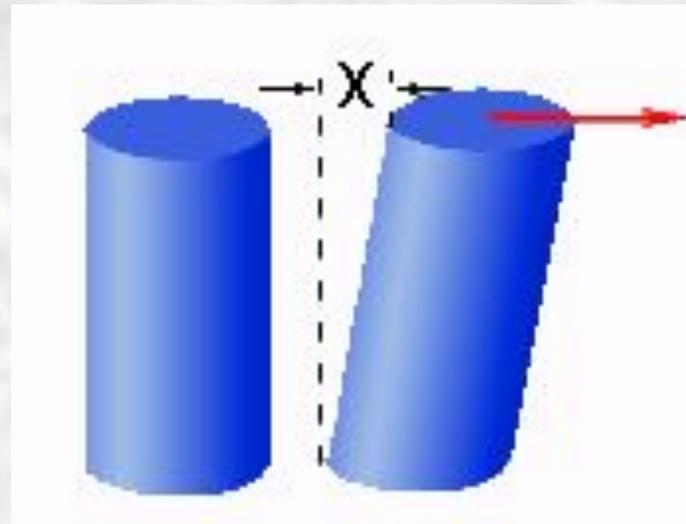
Деформацию сжатия
*испытывают столбы,
колонны, стены,
фундаменты зданий*

**Деформацию
растяжения**
*тросы, канаты,
цепи в подъемных
устройствах,
стяжки между вагонами.*

**Деформация растяжения
(сжатие)** - деформация
при которой происходит
изменение линейных
размеров тел.

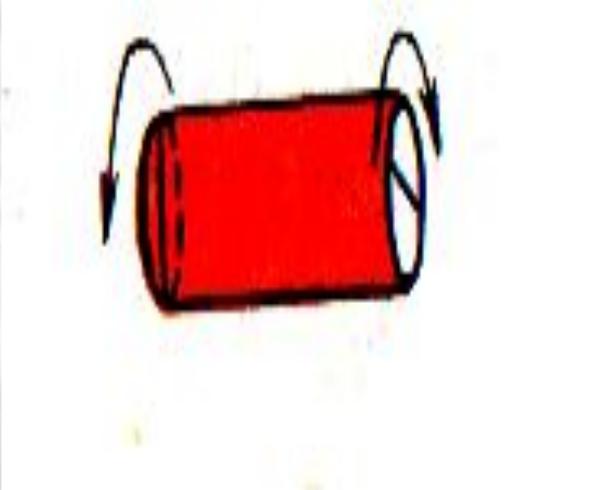


Деформация сдвига - деформация при которой происходит смещение слоёв тела относительно друг друга

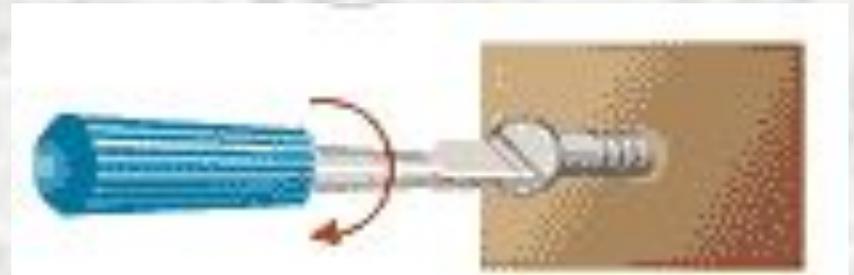


Деформации сдвига подвержены все балки в местах опор, заклёпки и болты, скрепляющие детали и т.д. Сдвиг на большие углы может привести к разрушению тела - срезу. Срез происходит при работе ножниц, долота, зубила, зубьев пилы.

Деформация кручения - деформация при которой отдельные слои тела остаются параллельными, но смещаются относительно друг друга по винтовой линии.



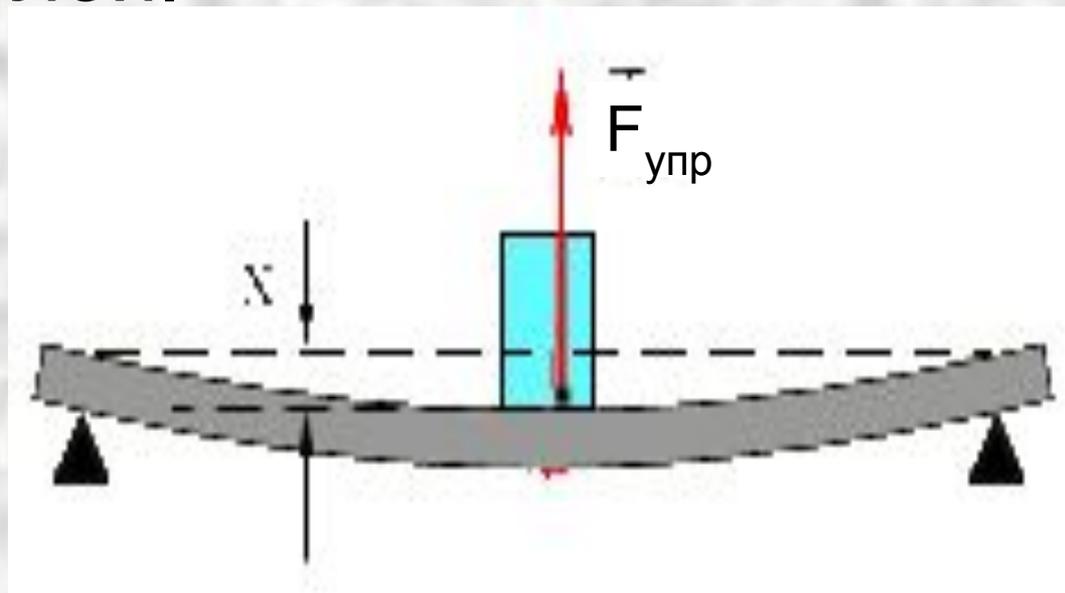
Деформации кручения
*подвержены валы машин,
сверла, оси.*



Деформация изгиба

- деформация при которой все слои тела можно разделить на три: испытывающий сжатие, испытывающий растяжение и разделяющий их недеформированный (нейтральный) слой.

Деформации изгиба
*подвержены кран-балки,
консоли, несущие
конструкции.*



Состояние деформированного тела характеризуется **МЕХАНИЧЕСКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ.**

Механическое напряжение – физическая величина, равная отношению силы **F**, которая действует на тело, к площади его поперечного сечения **S**.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad , \quad 1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$$

Закон Гука

$$F_{\text{упр}} = -k\Delta x,$$

Δx - абсолютное удлинение (нельзя определить: сильно ли тело деформировано)

Относительное удлинение

Относительное удлинение ε называют физической величиной, равную отношению абсолютного удлинения Δx к первоначальной длине тела x_0 .

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{x - x_0}{x_0}$$

$$\sigma = \frac{kx_0}{S} \epsilon$$

E - является характеристикой вещества, из которого сделано тело.

Чем больше E , тем меньше деформируется тело при прочих равных условиях, т. е. E характеризует сопротивляемость материала упругой деформации.

Модулем Юнга,
обозначается
 E (1 Па)

Закон Гука, записанный в другой форме

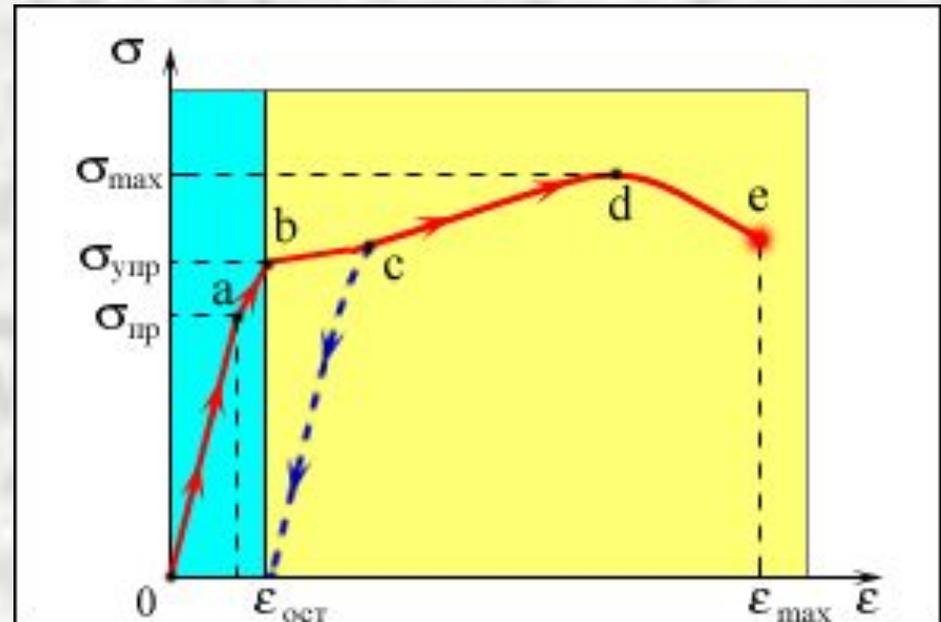
$$\sigma = E\varepsilon$$

При малых деформациях механическое напряжение, возникающее в теле, прямо пропорционально его относительному удлинению.

диаграмма растяжения

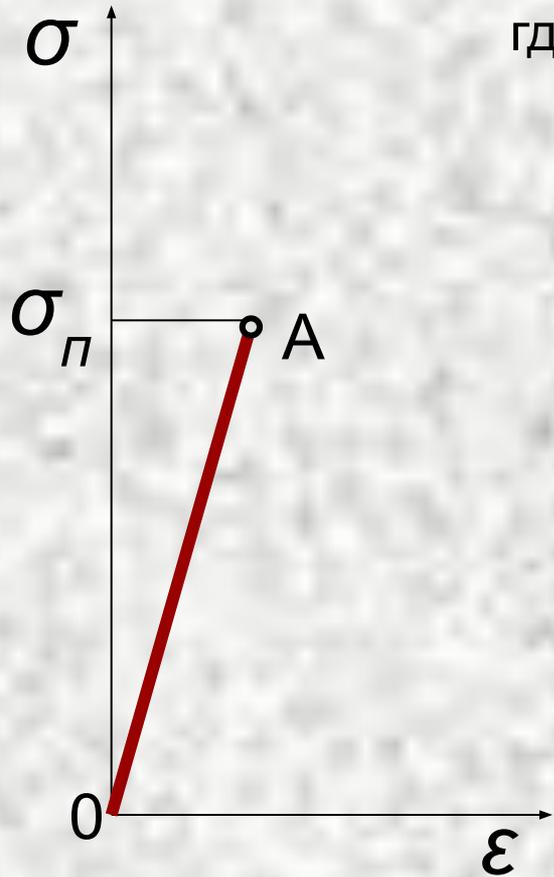
На практике наибольшее распространение получил метод испытания материала на растяжение. В результате такого испытания вычерчивается диаграмма растяжения, анализ которой позволяет определить основные характеристики механических свойств материала

По оси абсцисс откладывается относительное удлинение ϵ , по оси ординат – механическое напряжение σ .



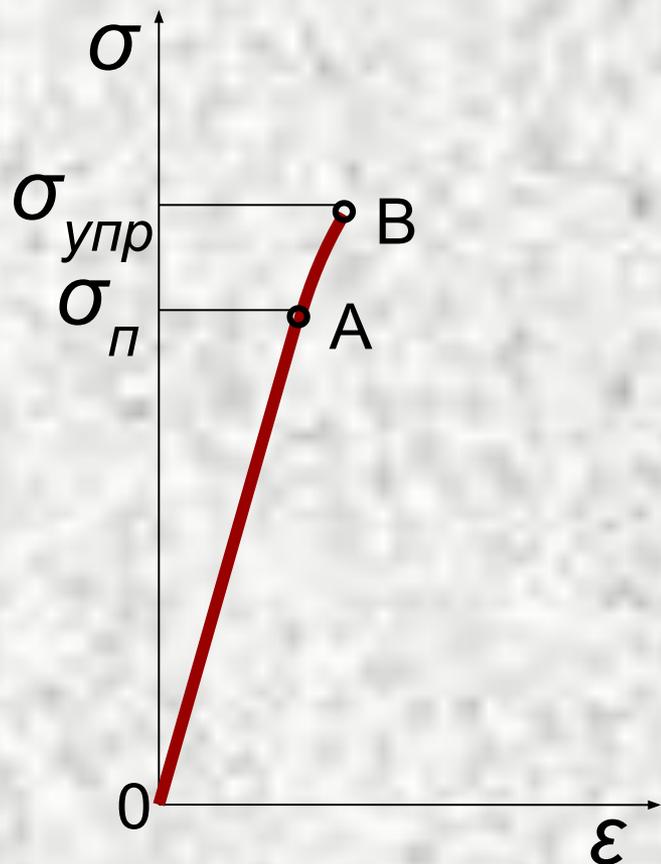
На диаграмме растяжения представлен типичный пример для металлов (таких, как медь или мягкое железо).

ОА - область упругих деформаций,
где выполняется **закон Гука**



Упругие деформации полностью исчезают после разгрузки испытуемого образца.

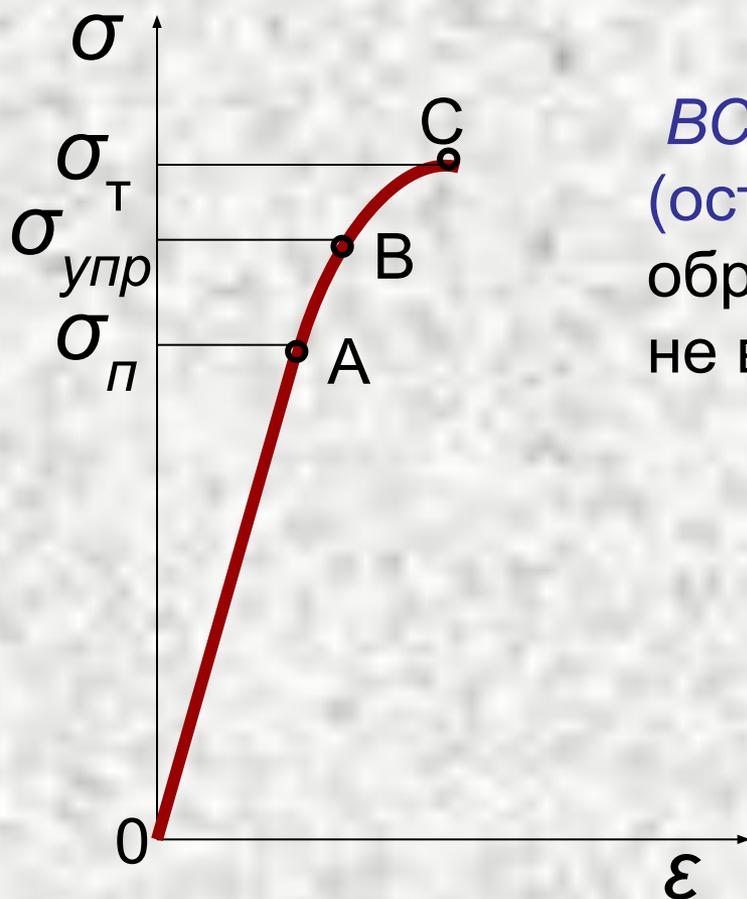
Максимальное напряжение $\sigma = \sigma_{\text{п}}$, при котором деформация еще остается упругой, называется **пределом пропорциональности** (точка А).



Деформация становится нелинейной, но после снятия нагрузки формы и размеры тела практически восстанавливаются - участок **AB**

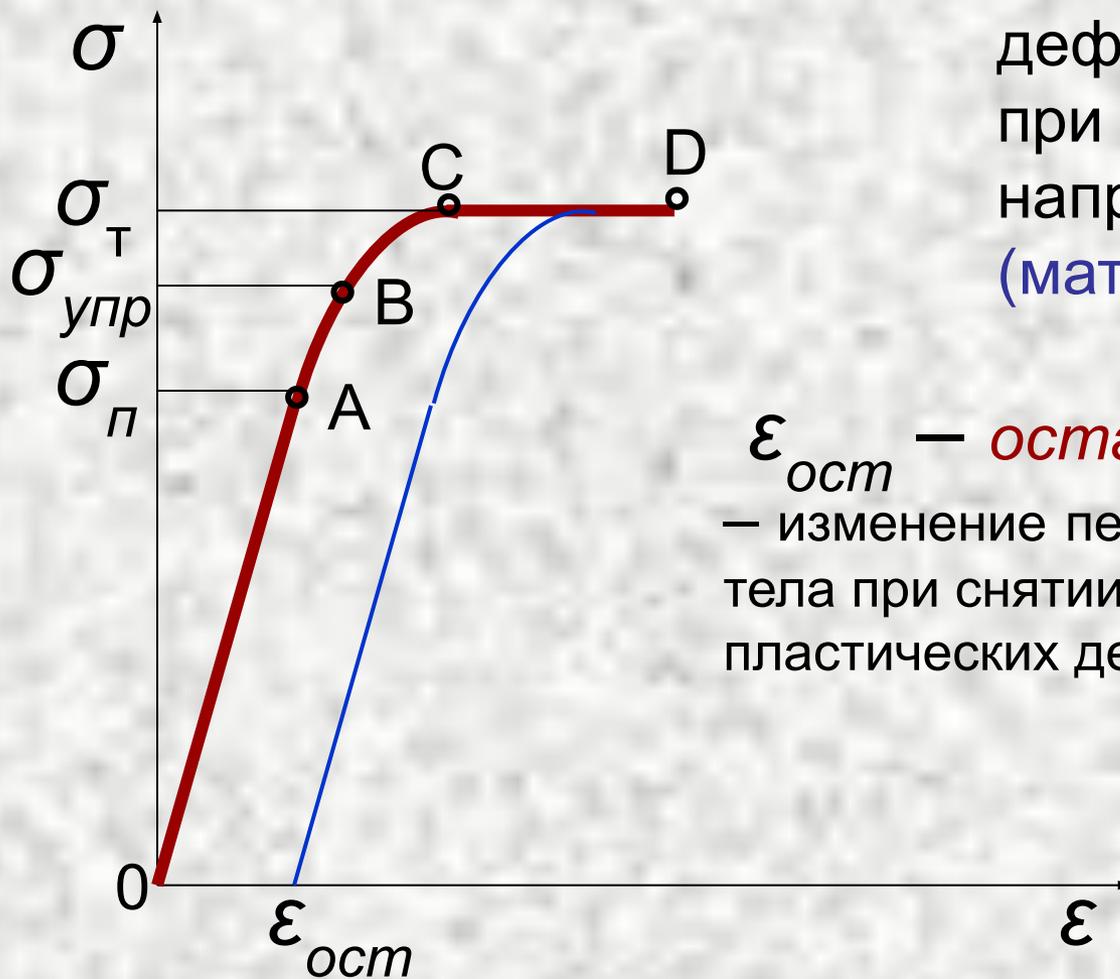
Максимальное напряжение $\sigma = \sigma_{упр}$, при котором еще не возникают заметные остаточные деформации, называется **пределом упругости**. (точка *B*).

Увеличение нагрузки



BC - область пластических (остаточных) деформаций, образец после снятия нагрузки не восстанавливается.

Увеличение нагрузки



Участок СД -
деформация возрастает
при неизменном
напряжении
(материал «течет»)

$\epsilon_{ост}$ — *остаточная деформация*
— изменение первоначальных размеров
тела при снятии напряжения в области
пластических деформаций.

Напряжение $\sigma = \sigma_{Т}$, при котором материал «течет»,
называется **пределом текучести**.

Пластичные материалы

- материалы, у которых область текучести значительна, которые могут без разрушения выдержать большие деформации.

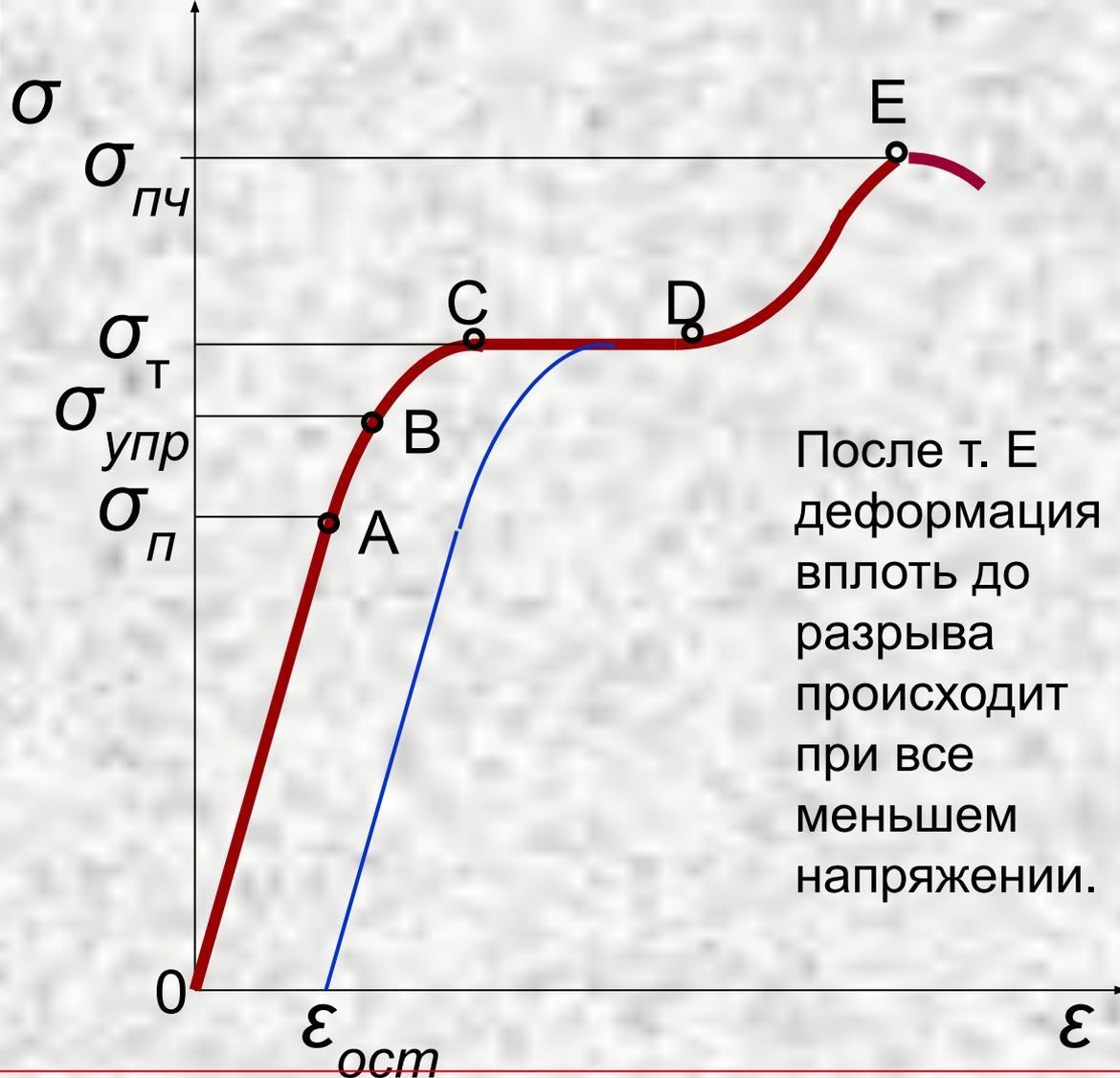
(пластилин, медь, золото)

Хрупкие материалы

- материалы, у которых область текучести почти отсутствует, которые могут без разрушения выдержать лишь небольшие деформации.

(стекло, кирпич, бетон, чугун)

Увеличение нагрузки



После т. E деформация вплоть до разрыва происходит при все меньшем напряжении.

Максимальное напряжение $\sigma = \sigma_{пч}$, которое способен выдержать образец без разрушения, называется **пределом прочности**. (точка E).

Запас прочности (коэффициент безопасности)

- это отношение предела пропорциональности данного материала к максимальному напряжению, которое будет испытывать деталь конструкции в работе.

$$n = \frac{\sigma_{\text{пр}}}{\sigma}$$