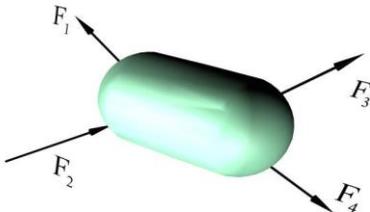


Лекция 2

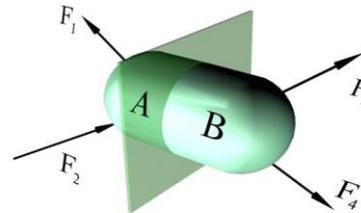
2. Внутренние силы. Метод сечений.



Форма тела и размеры сохраняются вследствие молекулярного взаимодействия частиц (действия внутренних сил), составляющих тело. При воздействии внешних сил, внутренние силы, обусловленные молекулярным строением тела, изменяются, и если внешние силы превышают силы молекулярного взаимодействия, то тело разрушается.

внутренних сил используют метод

- 1) Приложим к телу систему сил (F_1-F_4)
- 2) Разбиваем тело пластиной 1 на две (A и B).



Для определения сечений.

части (A и

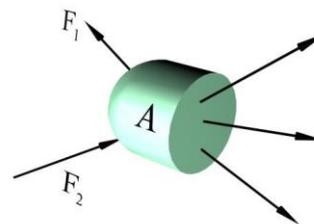
Отбросим часть B, а действие отброшенной части заменим внутренними силами.

- 3) По правилам теоретической Механики, все силы можно свести к главному вектору и к главному вектору моменту.

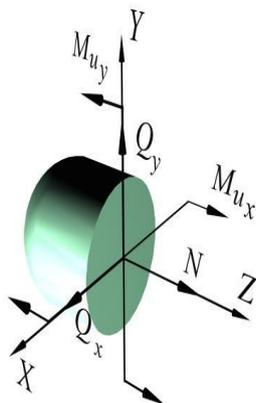
Разложим главный вектор и главный момент по осям x, y, z .

Сила N – продольная сила, которая растягивает или сжимает тело.

Q_x и Q_y – поперечные силы.



момент



M_x, M_y – изгибающие моменты.

T – крутящий момент.

Каждому силовому фактору соответствует свой вид деформации.

N – растяжение, сжатие.

Q_y – срез

Q_z – сдвиг

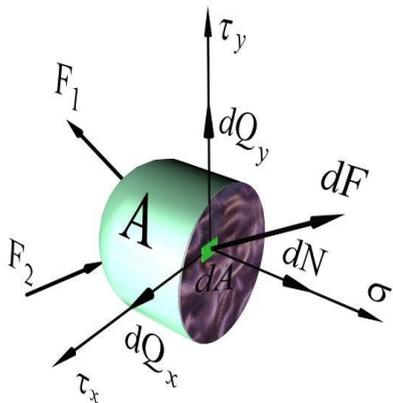
T_k – Кручение.

M_x, M_y – изгиб.

Понятие о напряжениях.

Внутренние силы неравномерно действуют по всему сечению. Интенсивность распределения сил по сечению называют **напряжением**.

Рассмотрим бесконечно малый элемент площади dA .



dA - элем. площадь.

dF – общая элементарная сила.

dN – элем. продольная сила.

dQ_x, dQ_y – элем. поперечные силы.

dF – общая элементарная сила.

Можно предположить, что в пределах этого элемента напряжения распределены равномерно.

$$P = \frac{dF}{dA}, \left[\frac{H}{\text{мм}^2} \right], [\text{МПа}] \quad \text{- общее напряжение.}$$

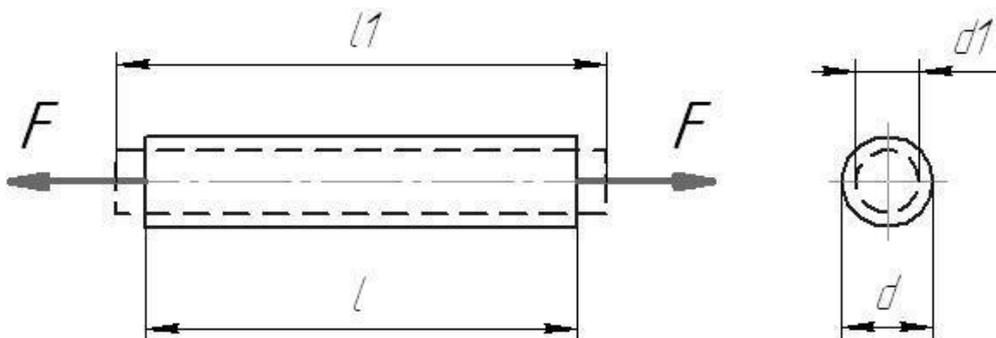
$$\sigma = \frac{dN}{dA} \quad \text{- нормальное напряжение.}$$

$$\tau_x = \frac{dQ_x}{dA}, \tau_y = \frac{dQ_y}{dA} \quad \text{- касательные напряжения.}$$

$$\bar{P} = \bar{\sigma} + \bar{\tau}_x + \bar{\tau}_y \quad \text{- общее напряжение.}$$

3. Растяжение (сжатие).

3.1. Напряжение и деформация при растяжении.



Растяжение или сжатие – это такой вид деформации, при котором в любом поперечном сечении бруса возникает только продольная сила.

l - первоначальная длина стержня.

l_1 - конечная длина (после приложения нагрузки).

$\Delta l = l_1 - l$ – абсолютное удлинение.

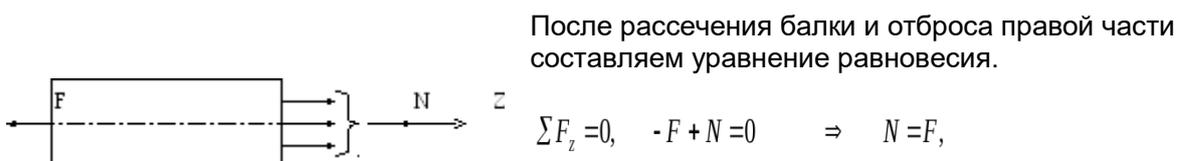
d – начальный диаметр.

d_1 - конечный диаметр.

$\Delta d = d - d_1$ абсолютное сужение.

Если силы направлены в обратную сторону, то это будет сжатие, и знаки у Δl и Δd будут противоположны.

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ - относительное удлинение. $\varepsilon_1 = \frac{\Delta d}{d}$ - относительное сужение. $\mu = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon}$ - коэффициент Пуассона.



$\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma]$ - условие прочности при растяжении.

Существует несколько вариантов расчёта.

1. Проверочный расчёт

Дано: нагрузка F , площадь поперечного сечения A , допускаемое напряжение $[s]$ (зависит от материала).

Найти: действующее напряжение s и проверить выполнение условия прочности $s < [s]$.

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma]$$

2. Определение максимального усилия

Дано: площадь поперечного сечения A , допускаемое напряжение $[s]$.

Найти: максимально допустимое усилие F_{\max} из условия прочности:

$$F_{\max} \leq [\sigma] \cdot A$$

3. Конструкторский расчёт.

Дано: нагрузка F , допускаемое напряжение $[s]$.

Найти: минимально допустимую площадь поперечного сечения A_{\min} из условия прочности:

$$A_{\min} > \frac{F}{[\sigma]} - \text{определение размеров сечения.}$$

3.2. Закон Гука при растяжении.

Гук вывел экспериментальную зависимость:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon, (1)$$

E - модуль упругости при растяжении (Юнга);

σ - нормальное напряжение;

ε - относительное удлинение.

Подставим в зависимость (1) $\sigma = \frac{F}{A}$ и $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$:

$$\frac{F}{A} = E \cdot \frac{\Delta l}{l} \Rightarrow \Delta l = \frac{F \cdot l}{E \cdot A} \leq [\Delta l] - \text{условие жесткости.}$$

По возможности сопротивляться деформации материалы делятся на:

1. Пластичные (Cu, Al) – деформируются в широких пределах без разрушения.
2. Хрупкие (чугун, стекло) – разрушаются без заметных деформаций.
3. Малопластичные (легированные стали, бронзы).