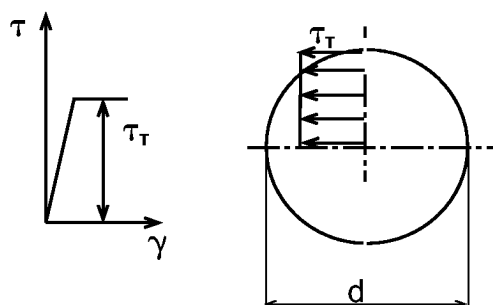


$$\tau_{max} \leq \frac{\tau_T}{[n_T]} = [\tau] \text{ - для пластичных материалов}$$

$$\tau_{max} \leq \frac{\tau_b}{[n_b]} = [\tau] \text{ - для хрупких материалов}$$

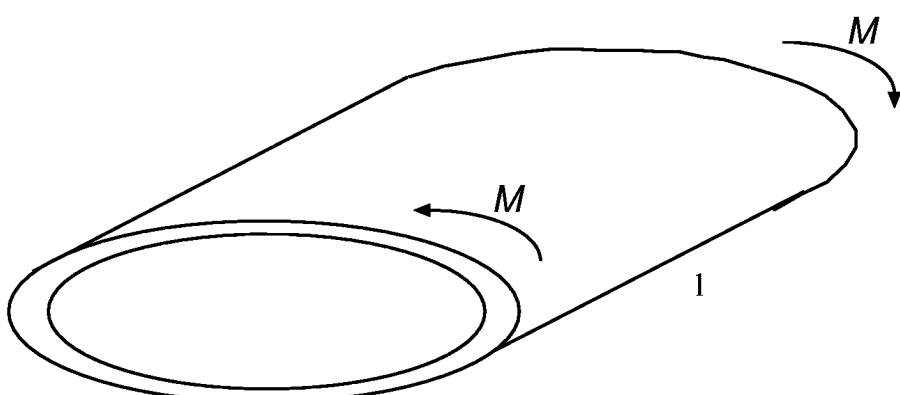


$$M_{кр} = \int_A \tau \rho dA = \int_0^{d/2} \tau \rho 2\pi \rho d\rho$$

$$M_{пред} = \int_0^{d/2} \tau_T \rho 2\pi \rho d\rho = \tau_T 2\pi \frac{d^3}{3 \cdot 8} = \tau_T \frac{\pi d^3}{12}$$

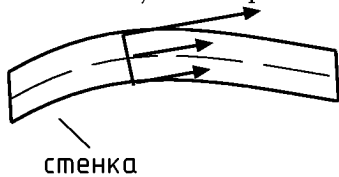
$$n = \frac{M_{пред}}{M_{факт}} \geq [n]$$

Кручение тонкостенных замкнутых профилей



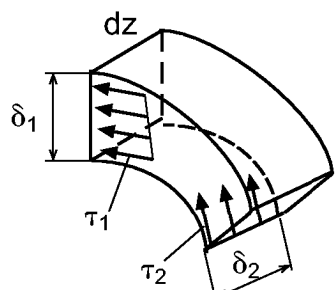
Основные положения

1. Считаем, что напряжения по толщине стенки распределены равномерно



31

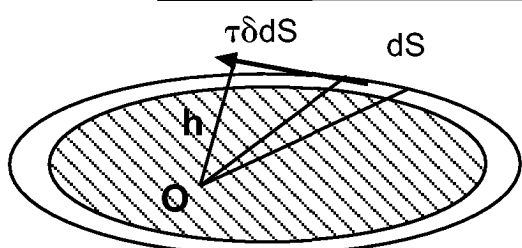
2. Касательные напряжения в каждом сечении, нормальном к средней линии стенки, параллельны между собой и параллельны касательной к средней линии стенки в этом месте.



$$\Sigma F_z : -\tau_2 \delta_2 dz + \tau_1 \delta_1 dz = 0$$

$$\tau_1 \delta_1 = \tau_2 \delta_2$$

$\tau \delta = const$ - закон распределения напряжений по толщине



$$M_k = \oint \tau \delta dS * h = \tau \delta \oint dS * h = 2\tau \delta f^*$$

$$\tau = \frac{M_k}{2f^* \delta}$$

$$\tau_{max} = \frac{M_k}{2f^* \delta_{min}} = \frac{M_k}{W_k}; W_k = 2f^* \delta_{min}; W_k = W_p$$

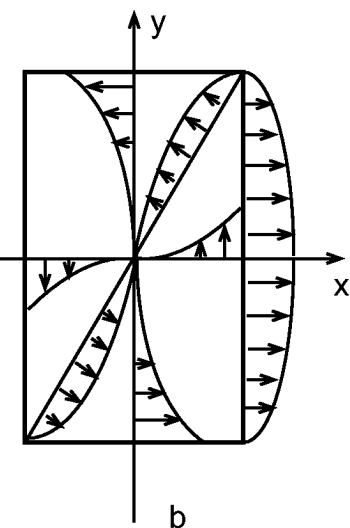
$$\frac{1}{2} M \phi = U = \int_V a dV; a = \frac{\tau^2}{2G}$$

$$\frac{1}{2} M \phi = l \oint \frac{\tau^2}{2G} \delta dS = \frac{l}{2G} \oint \frac{M_k^2 \delta dS}{(2f^* \delta)^2} = \frac{M_k^2 l}{4f^{*2} 2G} \oint \frac{dS}{\delta}$$

$$M_{кпред} = \tau_T 2f^* \delta_{min}$$

32

Кручение стержня прямоугольного поперечного сечения



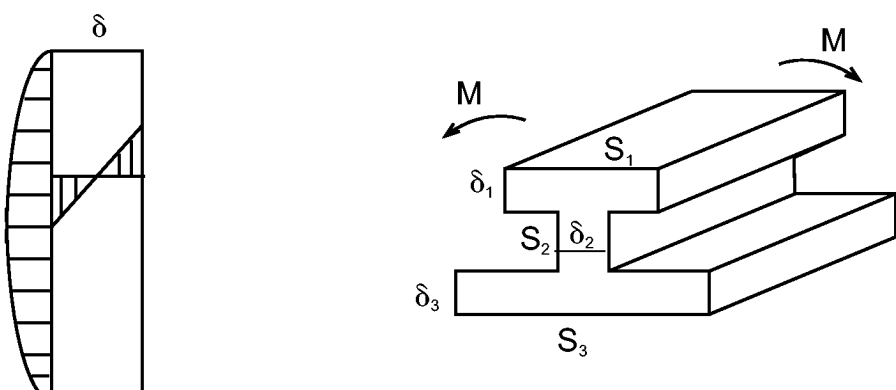
$$\tau_{max} = \frac{M_k}{W_k}; W_k = \alpha b^2 a; \alpha = \alpha \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$\phi = \int \frac{M_k dz}{G}$$

Задача о равновесии мембраны, натянутой на отверстие

Существует аналогия между задачей о кручении стержня и задачей о равновесии пленки, натянутой на контур и нагруженной равномерно распределенным давлением. Аналогом напряжения является угол, который составляет касательная к поверхности пленки с плоскостью контура, а аналогом крутящего момента - объем, заключенный между плоскостью контура и поверхностью пленки.

Задача о кручении тонкостенных открытых профилей



$$\frac{S}{\delta} \geq 10$$

$$\delta_i \ll S_i$$

$$M_1 + M_2 + M_3 = M$$

$$\phi = \phi_i = \frac{M_i l}{G \frac{1}{3} \delta_i^3 S_i}; M_i = \frac{\phi}{l} G \frac{1}{3} \delta_i^3 S_i; M = \Sigma M_i = \frac{\phi}{l} G \Sigma \frac{1}{3} \delta_i^3 S_i;$$

33

$$I_k = \Sigma \frac{1}{3} \delta_i^3 S_i$$

$$\tau_{max}^i = \frac{M_i}{W_{ki}} = \frac{\phi}{l} G_i \frac{1/3 \delta_i^3 S_i}{1/3 \delta_i^2 S_i}$$

$$\tau_{max} = \frac{M_k}{W_k}; W_k = \frac{I_k}{\delta_{max}}$$

Понятие о свободном и стесненном кручении

При кручении стержня поперечное сечение остается плоским (депланация). Если депланация ничем не ограничена, то такое кручение называется свободным, в противном случае кручение стесненное.

Полученные формулы применимы только для свободного кручения!