

Нет аналогии с ТКП, тк. W_p не интегральная характеристика.

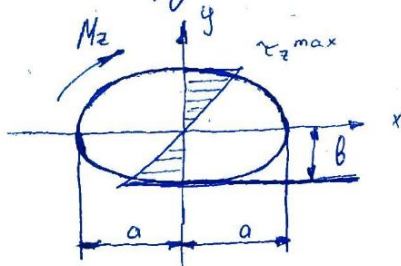
§4. Кручение брусев не круглого сечения

Здесь шлот. пл. сечений не примен.

Поэтому получить формулы выведем их методом невязки.

Возьмем без доп-ва некоей формулы из теории упругости.

а) Брусье эллиптического сечения

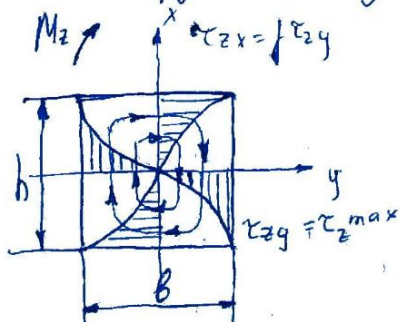


Максим. касат. напряжение имеет место в т. принадлежащей малой полуоси.

$$\tau_z^{\max} = \frac{M_z}{W_k}$$

$$W_k = \frac{\pi a b^3}{2} \quad \text{— момент сопротивления кручению}$$

б) Брус прямоугольного сечения



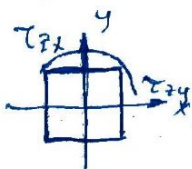
$$\tau_z^{\max} = \frac{M_z}{W_k}$$

$$W_k = \frac{1}{3} h b^3$$

$$W_p(k)$$

$$J_k = \beta h b^3$$

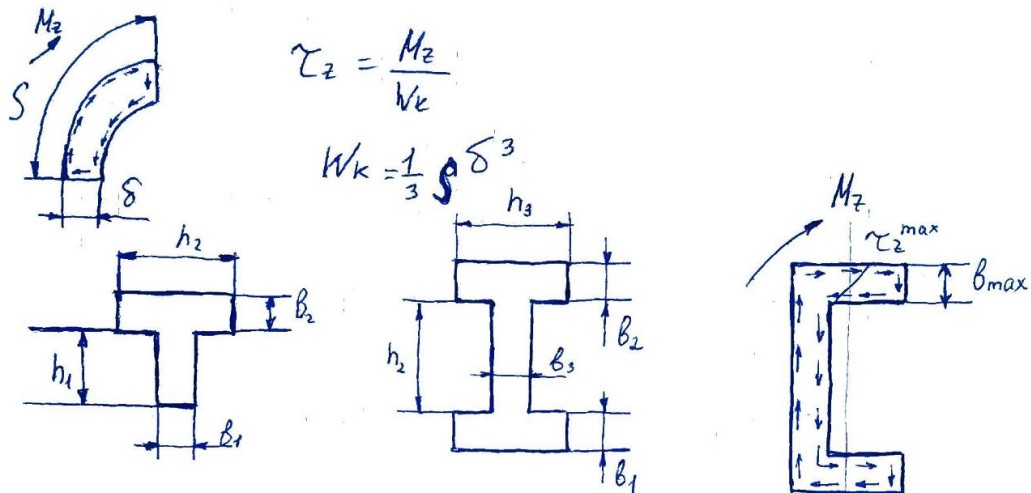
$$J_p(k)$$



α, β, γ — справочные коэф-ты

h/B	1	2	3	4	6	8	10	∞
α	0,208	0,246	0,267	0,282	0,299	0,307	0,313	0,333
β	0,141	0,219	0,263	0,281	0,299	0,307	0,313	0,333
γ	1	0,795	0,753	0,745	0,743	0,742	0,742	0,742

в) Тонкостенные стержни открытого профиля



При расчете такие профили разбиваются на прямоугольники.

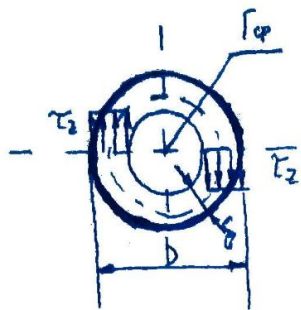
$$J_k = \frac{1}{3} h_1 b_1^3 + \frac{1}{3} h_2 b_2^3 + \dots = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n h_i b_i^3$$

$$\tau_z^{\max} = \frac{M_z}{W_k}$$

$$W_k = \frac{J_k}{b_{\max}} \rightarrow \tau_z^{\max} = \frac{M_z}{J_k} b_{\max}$$

Максимальные касат. напряжения будут иметь место в той части сечения, толщина которой наибольшая

2) Тонкостенное кольцо закрытого профиля



$$\gamma_p = \int_A \rho^2 dA = \int_A r_{cp}^2 dA = r_{cp}^2 \int_A dA = r_{cp}^2 A = r_{cp}^2 \cdot 2\pi r_{cp} \delta =$$

$$= 2A_{cp} \cdot r_{cp} \cdot \delta$$

$$\rho = r_{cp}$$

$$A = 2\pi r_{cp} \cdot \delta$$



$$A_{cp} = 2\pi r_{cp}^2$$

↓ площадь круга, огранич. средней линией

$$\left[W_p = \frac{\gamma_p}{\rho_{max}} = \frac{2A_{cp} \cdot r_{cp} \cdot \delta}{r_{cp}} = 2A_{cp} \cdot \delta \right]$$

поперечный момент сопротивления

$$\tau_z = \frac{M_z}{W_p} = \frac{M_z}{2A_{cp} \delta}$$

Определение угла закручивания

$$\varphi = \int_0^l \frac{M_z dz}{G \gamma_p} = \frac{M_z l}{G \gamma_p} = \frac{M_z l}{G} \times \frac{\rho_{cp}}{\delta} = \frac{M_z l}{G} \times \frac{r_{cp}}{4A_{cp}}$$

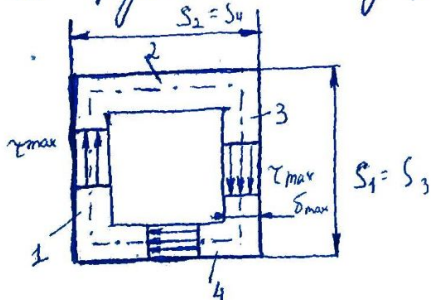
$$G \gamma_p = \text{const} \quad \gamma_p = 2A_{cp} r_{cp} \cdot \delta \cdot \frac{2\pi r_{cp}}{2\pi r_{cp}} = A_{cp}$$

$$M_z = \text{const}$$

$$\Rightarrow \frac{4A_{cp}^2 \delta}{8 r_{cp}}$$

ρ_{cp} - радиус средней линии

2) Коробчатый профиль.



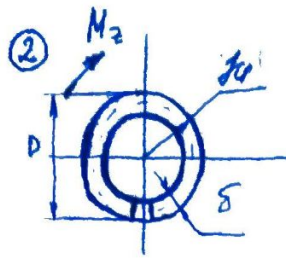
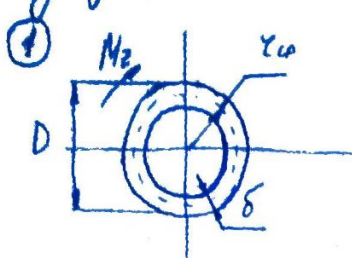
Макс. касательные напряжения имеют место в той стенке, толщина которой минимальная

$$\tau_{z \max} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{M_z}{2A_{cp} \cdot \delta_{\min}}$$

$$A_{cp} = S_1 \cdot S_2 = S_3 \cdot S_4$$

Пример:

Сравните величину касат. напряжений для 2х ударных осей.



$$\textcircled{1} \quad \tau_{z'} = \frac{M_z}{W_p} = \frac{M_z \cdot 4}{2\pi(D-\delta)^2 \delta}$$

$$W_p = 2A_{cp} \cdot \delta$$

$$A_{cp} = \pi r_{cp}^2$$

$$r_{cp} = \frac{1}{2}(D-\delta)$$

$$\textcircled{2} \quad \tau_{z''} = \frac{M_z}{W_k} = \frac{M_z \cdot 6}{2\pi(D-\delta)\delta^2}$$

$$W_k = \frac{1}{3} \int \delta^2 = \frac{1}{3} 2\pi \left(\frac{D-\delta}{2}\right) \delta^2$$

$$S = 2\pi r_{cp} = 2\pi \left(\frac{D-\delta}{2}\right)$$

$$\frac{\tau_{z''}}{\tau_{z'}} = \frac{M_z \cdot \delta^3 \cdot 2\pi (D-\delta)^2 \delta}{M_z \cdot 42 \cdot 2\pi (D-\delta) \delta^2} = 3 \frac{(D-\delta)}{2\delta} \textcircled{=}$$

Пусть $D = 15\delta$

$$\textcircled{=} \quad \frac{3}{2} \frac{(15\delta - \delta)}{\delta} = 21$$