

Цилиндрический вал диаметра d проходит сквозь камеру высокого давления и скручивается моментом M .

$$p = 500 \text{ МПа}$$

$$M = 80 \text{ Н·м}$$

$$d = 10 \text{ мм}$$

$$\sigma_{\text{вр}} = 2100 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{вс}} = 5120 \text{ МПа}$$

Определить коэффициент запаса прочности:

$$n_B = ?$$

Эквивалентное напряжение определить по теории прочности Морэ:

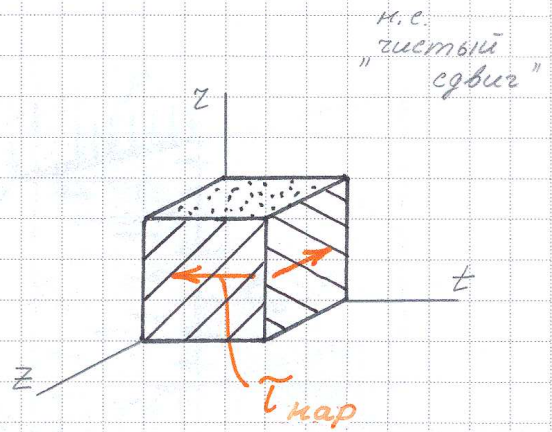
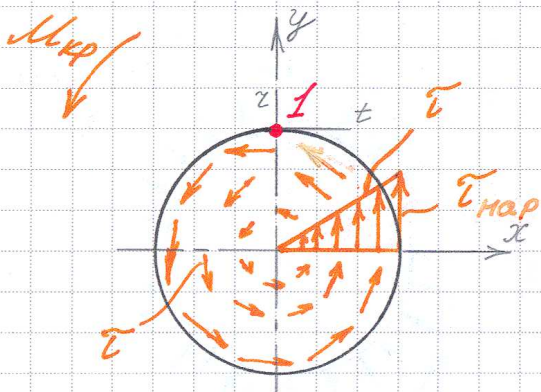
$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \nu_B \cdot \sigma_3$$

где

$$\nu_B = \frac{|\sigma_{\text{вр}}|}{\sigma_{\text{вс}}} = \frac{2100}{5120} = 0,41$$

Сечение I-I

I-I



$$\tau_{\text{нар}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_k} = \frac{M}{\frac{\pi d^3}{16}} \approx \frac{M}{0,2 \cdot d^3} = \frac{80}{0,2 \cdot 0,010^3} = 400 \cdot 10^6 \text{ Па} = 400 \text{ МПа}$$

$$\sigma^I = 0$$

$$\sigma^{II, III} = \frac{\sigma_z + \sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_z - \sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{\text{нар}}^2} = \pm \sqrt{\tau_{\text{нар}}^2} = \pm \tau_{\text{нар}}$$

$$\sigma^{II} = +\tau_{\text{нар}} = 400 \text{ МПа}$$

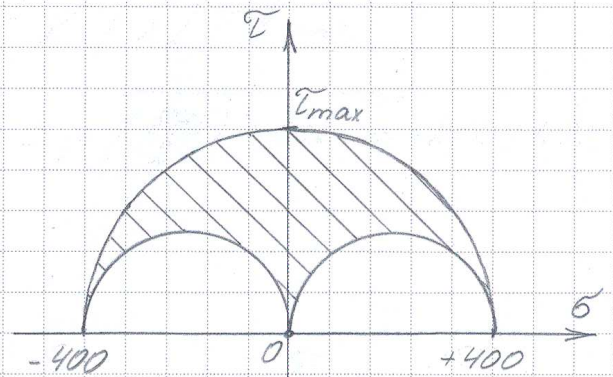
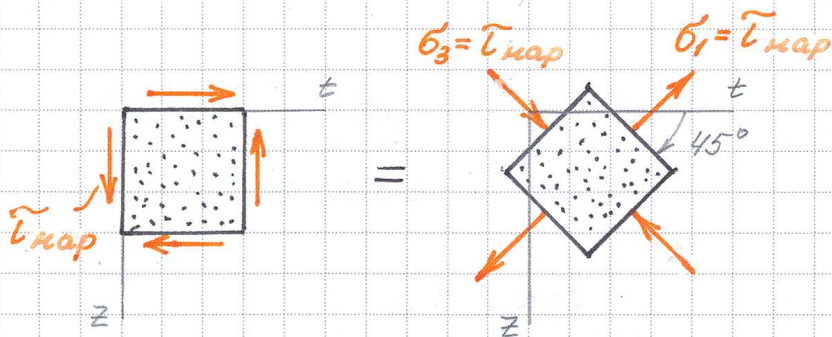
$$\sigma^{III} = -\tau_{\text{нар}} = -400 \text{ МПа}$$

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$$

$$\sigma_1 = 400 \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = 0$$

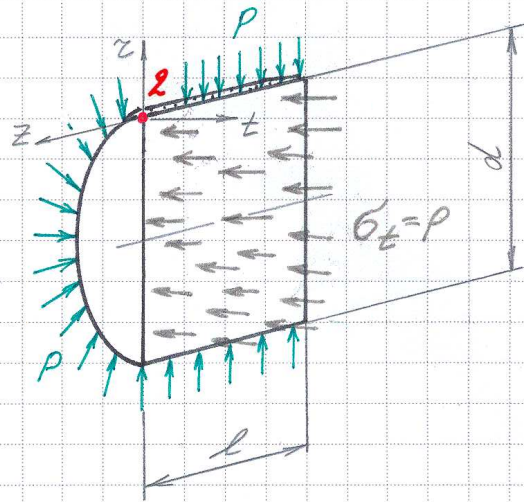
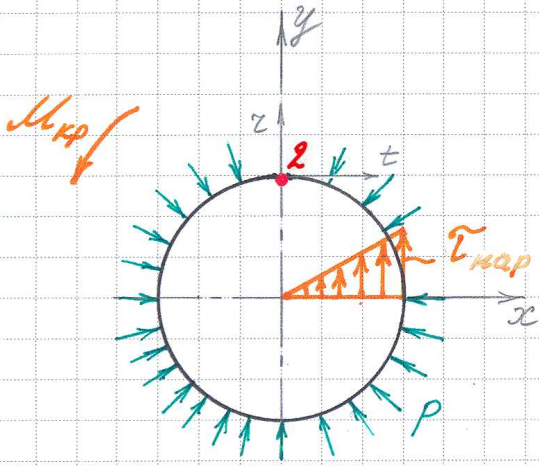
$$\sigma_3 = -400 \text{ МПа}$$



Эквивалентное напряжение:

$$\sigma_{\text{экв}}^I = \sigma_1 - \nu \cdot \sigma_3 = 400 - 0,41 \cdot (-400) = 564 \text{ МПа}$$

II-II



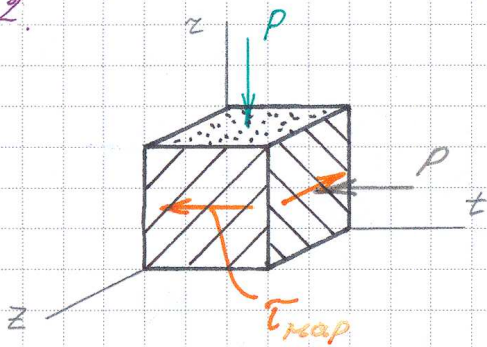
$$\tau_{\max} = \frac{M_{кр}}{W_k} = \frac{M}{0,2 \cdot d^3} = \frac{80}{0,2 \cdot 0,01^3} = 400 \text{ МПа}$$

$$\sum F_t = 0 = p \cdot l \cdot d - \sigma_t \cdot l \cdot d$$

Площадь проекции поверхности, по которой действует давление, на плоскость, перпендикулярную оси t

$$\sigma_t = p \text{ (сжимающее)}$$

т.2.



$$\sigma' = -500 \text{ МПа}$$

$$\sigma^{II,III} = \frac{\sigma_z + \sigma_t}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_z - \sigma_t}{2}\right)^2 + \tau_{\max}^2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 + \tau_{\max}^2} = -\frac{500}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{500}{2}\right)^2 + 400^2} = -250 \pm 472$$

$$\sigma'' = 222 \text{ МПа}$$

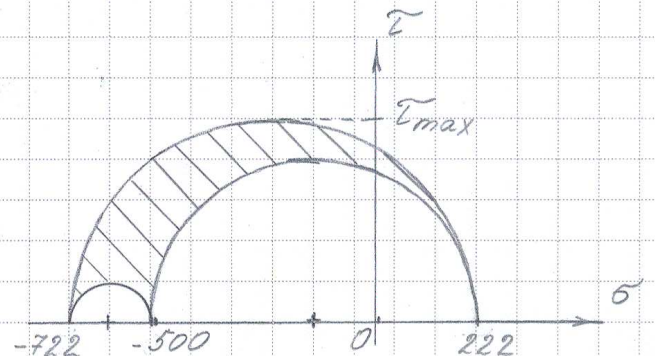
$$\sigma''' = -722 \text{ МПа}$$

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$$

$$\sigma_1 = 222 \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = -500 \text{ МПа}$$

$$\sigma_3 = -722 \text{ МПа}$$



$$\sigma_{\text{экв}}^{II} = \sigma_1 - \nu_B \cdot \sigma_3 = 222 + 0,41 \cdot 722 = 518 \text{ МПа}$$

Коэффициент запаса прочности рассчитывается по наибольшему эквивалентному напряжению в конструкции:

$$\sigma_{\text{экв max}} = \max(\sigma_{\text{экв}}^I, \sigma_{\text{экв}}^{\text{II}}) = \sigma_{\text{экв}}^I = 564 \text{ МПа}$$

$$n_B = \frac{\sigma_{\text{ВР}}}{\sigma_{\text{экв max}}} = \frac{2100}{564} = \underline{\underline{3,72}}$$



Примечание:

Для пластичных материалов:

1) $\sigma_{\text{ТР}} = \dots$

$\sigma_{\text{ТС}} = \dots$

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \nu_T \cdot \sigma_3$$

где

$$\nu_T = \left| \frac{\sigma_{\text{ТР}}}{\sigma_{\text{ТС}}} \right|$$

2) $\sigma_{\text{ТР}} = -\sigma_{\text{ТС}} = \sigma_T = \dots$

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \nu_T \cdot \sigma_3$$

где

$$\nu_T = 1$$