

$$n_c = \frac{n_1 \cdot n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}} = 0,795728$$

$d = 45$ не подходит, т.к. n_c должно быть > 1 , $n_c < 1$, $n_c = 1$
 учёт $d = 60$ $kd = 0,72$

$$|\sigma_c| = \frac{674,3416 \cdot 32}{\pi \cdot 0,003} = 3,17999 \cdot 10^7 \text{ Па}$$

$$k = 3,61$$

$$n_1 = 1,91642$$

$$\tau_{max} = \frac{596,83104 \cdot 16}{\pi \cdot 0,003} = 1,40724 \cdot 10^7$$

$$n \tau = \frac{\tau_r}{\tau_{max}} \cdot x = \frac{150 \cdot 10^6}{1,40724 \cdot 10^7} = 10,65916$$

$$n_c \approx 1,88818 > 1,7$$

условие прочности не выполняется, поэтому $d = 60$

Задача 3

Дано:

$$r_1 = 16 \text{ см}$$

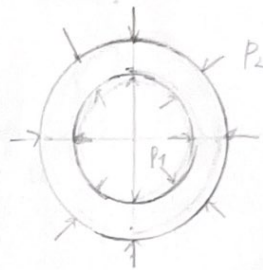
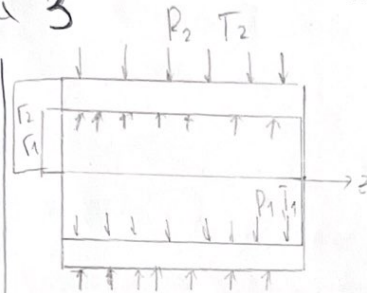
$$r_2 = 21 \text{ см}$$

$$P_1 = 11 \text{ МПа}$$

$$P_2 = 3 \text{ МПа}$$

$$T_1 = 180^\circ \text{C}$$

$$T_2 = 120^\circ \text{C}$$



1) Вторая формула Ламе

$$\sigma_{r, \theta}(r) = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{(P_1 - P_2) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r^2} (1)$$

2) для упрощения, достаточно упрощения от краёв

$$\sigma_z(r) = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

Расчёт численных значений с помощью Python

Радиальное напряжение по ф-ле (1)

$$\sigma_r(r_1) = -11 \text{ МПа}; \quad \sigma_r(r_2) = -3 \text{ МПа}$$

Окружное напряжение по формуле (1)

$$\sigma_\theta(r_1) = 27,140541 \text{ МПа}; \quad \sigma_\theta(r_2) = 19,140541 \text{ МПа}$$

Осевое напряжение от равенств в ф-ле (2)

$$\sigma_z(r) = 8,070270 \text{ МПа} \quad \text{Изотерм на минимуме}$$

3) по полиномический закон распределения температур

$$T(r) = T_2 + (T_1 - T_2) \cdot \frac{\ln \frac{r_2}{r}}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

температурное напряжение рассчитывается по формулам:

$$1. \sigma_{rt} = - \frac{E \alpha \Delta T}{2(1-\mu) \ln \frac{r_2}{r_1}} \left(2 \left(\ln \frac{r_2}{r} + \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 - \frac{r_2^2}{r^2} \right) \right) \ln \frac{r_2}{r_1} \right)$$

$$2. \sigma_{\theta t} = \frac{E \alpha \Delta T}{2(1-\mu) \ln \frac{r_2}{r_1}} \left(1 - \ln \frac{r_2}{r} - \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 + \frac{r_2^2}{r^2} \right) \ln \frac{r_2}{r_1} \right)$$

стр 5