

Русенски университет "Ангел Кънчев"

Катедра: „Машинознание, машинни елементи и инженерна
графика”

КУРСОВ ПРОЕКТ

Двустъпален редуктор

Изходни технически данни:

$P = 3.0 \text{ kW}$

$n_{\text{изх}} = 100 \text{ min}^{-1}$

$n_{\text{вх}} = 1600 \text{ min}^{-1}$

Вид на предавката: Реверсивна

Вид на конструкцията : Лят

Трайност на редуктора : 10 000 часа

Разработил:

Специалност:

Група:

Фак.№

Дата:.....

ОБЯСНИТЕЛНО-ИЗЧИСЛИТЕЛНА ЗАПИСКА

Увод

1. Определяне на общото предавателно число

Според взаимното разположение на геометричните оси на валовете двустъпалните редуктори са:

- с успоредни оси и цилиндрични зъбни предавки

$$u = \frac{n_{\text{вх}}}{n_{\text{изх}}} = \frac{1600}{100} = 16$$

Препоръки за разпределяне на общото предавателно число на двустъпалните редуктори между отделните степени

$$u = u_1 \cdot u_2$$

$$\Rightarrow u_2 = \frac{u}{u_1} = \frac{16}{5} = 3.2$$

$$u_1 = 5$$

$$u_1 = 5$$

$$u_2 = 3.2$$

2. Определяне на честотата на въртене и усукващия момент на валовете с отчитане на КПД

- определяне честотата на въртене на междинния вал

$$n_{\text{меж}} = \frac{n_{\text{вх}}}{u_1} = \frac{1600}{5} = 320 \text{ мин}^{-1}$$

- определяне на мощността на валовете, с отчитане на КПД

$$\Sigma_I = \frac{P_{\text{меж}}}{P_{\text{вх}}}$$

$$P_{\text{меж}} = \Sigma_I \cdot P_{\text{вх}} = 0.99 \cdot 3.26 = 3.02 \text{ kW}$$

$$\Sigma_{\text{об}} = \Sigma_I \cdot \Sigma_{\text{II}} = 0.98$$

$$P_{\text{вх}} = \frac{3.0}{0.98} = 3.06 \text{ kW}$$

$$P_{\text{вх}} \Rightarrow$$

мощност на задвижващият вал = 3.0 kW

- Определяне на въртящите моменти на валовете

- на входящия вал

$$T_1 = 9550 \frac{P_{\text{вх}}}{n_{\text{вх}}} = \frac{3.06}{1600} = 18.26 \text{ N.m T}$$

- на междинния вал

$$T_2 = 9550 \frac{P_{\text{меж}}}{n_{\text{меж}}} = \frac{3.02}{320} = 90.12 \text{ N.m T}$$

- на изходящия вал

$$T_3 = 9550 \frac{P_{\text{вх}}}{n_{\text{вх}}} = \frac{3.0}{100} = 286.5 \text{ N.m T}$$

3. Предварително изчисляване на диаметрите на валовете

Предварително якостно изчисляване на вала с допустимото напрежение на усукване за материала на валовете: 30 МПа

- на входящият вал:

$$n d_{\text{вх}} = \sqrt[3]{\frac{T_1}{0,2[\sigma]_{\text{вх}}}} = \sqrt[3]{\frac{16.18,26}{0,2 \cdot 25 \cdot 10^3}} = 15,4 \text{ mm } d$$

Приемаме $d_{\text{вх}} = 18 \text{ mm}$

- на междинния вал:

$$n d_{\text{меж}} = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,2[\sigma]_{\text{меж}}}} = \sqrt[3]{\frac{90.12}{0,2 \cdot 30 \cdot 10^6}} = 24,67 \text{ mm } d$$

Приемаме $d_{\text{меж}} = 25 \text{ mm}$

- на изходящия вал:

$$n d_{\text{изх}} = \sqrt[3]{\frac{T_3}{0,2[\sigma]_{\text{изх}}}} = \sqrt[3]{\frac{286.5}{0,2 \cdot 30 \cdot 10^6}} = 29,27 \text{ mm } d$$

Приемаме $d_{\text{изх}} = 30 \text{ mm}$

4. Избор на материал на зъбните колела и определяне на допустимите напрежения

Материал на зъбните колела - 18ХГТ – Материалът има по-голяма износоустойчивост, твърдост и якост на материала

За материал на зъбните колела на двете степени на редуктора се избира:

- за малките зъбни колела - 18ХГТ- цементация - с HRC 62

- за големите зъбни колела- 18ХГТ- цементация - с HRC58

- Определяне на допустимите контактни напрежения

Допустими контактни напрежения

(Препоръчително е да се работи със средната стойност на твърдостта на двете зъбни колела: 60 HRC)

$$\sigma_{\text{HRC}} = \text{или } \sigma_{\text{HRC}} = \frac{\sigma_{\text{Hlim},b}}{S_{\text{Hmin}}} = \frac{23 \cdot \text{HRC}}{S_{\text{Hmin}}} = \frac{23 \cdot 60}{1,3} = 1061,54 \text{ MPa}$$

Допустими напрежения на огъване

$$\sigma_{FP_1} = \text{или } \sigma_{FP_2} = \frac{\sigma_{Flim \delta 1,2}}{S_{Fmin}} = \frac{800}{1,7} = 470,59 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Flim \delta 1,2}$$

е базовата контактна якост на зъбите за малките зъбни козела за 18ХГТ

S_{Fmin} = минимално допустим коефициент на сигурност при изчисляването на зъбите на контактна умора от огъване (препоръчителна стойност според БДС 17 108 – 89: $S_{Fmin}=1.7$)

$$\sigma_{Flim \delta 1,2}$$

За 18 ХГТ се приема: $\sigma_{Flim \delta 1,2} = 800 \text{ Pa}$

5. Геометрично изчисляване на двете зъбни зацепвания

5.1. Делителни и начални диаметри на зъбните козела

5.1.1. Делителна окръжност

$$I^{sa} \text{ степен}$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 2 \cdot 100 = 200 \text{ mm}$$

$$II^{pa} \text{ степен}$$

$$d_3 = m \cdot z_3 = 3 \cdot 24 = 72 \text{ mm}$$

$$d_4 = m \cdot z_4 = 3 \cdot 60 = 180 \text{ mm}$$

5.1.2. Начална окръжност

$$I^{sa} \text{ степен}$$

$$d_{w1} = \frac{2z_1 \cdot a_{w1}}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 120}{20 + 100} = 40 \text{ mm}$$

$$d_{w2} = \frac{2z_2 \cdot a_{w1}}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 120}{20 + 100} = 200 \text{ mm}$$

$$II^{pa} \text{ степен}$$

$$d_{w3} = \frac{2z_3 \cdot a_{w2}}{z_3 + z_4} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 126}{24 + 60} = 72 \text{ mm}$$

$$d_{w4} = \frac{2z_4 \cdot a_{w2}}{z_3 + z_4} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 126}{24 + 60} = 180 \text{ mm}$$

5.2. Междуосово разстояние

I-ва степен :

$$z_1 = 20$$

$$z_2 = 100$$

$$m = 2$$

$$x_1 = x_2 = 0$$

$$\beta = 0^\circ$$

II-ва степен

$$z_3 = 24$$

$$z_4 = 60$$

$$m = 3$$

$$x_1 = x_2 = 0$$

$$\beta = 0^\circ$$

$I^{ва} \text{ степен}$	I
$a_{w1} \geq \frac{m(z_1 + z_2)}{2} = \frac{2 \cdot (20 + 100)}{2} = 120 \text{ mm}$	a
$II^{ва} \text{ степен}$	II
$a_{w2} \geq \frac{m(z_3 + z_4)}{2} = \frac{3 \cdot (24 + 60)}{2} = 126 \text{ mm}$	a

5.3. Определяне на останалите три двойки диаметри

5.3.1. Диаметър на основната окръжност

$I^{ва} \text{ степен}$
$d_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos \theta = 2 \cdot 20 \cdot \cos 20 = 37.5 \text{ mm}$
$d_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos \theta = 2 \cdot 100 \cdot \cos 20 = 187.93 \text{ mm}$
$II^{ва} \text{ степен}$
$d_{b3} = m \cdot z_3 \cdot \cos \theta = 3 \cdot 24 \cdot \cos 20 = 67.66 \text{ mm}$
$d_{b4} = m \cdot z_4 \cdot \cos \theta = 3 \cdot 60 \cdot \cos 20 = 169.14 \text{ mm}$

5.3.2. Диаметър на петовата окръжност

$I^{ва} \text{ степен}$
$d_{f1} = m \cdot (z_1 - 2h^* - 2c^* + 2x) = 2 \cdot (20 - 2.1 - 2.0,25 - 2.0) = 35 \text{ mm}$
$d_{f2} = m \cdot (z_2 - 2h^* - 2c^* + 2x) = 2 \cdot (100 - 2.1 - 2.0,25 - 2.0) = 195 \text{ mm}$
$II^{ва} \text{ степен}$
$d_{f3} = m \cdot (z_3 - 2h^* - 2c^* + 2x) = 3 \cdot (24 - 2.1 - 2.0,25 - 2.0) = 64.5 \text{ mm}$
$d_{f4} = m \cdot (z_4 - 2h^* - 2c^* + 2x) = 3 \cdot (60 - 2.1 - 2.0,25 - 2.0) = 172.5 \text{ mm}$

5.3.3. Диаметър на върховата окръжност

$I^{ва} \text{ степен}$
$d_{a1} = 2a_{w1} - d_{f2} - 2c^* \cdot m = 2 \cdot 120 - 195 - 2.0,25 \cdot 2 = 44 \text{ mm}$
$d_{a2} = 2a_{w1} - d_{f1} - 2c^* \cdot m = 2 \cdot 120 - 35 - 2.0,25 \cdot 2 = 204 \text{ mm}$
$II^{ва} \text{ степен}$
$d_{a3} = 2a_{w2} - d_{f4} - 2c^* \cdot m = 2 \cdot 126 - 172,5 - 2.0,25 \cdot 3 = 78 \text{ mm}$
$d_{a4} = 2a_{w2} - d_{f3} - 2c^* \cdot m = 2 \cdot 126 - 64,5 - 2.0,25 \cdot 3 = 186 \text{ mm}$

Коефициент на челно препокриване

I^{-ва} степен

$$\begin{aligned}\epsilon_{\alpha 1} &= 0,5/\pi[z_1(\operatorname{tg}\alpha_{a1}-\operatorname{tg}\alpha_w) + z_2(\operatorname{tg}\alpha_{a2}-\operatorname{tg}\alpha_w)] = \\ &= 0,5/\pi[20(\operatorname{tg}31,39 - \operatorname{tg}20) + 100(\operatorname{tg}23,54 - \operatorname{tg}20)] = 1,696\end{aligned}$$

II^{-па} степен

$$\begin{aligned}\epsilon_{\alpha 2} &= 0,5/\pi[z_3(\operatorname{tg}\alpha_{a3}-\operatorname{tg}\alpha_w) + z_4(\operatorname{tg}\alpha_{a4}-\operatorname{tg}\alpha_w)] = \\ &= 0,5/\pi[24(\operatorname{tg}29,84 - \operatorname{tg}20) + 60(\operatorname{tg}24,58 - \operatorname{tg}20)] = 1,693\end{aligned}$$

α_{a1} и α_{a2} - профилни ъгли на върховете на зъбите

I^{-ва} степен

$$\alpha_{a1} = \arccos(d_{b1}/d_{a1}) = 31,39^\circ$$

$$\alpha_{a2} = \arccos(d_{b2}/d_{a2}) = 23,54^\circ$$

II^{-па} степен

$$\alpha_{a3} = \arccos(d_{b3}/d_{a3}) = 29,84^\circ$$

$$\alpha_{a4} = \arccos(d_{b4}/d_{a4}) = 24,58^\circ$$

При наклонени зъби се отчитат профилните ъгли на върховете на зъбите и ъгълът на зацепване в челно сечение.

5.3. Определяне модула и броя на зъбите

Модулът се определя в mm въз основа на препоръки, разработени от практиката.

Броят на зъбите на малкото зъбно колело се определя по формулата

$$Z_1 = 20$$

$$Z_2 = 100$$

$$Z_3 = 24$$

$$Z_4 = 60$$

6. ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЗЪБИТЕ НА ЯКОСТ НА ОГЪВАНЕ ЗА ДВЕТЕ ЗАЦЕПВАНИЯ

Изчислява се напрежението на огъване в застрашеното сечение на зъбите

$$\sigma_F = \sigma_{F0} \cdot K_F$$

$$K_F = K_A \cdot K_{Fv} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha} = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 2 = 2,028$$

I-ва степен

$$\sigma_{F0(1)} = Y_{FS} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot F_{t1} / (b \cdot m_n) = 4,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 202,88 / (30 \cdot 2) = 13,86 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F0} \cdot K_F = 13,86 \cdot 2,028 = 27,72 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{F0(2)} = Y_{FS} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot F_{t1} / (b \cdot m_n) = 3,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 202,88 / (30 \cdot 2) = 12,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F0} \cdot K_F = 12,51 \cdot 2,028 = 25,02 \text{ MPa}$$

II-ра степен

$$\sigma_{F0(3)} = Y_{FS} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot F_{t2} / (b \cdot m_n) = 3,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 / (45 \cdot 3) = 74,07 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{F3} = \sigma_{F0} \cdot K_F = 74,07 \cdot 2,028 = 148,14 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{F0(4)} = Y_{FS} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot F_{t2} / (b \cdot m_n) = 3,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 / (45 \cdot 3) = 68,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{F4} = \sigma_{F0} \cdot K_F = 68,51 \cdot 2,028 = 137,03 \text{ MPa}$$

σ_F - напрежението на огъване в застрашеното сечение на зъбите

σ_{F0} – напрежение на огъване, без отчитане на допълнителните натоварвания

K_F - обобщен коефициент на натоварването при изчисляването на зъбите на якост на огъване

K_A – коефициент, отчитащ външното натоварване

K_{Fv} - коефициент, отчитащ вътрешното динамично натоварване

$K_{F\beta}$ - коефициент, отчитащ разпределението на напрежението на огъване по дължината на зъбите

$K_{F\alpha}$ - коефициент, отчитащ разпределението на натоварването между зацепените зъбни двойки

Y_{FS} - коефициент, отчитащ формата на зъба и концентрацията на напреженията; (Отчита се от БДС 17108 – 89)

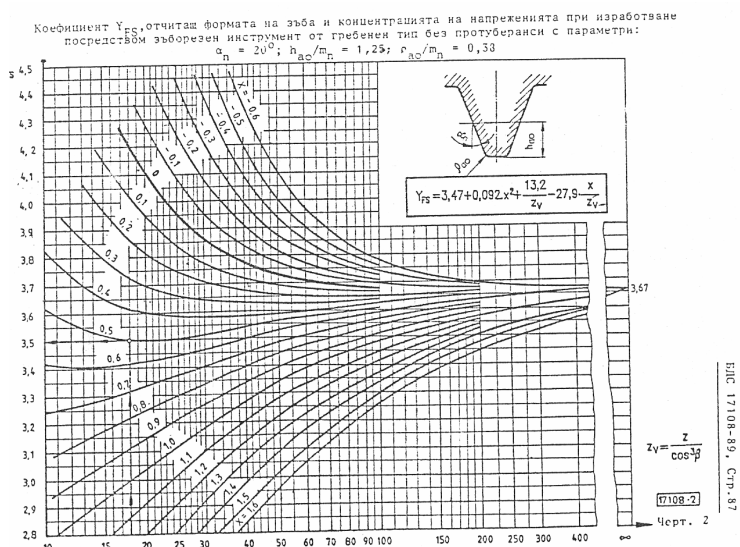
Y_ε - коефициент, отчитащ припокриването на зъбите; $Y_\varepsilon \leq 1$; (Отчита се от БДС 17108 – 89)

Y_β - коефициент, отчитащ наклона на зъбите; $Y_\beta \leq 1$; (Отчита се от БДС 17108 – 89)

F_t – периферна сила на делителните цилиндри в челно сечение

b – ширина на зъбния венец

m_n – нормален модул



ДОПУСТИМО НАПРЕЖЕНИЕ НА ОГЪВАНЕ, ПРЕДОТВРАТЯВАЩО УМОРНО РАЗРУШАВАНЕ НА ЗЪБИТЕ

$$\sigma_{FP} = \sigma_{Flim b} \cdot Y_\delta \cdot Y_N \cdot Y_R \cdot Y_X / S_{Fmin} = 482,35 \text{ MPa}$$

σ_{FP} - допустимо напрежение на огъване

$\sigma_{Flim b}$ – базова якост на зъбите на огъване

Избира се от БДС 17108 – 89 в зависимост от материала

Y_δ – коефициент, отчитащ чувствителността на материала към концентрацията на напреженията; $Y_\delta \approx 1$

Y_N – коефициент, отчитащ продължителността на работата на зъбните колела; $1 \leq Y_N \leq 2,5$ (Отчита се от БДС 17108 – 89)

Y_X – коефициент, отчитащ размерите на зъбното колело; $Y_X \leq 1$; (Отчита се от БДС 17108 – 89)

Y_R – коефициент, отчитащ грапавостта на преходната повърхнина на зъба; $0,95 \leq Y_R \leq 1,05$; (Отчита се от БДС 17108 – 89)

S_{Fmin} – минимално допустим коефициент на сигурност при изчисляване на зъбите на разрушаване от умора; $S_{Fmin} = 1,5 \div 2,5$ (Препоръчителна стойност $S_{Fmin} = 1,7$)

$$\sigma_{F1} \leq \sigma_{FP} \\ 27.72 = 482,35$$

$$\sigma_{F2} \leq \sigma_{FP} \\ 25.02 = 482,35$$

$$\sigma_{F3} \leq \sigma_{FP} \\ 148.14 = 482,35$$

$$\sigma_{F4} \leq \sigma_{FP} \\ 137.03 = 482,35$$

7. ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЗЪБИТЕ ПО КРИТЕРИЯ “КОНТАКТНА ЯКОСТ” ЗА ДВЕТЕ ЗАЦЕПВАНИЯ

Определя се σ_n в полюса на зацепване.

Само при $z \leq 17$ и/или при неблагоприятни параметри на зъбното зацепване – изчислението се извършва и в други характерни фази на зацепването.

$$\sigma_{n1} = \sigma_{но} \cdot (K_H)^{1/2} = 521,91 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{n2} = \sigma_{но} \cdot (K_H)^{1/2} = 655,9 \text{ МПа}$$

K_H = обобщен коефициент на натоварването

$$\sigma_{но} = Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot Z_\beta \cdot [F_t \cdot (u+1) / (u \cdot b_w \cdot d_1)]^{1/2}$$

$\sigma_{но}$ = контактно напрежение без отчитане на допълнителното натоварване

Z_E = коефициент, отчитащ механичните свойства на материалите

Z_H = коефициент на формата

$$Z_H = (1/\cos\alpha_t) \cdot (2 \cdot \cos\beta_b / \operatorname{tg}\alpha_{tw})^{1/2}$$

α_t = делителен ъгъл в челно сечение

β_b = основен ъгъл на наклона на зъбите

α_{tw} = ъгъл на зацепване

Z_ε = коефициент, отчитащ сумарната дължина на контактните линии; $Z_\varepsilon = f(\varepsilon_\alpha)$; Z_ε се изменя в граници от 0,65 до 1,0

Z_β = коефициент, отчитащ наклона на зъбите; $Z_\beta = (\cos\beta)^{1/2}$; $Z_\beta \approx 1$

F_t = периферна сила по делителните цилиндри в челно сечение

b_w = работна широчина на зацепените зъбни колела

d_1 = делителен диаметър на малкото зъбно колело

u = предавателно число

$$K_H = K_A \cdot K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}$$

K_A - коефициент, отчитащ режима на работа

K_{Hv} - коефициент, отчитащ вътрешното динамично натоварване

$K_{H\beta}$ - коефициент, отчитащ разпределението на натоварването по дължина на контактните линии

$K_{H\alpha}$ - коефициент, отчитащ разпределението на натоварването между зацепените двойки зъби

Допустимо контактно напрежение

$$\sigma_{HP} = \sigma_{H \lim b} / S_{H \min} = 1061,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{H1} \leq \sigma_{HP}$$

$$\sigma_{H2} \leq \sigma_{HP}$$

8. Изчисляване на силите в двете зацепвания

- периферна сила

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot T_{ex}}{d_{w1}} = \frac{2 \cdot 18,26}{40 \cdot 10^{-3}} = 913 \text{ N}$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_{мех}}{d_{w3}} = \frac{2 \cdot 90,12}{72 \cdot 10^{-3}} = 2500 \text{ N}$$

- Радиална сила

I^{ea} Степен

$$F_{r1} = F_{t1} \frac{\tan \alpha_w}{\cos \alpha} = 913 \frac{\tan 20}{\cos 0} = 328,68 \text{ N}$$

II^{ea} Степен

$$F_{r2} = F_{t2} \frac{\tan \alpha_w}{\cos \alpha} = 2500 \frac{\tan 20}{\cos 0} = 909,75 \text{ N}$$

- Нормална сила

I^{ea} Степен

$$F_{n1} = \frac{F_{t1}}{\cos \alpha_w \cos \alpha} = \frac{913}{\cos 20 \cdot \cos 0} = 971,69 \text{ N}$$

II^{ea} Степен

$$F_{n2} = \frac{F_{t2}}{\cos \alpha_w \cos \alpha} = \frac{2500}{\cos 20 \cdot \cos 0} = 2660,7 \text{ N}$$

9. Изчисляване на лагерите на валовете

9.1. Изчисляване на входящия вал

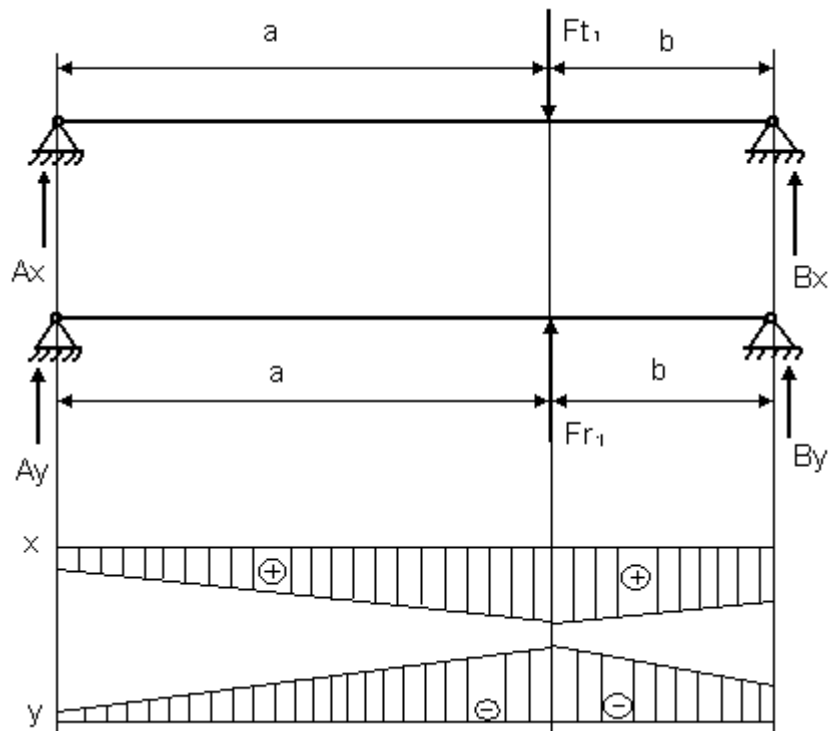
$$\sum Y_i = 0$$

$$\sum M A y_i = -F_{r1} \cdot a + B_y \cdot (b+a)$$

$$B_y = \frac{-F_{r1} \cdot a}{b+a} = \frac{-328,68 \cdot 0,081}{0,1} = -266,23 \text{ N}$$

$$\sum M B y_i = -F_{r1} \cdot b - A_y \cdot (b+a)$$

$$A_y = \frac{-F_{r1} \cdot b}{b+a} = \frac{-328,68 \cdot 0,031}{0,1} = -101,89 \text{ N}$$



$$N A_1 = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{283.03^2 + (-101.89)^2} = 264.05 N$$

$$N B_1 = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{739.53^2 + (-266.23)^2} = 689.94 N$$

$$P_{\text{екв1}} =$$

$$Cr = 9,41 \cdot Pr = 9,41 \cdot 1131,03 = 10642 N$$

$$Pr$$

Избираме лагер – 204 (от табл.6.15)

9.2. Изчисляване на междинния вал

$$\sum X_i = 0$$

$$\sum M A x_i = -F_{t2} \cdot a + F_{t1} \cdot (a+b) + B_x \cdot (b+a+c)$$

$$N B_x = \frac{F_{t2} \cdot a - F_{t1} \cdot (a+b)}{b+a+c} = \frac{2500 \cdot 0,03 - 913 \cdot 0,07}{0,1} = 110,91 N$$

$$\sum M B x_i = F_{t2} \cdot (b+c) - F_{t1} \cdot c - A_x \cdot (b+a+c)$$

$$N A_x = \frac{F_{t2} \cdot (b+c) - F_{t1} \cdot c}{b+a+c} = \frac{2500 \cdot 0,07 - 913 \cdot 0,03}{0,1} = 1470,7 N$$

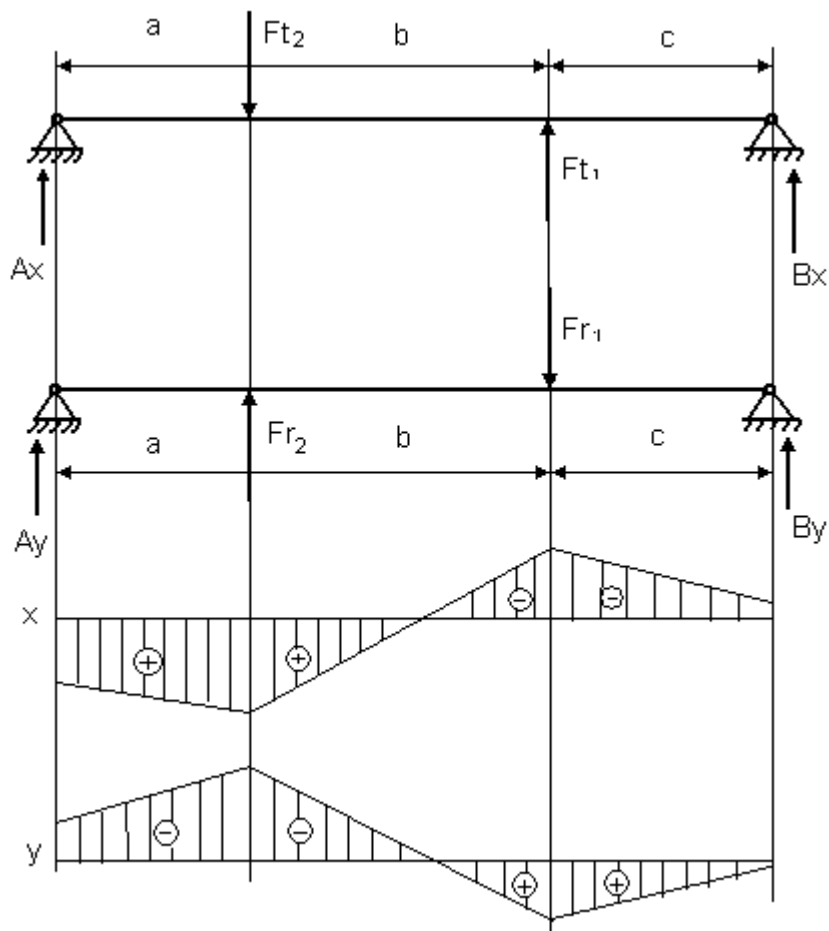
$$\sum Y_i = 0$$

$$\sum M_{Ay_i} = F_{r2} \cdot a - F_{r1} \cdot (a+b) - B_y \cdot (b+a+c)$$

$$N B_y = \frac{-F_{r2} \cdot a + F_{r1} \cdot (a+b)}{b+a+c} = \frac{-909,75 \cdot 0,385 + 328,68 \cdot 0,81}{0,1} = -840,19 N$$

$$\sum M_{By_i} = -F_{r2} \cdot (a+b) + F_{r1} \cdot a - A_y \cdot (b+a+c)$$

$$N A_y = \frac{-F_{r2} \cdot (a+b) + F_{r1} \cdot a}{b+a+c} = \frac{-909,75 \cdot 0,81 + 328,68 \cdot 0,385}{0,1} = -6103,5 N$$



$$N A_2 = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{283,03^2 + (-101,89)^2} = 264,05 N$$

$$N B_2 = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{739,53^2 + (-266,23)^2} = 689,94 N$$

P_{екв2} =

$$Cr = 5,91 \cdot Pr = 5,91 \cdot 783,23 = 4628,88 N$$

Pr

Избираме лагер – 305 (от табл.6.15)

9.3. Изчисляване на изходящия вал

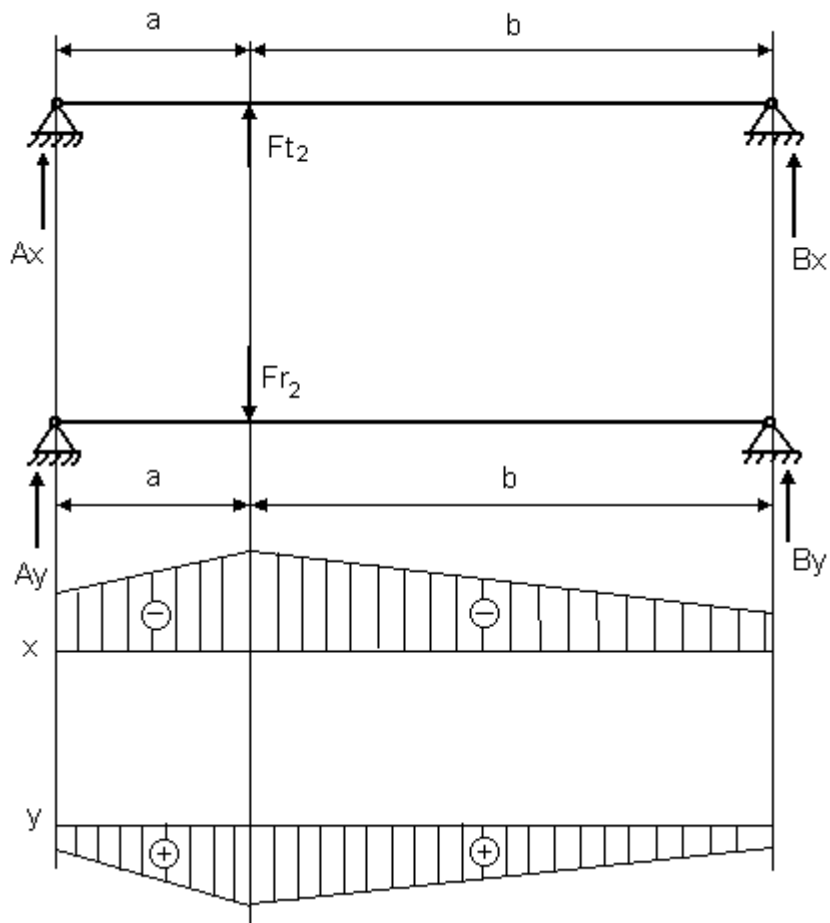
$$\sum Y_i = 0$$

$$\sum M_{Ay_i} = -F_{r2} \cdot a + B_y \cdot (b+a)$$

$$\sqrt{B_y} = \frac{F_{r2} \cdot a}{b+a} = \frac{909,75 \cdot 0,03}{0,1} = 272,92 \text{ N}$$

$$\sum M_{By_i} = F_{r2} \cdot b - A_y \cdot (b+a)$$

$$\sqrt{A_y} = \frac{F_{r1} \cdot b}{b+a} = \frac{328,68 \cdot 0,07}{0,1} = 230,07 \text{ N}$$



$$\sqrt{A_3} = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{283,03^2 + (-101,89)^2} = 264,05 \text{ N}$$

$$\sqrt{B_3} = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{739,53^2 + (-266,23)^2} = 689,94 \text{ N}$$

$$\mathbf{P_{екв3} =}$$

$$Cr = 4,38 \cdot Pr = 4,38 \cdot 972,53 = 4259,68 \text{ N}$$

$$\mathbf{Pr =}$$

Избираме лагер – (от табл.6.15)