

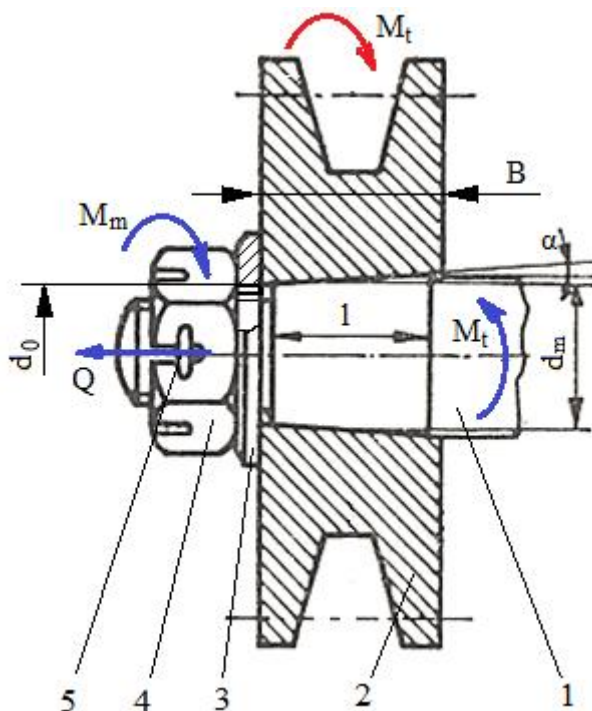
I.8. ASAMBLĂRI PRIN FRECARÉ

I_8.1

Să se dimensioneze asamblarea cu strângere pe con precum și asamblarea filetată conexă.

Se dau: momentul de torsiune $M_t = 25 \text{ Nm}$; lăţimea roţii $B = 22$; unghiul asamblării $\alpha = 3^\circ$; coeficientul de frecare din asamblare $\mu = 0,15$; coeficientul de siguranţă la patinare $\beta = 1,25$; materialul roţii de curea este S235; arborele este executat din oţel E360 cu tensiunea admisibilă convenţională de calcul la torsiune $\tau_{at} = 30 \text{ MPa}$; se va considera $\sigma_{as} = 0,4 \sigma_{02}$; factorul concentratorului de tensiuni (calcul la oboseală), $\beta_k = 1,5$; factorul de siguranţă la alunecare (patinare) $\beta_a = 1,2$; factorul care ia în considerare solicitarea de torsiune care apare la strângerea asamblării filetate, $\beta = 1,3$; coeficientul de frecare din filet $\mu = 0,15$; coeficientul de frecare dintre piuliţă şi şaibă $\mu_1 = 0,2$.

Structura constructivă: 1 - cap de arbore; 2 - roată de curea (trapezoidală); 3 - şaibă plată; 4 - piuliţă; 5 - cui spintecat.



Rezolvare:

a. Determinarea diametrului mediu al arborelui

Diametrul mediu al arborelui, din condiţia de rezistenţă la torsiune, ţinând cont de efectul solicitării de oboseală prin factorul β_k ,

$$\frac{16 \beta_k M_t}{\pi d_m^3} \leq \tau_{at},$$

rezultă,

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{16 \beta_k M_t}{\pi \tau_{at}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1,5 \cdot 25000}{\pi \cdot 35}} = 17,6 \text{ mm. Se adoptă, } d_m = 20 \text{ mm.}$$

b. Calculul asamblării cu strângere pe con

Lungimea tronsonului conic al arborelui, din condiţia de rezistenţă la strivire,

$$\frac{2 \beta_a M_t}{\pi \mu d_m^2 l} \leq \sigma_{as},$$

se determină din relaţia, ţinând cont de tensiunile admisibile la strivire ale materialelor arborelui $\sigma_{as}^a = 0,4 \sigma_{02}^a$ şi roţii de curea, $\sigma_{as}^r = 0,4 \sigma_{02}^r$,

$$l = \frac{2 \beta_a M_t}{\pi \mu d_m^2 \sigma_{as}} = \frac{2 \beta_a M_t}{\pi \mu d_m^2 \cdot \min(\sigma_{as}^a, \sigma_{as}^r)} = \frac{2 \beta_a M_t}{\pi \mu d_m^2 \cdot \min(0,4 \sigma_{02}^a, 0,4 \sigma_{02}^r)} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 25000}{\pi \cdot 0,15 \cdot 20^2 \cdot 0,4 \cdot 235} = 3,39 \text{ mm.}$$

Se adoptă, din considerente de centrare corespunzătoare, $l = 18 \text{ mm}$.

c. Forţa axială de strângere a asamblării filetate

Pentru transmiterea momentului de torsiune prin frecare, ţinând cont că unghiul de frecare $\varphi = \arctg \mu$, se impune strângerea asamblării filetate cu forţa,

$$Q = \frac{2 \beta_a M_t}{\mu d_m} \frac{\cos(\alpha + \varphi)}{\cos \alpha} = \frac{2 \beta_a M_t}{\mu d_m} \frac{\sin(\alpha + \arctg \mu)}{\cos \alpha} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 25000}{0,15 \cdot 20} \frac{\sin(3 + \arctg 0,15)}{\cos 3} = 4003,37 \text{ N.}$$

d. Diametrul interior al filetului şurubului

Din condiţia de rezistenţă la tracţiune a arborelui în zona filetată,

$$\frac{4 \beta Q}{\pi d_1^2} \leq \sigma_{at}$$

ținând cont că tensiunea admisibilă la tracțiune a materialului arborelui, $\sigma_{at} = \sigma_{02}/c$, se determină diametrul interior al filetului șurubului,

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \beta Q}{\pi \sigma_{at}}} = \sqrt{\frac{4 \beta c F_s}{\pi \sigma_{02}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 3 \cdot 4003,37}{\pi \cdot 335}} = 7,7 \text{ mm.}$$

e. Dimensiunile filetului și piuliței

Se adoptă filet metric (de fixare cu unghiul filetului, $\alpha = 60^\circ$) cu pas normal, M14: diametrul nominal al filetului $d = 14$ mm; diametrul mediu al filetului $d_2 = 12,701$ mm; diametrul interior al filetului șurubului $d_1 = 11,825$ mm; pasul filetului $p = 2$ mm; dimensiunea cheii de strângere a piuliței $S = 22$ mm; diametrul interior al șaibei $d_0 = 15,5$ mm.

f. Momentul de strângere a piuliței asamblării filetate

Momentul de înșurubare (frecare din filet),

$$M_i = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\beta_2 + \varphi') = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}\left(\operatorname{arctg} \frac{p}{\pi d_2} + \operatorname{arctg} \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right) = 4003,37 \frac{12,701}{2} \operatorname{tg}\left(\operatorname{arctg} \frac{2}{\pi \cdot 12,701} + \operatorname{arctg} \frac{0,15}{\cos \frac{60}{2}}\right) = 5727,5$$

Nmm.

Momentul de frecare de pivotare dintre piuliță și șaibă se determină cu relația simplificată,

$$M_p = \mu_1 Q \frac{S+d_0}{4} = 0,2 \cdot 4003,37 \frac{22+15,5}{4} = 7506,32 \text{ Nmm.}$$

Momentul de strângere a piuliței cu cheia,

$$M_m = M_i + M_p = 5727,5 + 7506,32 = 13233,82 \text{ Nmm.}$$

g. Tensiunea echivalentă maximă din tronsonul cu filet

Ținând cont de solicitarea compusă tracțiune și torsiune (care apare în timpul strângerii piuliței), conform teoriei tensiunii tangențiale maxime, tensiunea echivalentă maximă se determină cu relația,

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \tau_t^2} = \sqrt{\left(\frac{4 Q}{\pi d_1^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{16 M_i}{\pi d_1^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 4003,37}{\pi \cdot 11,825^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{16 \cdot 5727,5}{\pi \cdot 11,825^3}\right)^2} = 50,73 \text{ MPa.}$$

h. Verificarea la solicitări compuse a arborelui în zona filetată

Tensiunea admisibilă la tracțiune a materialului arborelui, $\sigma_{at} = \sigma_{02}/c = 360/3 = 120$ MPa.

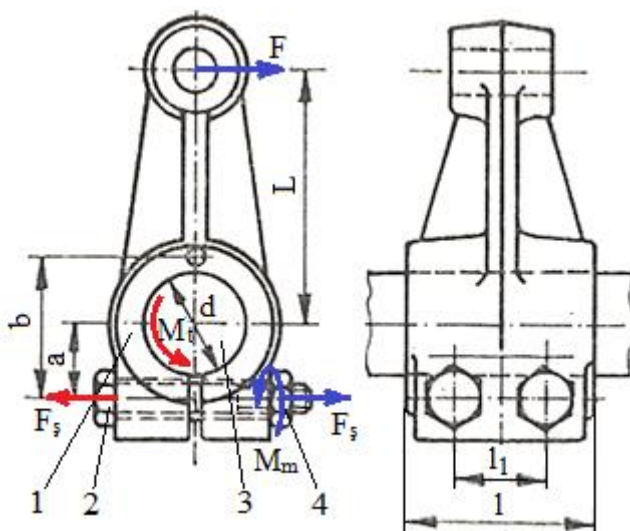
Verificarea la solicitări compuse, $\sigma_e \leq \sigma_{at}$; $50,73 < 120$ (se verifică).

I_8.2

Să se dimensioneze asamblarea cu strângere pe cilindru cu brătară precum și asamblările cu șuruburi conexe.

Se dau: forța din șurub necesară, $F_s = 3,5$ kN; distanța dintre axa șurubului și axa asamblării $a = 36$ mm; distanța dintre axa șurubului și axa articulației $b = 68$ mm; materialul șuruburilor, oțel din grupa 10.9; factorul care ia în considerare existența solicitării de torsiune la strângere $\beta = 1,3$; lungimea brațului levierului, $L = 180$ mm; coeficientul de siguranță $c = 3$; factorul concentratorului de tensiuni (calcul la oboseală) pentru calculul arborelui, $\beta_k = 1,2$; arborele este executat din oțel E360 cu tensiunea admisibilă de torsiune convențională $\tau_{at} = 40$ MPa; factorul de siguranță la alunecare (patinare) $\beta_a = 1,1$; materialul levierului, oțel E295; coeficientul de frecare din filet, din asamblarea pe cilindru și dintre piuliță și brătară $\mu = 0,2$; se va considera $\sigma_{as} = 0,4 \sigma_{02}$.

Structura constructivă: 1 - levier cu brătară; 2 - șurub de fixare; 3 - arbore; 4 - piuliță.



Rezolvare:

a. Determinarea diametrului arborelui

Din condiția de rezistență la torsiune, ținând cont de efectul solicitării de oboseală prin factorul β_k ,

$$\frac{16 \beta_k M_t}{\pi d^3} \leq \tau_{at},$$

rezultă, diametrul arborelui în zona asamblării,

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \beta_k M_t}{\pi \tau_{at}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \beta_k F L}{\pi \tau_{at}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1,2 \cdot 3500 \cdot 160}{\pi \cdot 40}} = 44,06 \text{ mm. Se adoptă, } d_m = 45 \text{ mm.}$$

b. Calculul asamblării cu strângere pe cilindru cu brătară

Lungimea asamblării cu strângere pe cilindru (cu brătară articulată), din condiția de rezistență la strivire,

$$\frac{\beta_a M_t}{\mu d^2 l} \leq \sigma_{as},$$

ținând cont de tensiunile admisibile la strivire ale materialelor arborelui $\sigma_{as}^a = 0,4 \sigma_{02}^a$ și levierului cu brătară, $\sigma_{as}^l = 0,4 \sigma_{02}^l$, se determină din relația,

$$l = \frac{\beta_a M_t}{\mu d^2 \sigma_{as}} = \frac{\beta_a F L}{\mu d^2 \cdot \min(0,4 \sigma_{02}^a, 0,4 \sigma_{02}^l)} = \frac{1,4 \cdot 3500 \cdot 160}{0,2 \cdot 45^2 \cdot 0,4 \cdot 295} = 16,4 \text{ mm.}$$

Se adoptă, $l = 22 \text{ mm}$.

c. Forța axială de strângere a unui șurub

Pentru transmiterea momentului de torsiune prin frecare, forța axială de strângere a unui șurub al asamblării cu strângere pe cilindru (brătară articulată),

$$F_s = \frac{\beta_a a M_t}{\mu z d b} = \frac{\beta_a a F L}{\mu z d b} = \frac{1,1 \cdot 36 \cdot 3500 \cdot 160}{0,2 \cdot 2 \cdot 45 \cdot 68} = 18117,65 \text{ N.}$$

d. Diametrul interior al filetului șuruburilor

Din condiția de rezistență la tracțiune a arborelui în zona filetată,

$$\frac{4 \beta Q}{\pi d_1^2} \leq \sigma_{at},$$

ținând cont că tensiunea admisibilă la tracțiune a materialului arborelui, $\sigma_{at} = \sigma_{02}/c$, se determină diametrul interior al filetului șurubului,

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \beta Q}{\pi \sigma_{at}}} = \sqrt{\frac{4 \beta c F_s}{\pi \sigma_{02}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 3 \cdot 18117,65}{\pi \cdot 900}} = 10 \text{ mm.}$$

e. Dimensiunile filetului și piuliței

Se adoptă filet metric (de fixare cu unghiul filetului, $\alpha = 60^\circ$) cu pas normal, M12: diametrul nominal al filetului $d = 12 \text{ mm}$; diametrul mediu al filetului $d_2 = 10,863 \text{ mm}$; diametrul interior al filetului șurubului $d_1 = 10,106 \text{ mm}$; pasul filetului $p = 1,75 \text{ mm}$; dimensiunea cheii de strângere a piuliței $S = 17 \text{ mm}$; diametrul interior al șaibei $d_0 = 13,5 \text{ mm}$; distanța minimă dintre șuruburi $l_1 = 20 \text{ mm}$. Se readoptă, $l = 32 \text{ mm}$.

f. Momentul de strângere a piuliței

Momentului de înșurubare (frecare din filet),

$$M_i = F_s \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\beta_2 + \varphi') = F_s \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}\left(\operatorname{arctg} \frac{p}{\pi d_2} + \operatorname{arctg} \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right) = 18117,65 \frac{10,863}{2} \operatorname{tg}\left(\operatorname{arctg} \frac{1,75}{\pi \cdot 10,863} + \operatorname{arctg} \frac{0,2}{\cos \frac{60}{2}}\right) = 29104,87 \text{ Nmm.}$$

Momentul de frecare de pivotare dintre piuliță și brătară se determină cu relația simplificată,

$$M_p = \mu F_s \frac{S+d_0}{4} = 0,2 \cdot 18117,65 \frac{17+13,5}{4} = 27629,41 \text{ Nmm.}$$

Momentul de strângere a piuliței cu cheia,

$$M_m = M_i + M_p = 29104,87 + 27629,41 = 56734,29 \text{ Nmm.}$$

g. Tensiunea echivalentă din șurub

Ținând cont de solicitarea compusă tracțiune și torsiune (care apare în timpul strângerii piuliței), conform teoriei tensiunii tangențiale maxime, tensiunea echivalentă maximă se determină cu relația,

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \tau_t^2} = \sqrt{\left(\frac{4 F_s}{\pi d_1^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{16 M_i}{\pi d_1^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 18117,65}{\pi \cdot 10,863^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{16 \cdot 27629,41}{\pi \cdot 10,863^3}\right)^2} = 212,71 \text{ MPa.}$$

h. Verificarea la solicitări compuse a arborelui în zona filetată

Tensiunea admisibilă la tracțiune a materialului arborelui, $\sigma_{at} = \sigma_{02}/c = 900/3 = 300 \text{ MPa}$.

Verificarea la solicitări compuse, $\sigma_e \leq \sigma_{at}$; $212,71 < 300$ (se verifică).