

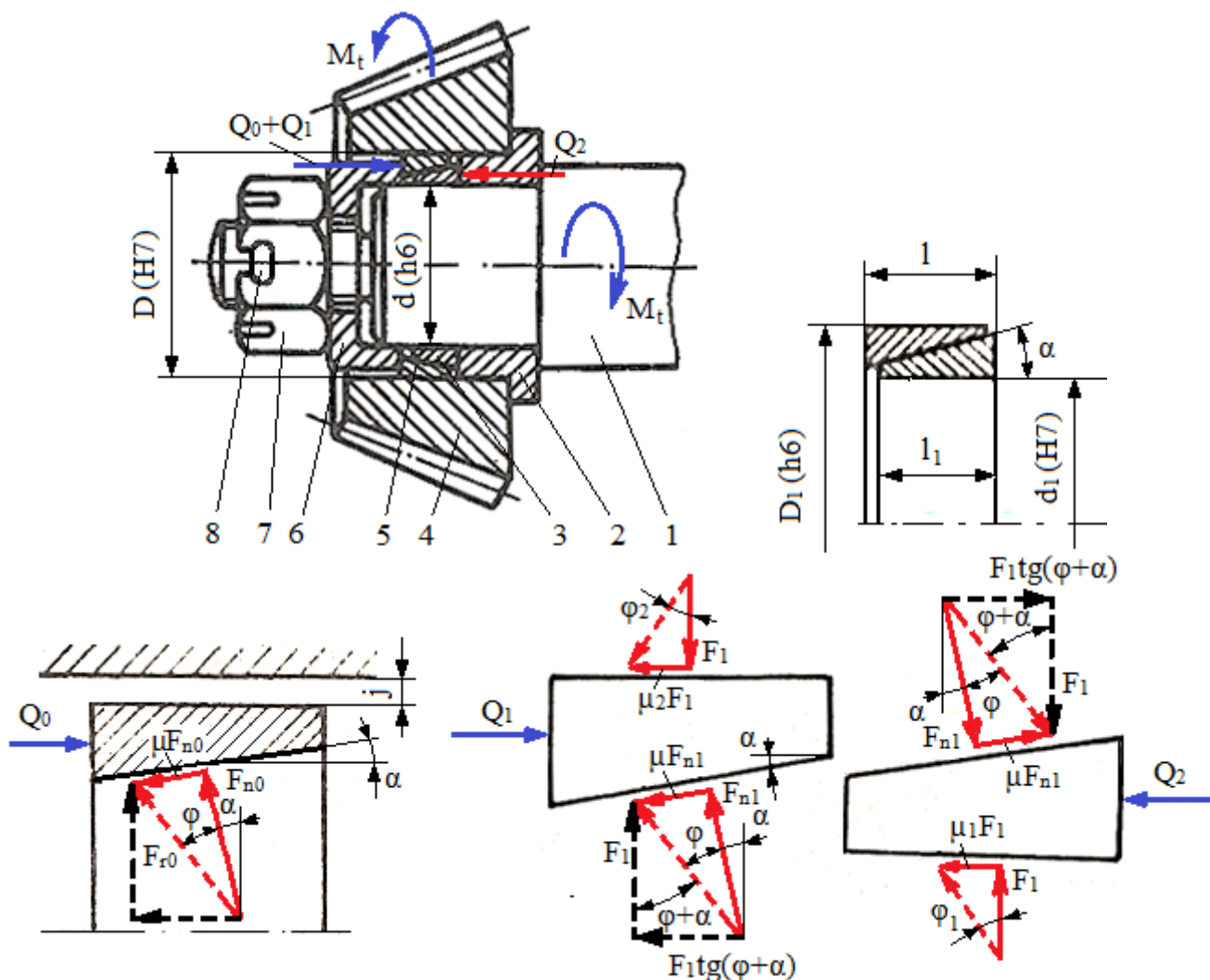
## I\_9. ASAMBLĂRI CU INELE TRONCONICE

### I\_9.1

Să se determine forța de apăsare (strângere) a inelelor în vederea transmiterii momentului de torsiune impus; să se verifice la strivire asamblarea cu inele tronconice.

Se dau: momentul de torsiune  $M_t = 21,5 \text{ Nm}$ ; diametrul exterior al inelului exterior  $D_1 = 32 \text{ h6 } (32_{-0,016}^0) \text{ mm}$ ; diametrul interior al inelului interior  $d_1 = 28 \text{ H7 } (28_{0,021}^{+0,025}) \text{ mm}$ ; diametrul alezajului butucului  $D = 32 \text{ H7 } (32_{0,025}^{+0,025}) \text{ mm}$ ; diametrul arborelui,  $d = 28 \text{ h6 } (28_{0,013}^0) \text{ mm}$ ; lungimea de contact a inelului interior cu arborele,  $l_1 = 5,3 \text{ mm}$ ; aria secțiunii radiale a unui inel,  $A_i = 10,6 \text{ mm}^2$ ; unghiul inelelor  $\alpha = 15^\circ$ ; coeficientul de frecare dintre inele și din contactele interior/exterior,  $\mu = 0,15$ ; coeficientul de siguranță la patinare  $\beta = 1,8$ ; coeficientul de siguranță pentru calculele de rezistență,  $c = 3$ ; arborele este executat din oțel E360; se va considera  $\sigma_{as} = 0,8\sigma_{at}$ ; modulul de elasticitate longitudinală a materialului inelelor  $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ ; materialul inelelor are rezistență mai mare decât materialele arborelui și butucului.

Structura constructivă: 1 - cap de arbore; 2 - bucșă; 3 - inel exterior; 4 - pinion conic; 5 - inel interior; 6 - șaibă; 7 - piuliță crenelată; 8 - cui spintecat.



Rezolvare:

#### a. Date pregătitoare

Tensiunea admisibilă la strivire a materialului arborelui  $\sigma_{as} = 0,8\sigma_{at} = 0,8\sigma_{02}/c = 0,8 \cdot 360 / 3 = 96 \text{ MPa}$ .

Jocul maxim dintre inelul exterior și alezajul butucului  $j_{\max} = D_{\max} - D_{1\min} = 32,025 - 31,984 = 0,041 \text{ mm}$ .

#### b. Forța axială de strângere necesară pentru anularea jocului maxim

$$Q_0 = \frac{4 E A_i \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) j}{D_1 + d_1} = \frac{4 E A_i \operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} \mu) j_{\max}}{D_1 + d_1} = \frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10,6 \cdot \operatorname{tg}(15 + \operatorname{arctg} 0,15) \cdot 0,041}{32 + 28} = 2649,46 \text{ N}$$

#### c. Forța axială de strângere necesară pentru transmiterea sarcinii

Din condiția de transmitere a momentului de torsiune prin frecare,

$$\frac{\mu_1 Q_1 d}{2 [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \mu_2]} \geq \beta M_t,$$

se determină, forța de strângere necesară pentru generarea presiunii de contact capabilă să transmită momentul de torsiune prin frecare în contactul dintre arbore și inelul interior (considerând,  $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ ),

$$Q_1 = \frac{2 \beta M_t [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \mu_2]}{\mu_1 d} = \frac{2 \beta M_t [\operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} \mu) + \mu]}{\mu d} = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 21500 [\operatorname{tg}(15 + \operatorname{arctg} 0,15) + 0,15]}{0,15 \cdot 28} = 8024,74 \text{ N}$$

**d. Forța axială de strângere totală**

Forța totală de strângere a inelelor,

$$Q = Q_0 + Q_1 = 2649,46 + 8024,74 = 10674,2 \text{ N.}$$

**e. Forța radială din asamblare**

Din condiția de transmitere a momentului de torsiune prin frecare,

$$\frac{\mu_1 F_1 d}{2} \geq \beta M_t,$$

rezultă forța radială (considerând,  $\mu_1 = \mu$ ),

$$F_1 = \frac{2 \beta M_t}{\mu_1 d} = \frac{2 \beta M_t}{\mu d} = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 21500}{0,15 \cdot 28} = 18428,7 \text{ N.}$$

**f. Presiunea efectivă maximă de strivire**

Deoarece aria minimă de contact este în zona contactului dintre arbore și alezajul inelului interior, presiunea efectivă maximă de strivire,

$$p = \frac{F_1}{\pi d l_1} = \frac{18428,7}{\pi \cdot 28 \cdot 5,3} = 39,53 \text{ MPa.}$$

**g. Verificarea la strivire**

Verificarea la strivire se face în zona în care presiunea efectivă de este maximă,

$$p \leq \sigma_{as}; 39,53 < 96 \text{ (se verifică).}$$

**h. Forța de reacțiune axială a bucsei 2**

Forța de acțiune axială a inelului interior asupra bucsei 2,

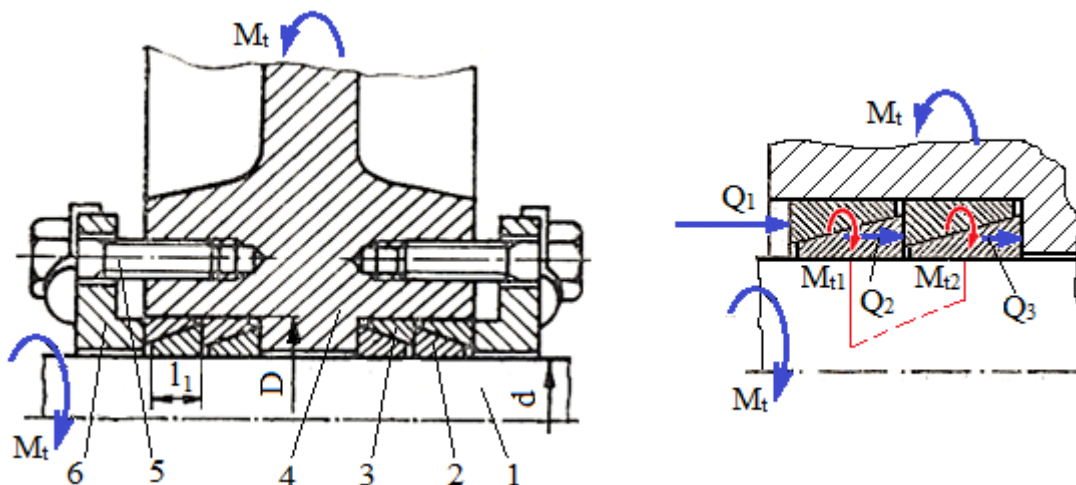
$$Q_2 = F_1 [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) - \mu_1] = F_1 [\operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} \mu) - \mu] = 18428,47 [\operatorname{tg}(15 + \operatorname{arctg} 0,15) - 0,15] = 5260 \text{ N.}$$

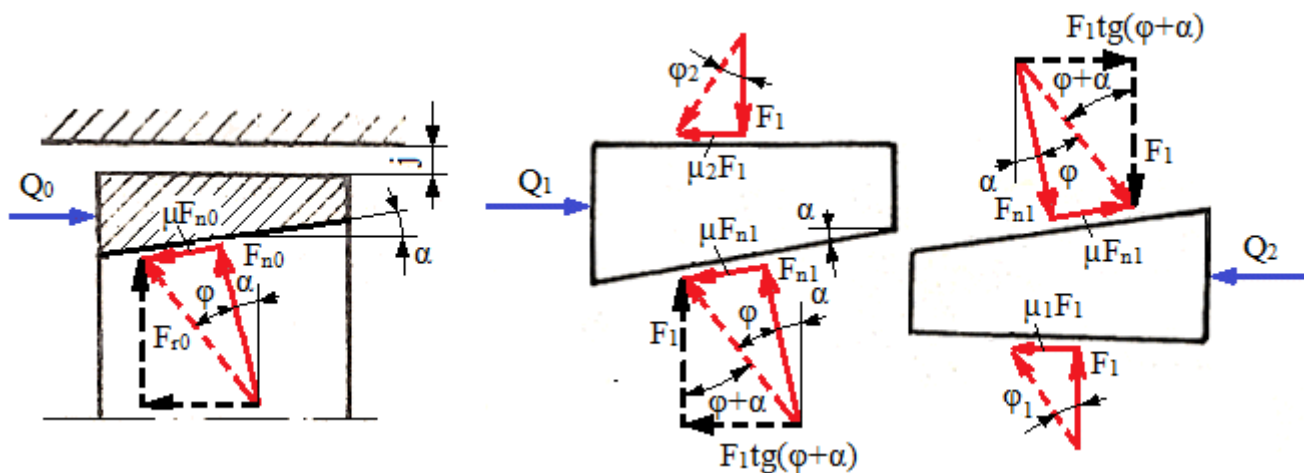
## I\_9.2

Să se determine forța axială de apăsare (strângere) a inelelor în vederea transmiterii momentului de torsiune impus; să se verifice la strivire asamblarea cu inele tronconice.

Se dau: momentul de torsiune  $M_t = 81,5 \text{ Nm}$ ; diametrul alezajului butucului  $D = 52 \text{ mm}$ ; diametrul arborelui,  $d = 45 \text{ mm}$ ; lungimea de contact a inelelor  $l_1 = 6,8 \text{ mm}$ ; unghiul inelelor  $\alpha = 14^\circ$ ; coeficientul de frecare dintre inele și din contactele interior/exterior,  $\mu = 0,15$ ; forța de strângere (împingere) pentru anularea jocurilor,  $Q_0 = 30d$ ; momentul de torsiune transmis de cea de-a doua pereche de inele tronconice este jumătate din momentul de torsiune transmis de prima pereche  $M_{t2} = 0,5 M_{t1}$  coeficientul de siguranță la patinare  $\beta = 2$ ; coeficientul de siguranță pentru calculele de rezistență,  $c = 3$ ; arborele este executat din oțel E360; se va considera  $\sigma_{as} = 0,8 \sigma_{at}$ ; materialul inelelor are rezistență mai mare decât materialele arborelui și butucului.

Structura constructivă: 1 - arbore; 2 - inel exterior; 3 - inel interior; 4 - butuc; 5 - șurub; 6 - șaibă de strângere.





Rezolvare:

**a. Date pregătitoare**

Tensiunea admisibilă la strivire a materialului arborelui  $\sigma_{as} = 0,8\sigma_{at} = 0,8\sigma_{02}/c = 0,8 \cdot 360 / 3 = 96 \text{ MPa}$ .

Din condiția de transmitere a momentului de torsiune,  $M_{fmin} = 3 M_{t1} \geq \beta M_t$ , se determină momentul transmis de prima pereche de inele tronconice,

$$M_{t1} = \frac{\beta M_t}{3} = \frac{2 \cdot 81500}{3} = 54333,33 \text{ Nmm}.$$

**b. Forța radială din prima pereche de inele tronconice**

$$F_1 = \frac{2 M_{t1}}{\mu d} = \frac{2 \cdot 54333,33}{0,15 \cdot 45} = 16098,76 \text{ N}.$$

**c. Forța de strângere (împingere) a inelului exterior al primei perechi de inele tronconice**

$$Q_1 = F_1 [\tan(\alpha + \varphi) + \mu] = F_1 [\tan(\alpha + \arctg \mu) + \mu] = 16098,76 [\tan(14 + \arctg 0,15) - 0,15] = 9093,27 \text{ N}.$$

**d. Forța totală de strângere (împingere) totală**

$$Q = Q_0 + Q_1 = 30 \cdot 45 + 9093,27 = 10443,27 \text{ N}.$$

**e. Presiunea efectivă maximă de strivire**

Deoarece aria minimă de contact este în zona contactului dintre arbore și alezajul inelului interior, presiunea efectivă maximă de strivire în zona primei perechi de inele tronconice,

$$p = \frac{F_1}{\pi d l_1} = \frac{16098,76}{\pi \cdot 45 \cdot 6,8} = 16,74 \text{ MPa}.$$

**f. Verificarea la strivire**

Verificarea la strivire în zona contactului dintre arbore și alezajul inelului interior al primei perechi de inele tronconice,  $p \leq \sigma_{as}$ ;  $16,74 < 96$  (se verifică).