

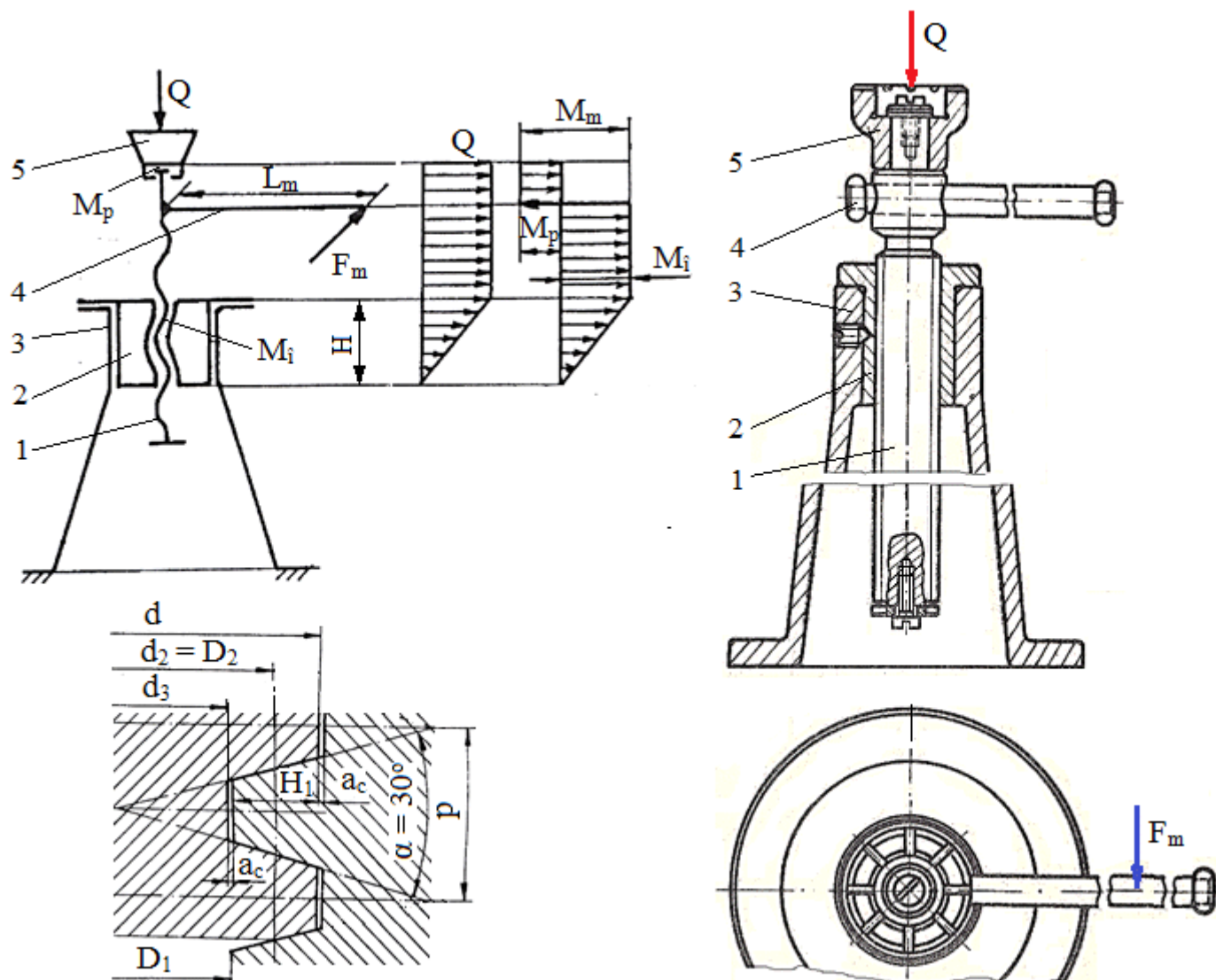
## II\_11. TRANSMISII CU ȘURUB-PIULIȚĂ

### II\_11.1

Să se dimensioneze cupla elicoidală a cricului simplu (cu șurub rotitor) și să se determine lungimea manivelei de antrenare.

Se dau: greutatea de ridicat  $Q = 25 \text{ kN}$ ; materialul șurubului E335 (oțel pentru construcții mecanice); coeficientul de frecare  $\mu = 0,12$  (oțel/oțel cu ungere); presiunea de contact  $14 \text{ MPa}$  (ungere cu unsoare consistentă); forța de acțiune asupra manivelei,  $F_m = 250 \text{ N}$ ; coeficientul de frecare dintre cupă (5) și șurub (1),  $\mu_p = 0,2$  (oțel/oțel fără ungere); coeficientul de siguranță,  $c = 3$ ; factorul care ia în considerare solicitarea de torsiune care apare la antrenarea cuplei,  $\beta = 1,2$ .

Structura constructivă: 1 - șurub; 2 - piuliță; 3 - corp; 4 - manivelă; 5 - cupă.



Rezolvare:

#### a. Predimensionarea șurubului

Tensiunea admisibilă la compresiune,

$$\sigma_{ac} = \frac{R_p}{c} = \frac{335}{4} = 83,75 \text{ MPa}.$$

Diametrul interior al filetului șurubului din condiția de rezistență la compresiune,

$$d_{3nec} = \sqrt{\frac{4 \beta Q}{\pi \sigma_{ac}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,2 \cdot 25000}{\pi \cdot 83,75}} = 21,36 \text{ mm}.$$

În aceste relații s-a considerat coeficientul de siguranță,  $c = 4$  și coeficientul care ia în considerare solicitarea de torsiune,  $\beta = 1,2$ .

Se adoptă filet trapezoidal Tr 28x5 ( $d_3 > d_{3nec}$ ) cu următorii parametri: diametrul mediu,  $d_2 = D_2 = 25,5 \text{ mm}$ , diametrele interioare  $d_3 = 22,5 \text{ mm}$  și  $D_1 = 23 \text{ mm}$ , pasul (normal)  $p = 5 \text{ mm}$ , diametrul nominal  $d = 28 \text{ mm}$ , unghiul filetului  $\alpha = 30^\circ$ .

### b. Verificarea condiției de autofrânare

Unghiul de înclinare a spirei filetului,

$$\beta_2 = \arctg \frac{p}{\pi d_2} = \arctg \frac{5}{\pi 25,5} = 3,57^\circ (3^\circ 34' 17'').$$

Unghiul de frecare redus (aparent),

$$\varphi' = \arctg \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \arctg \frac{0,12}{\cos \frac{30}{2}} = 7,08^\circ (7^\circ 4' 54'').$$

Verificarea condiției de autofrânare:  $\beta_2 < \varphi'$ ;  $3,57^\circ < 7,08^\circ$  (se verifică).

### c. Verificarea șurubului la solicitări compuse

Momentul de torsiune (de înșurubare),

$$M_i = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg} (\varphi' + \beta_2) = 25000 \frac{25,5}{2} \operatorname{tg} (7,08 + 3,57) = 59940,39 \text{ Nmm}.$$

Tensiunea efectivă de compresiune,

$$\sigma_c = \frac{4 Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 25000}{\pi 22,5^2} = 62,88 \text{ MPa}.$$

Tensiunea efectivă de torsiune,

$$\tau_t = \frac{16 M_i}{\pi d_3^3} = \frac{16 \cdot 59940,39}{\pi 22,5^3} = 26,8 \text{ MPa}.$$

Tensiunea echivalentă,

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_c^2 + 4 \tau_t^2} = \sqrt{62,88^2 + 4 \cdot 26,8^2} = 82,62 \text{ MPa}.$$

Verificarea la solicitări compuse (compresiune și torsiune),  $\sigma_e \leq \sigma_{ac}$ ;  $82,62 < 83,75$  (se verifică).

### d. Lungimea piuliței

Numărul de spire al piuliței,

$$z = \frac{4 Q}{\pi (d^2 - D_1^2) p_a} = \frac{4 \cdot 25000}{\pi (28^2 - 23^2) 14} = 8,91 \text{ (se adoptă } z = 9; \text{ uzual, } z \leq 10).$$

Lungimea (înălțimea) piuliței,

$$H = z p = 9 \cdot 5 = 45 \text{ mm}.$$

### e. Lungimea manivelei de antrenare

Momentul de frecare de pivotare dintre cupă și sarcina de ridicat,

$$M_p = \frac{1}{3} \mu_p Q \frac{D^3 - d_0^3}{D^2 - d_0^2} = \frac{1}{3} 0,2 \cdot 25000 \frac{36^3 - 24^3}{36^2 - 24^2} = 76000 \text{ Nmm}.$$

Momentul de antrenare a șurubului,

$$M_m = M_i + M_p = 59940,39 + 76000 = 135940,39 \text{ Nmm}.$$

Lungimea manivelei,

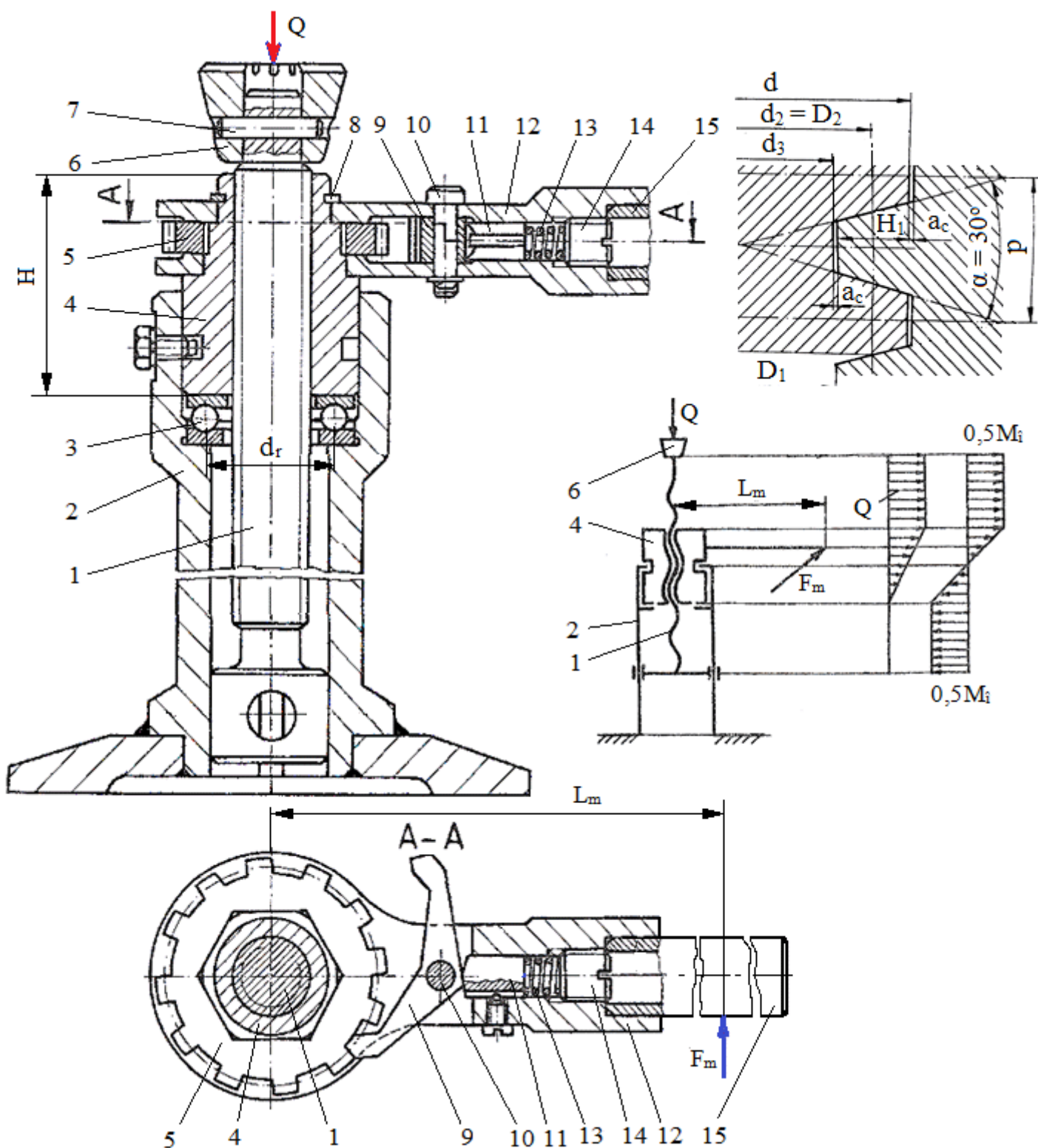
$$L_m = \frac{M_m}{F_m} = \frac{135940,39}{250} = 543,76 \text{ mm}.$$

## II\_11.2

Pentru cricul cu piuliță rotitoare să se determine: sarcina capabilă  $Q$  care poate fi ridicată; forța de antrenare a manivelei,  $F_m$ ; randamentul,  $\eta$ . În plus, să se verifice: condiția de autofrânare; șurubul la solicitări compuse; cupla elicoidală la presiunea de contact.

Se dau: materialul șurubului și piuliței E 335 (oțel pentru construcții mecanice); coeficientul de frecare din cupla elicoidală  $\mu = 0,12$  (oțel/oțel cu ungere); presiunea de contact 14 MPa (ungere cu unsoare consistentă); lungimea (înălțimea) piuliței,  $H = 60$  mm; parametrii filetului trapezoidal Tr 36x6: diametrul mediu,  $d_2 = D_2 = 33$  mm, diametrele interioare  $d_3 = 29$  mm și  $D_1 = 30$  mm, pasul (normal)  $p = 6$  mm, diametrul nominal  $d = 36$  mm, unghiul filetului  $\alpha = 30^\circ$ ; diametrul mediu (al căii de rulare) al rulmentului axial cu bile,  $d_r = 50$  mm; coeficientul de frecare de alunecare din rulment,  $\mu_r = 0,01$ . coeficientul de frecare dintre cupă (5) și șurub (1),  $\mu_p = 0,2$  (oțel/oțel fără ungere); coeficientul de siguranță,  $c = 3$ ; factorul care ia în considerare solicitarea de torsiune care apare la antrenarea cuplei,  $\beta = 1,2$ .

Structura constructivă: 1 - șurub; 2 - corp; 3 - rulment axial cu bile; 4 - piuliță rotitoare; 5 - roată de clichet; 6 - cupă; 7 - știft cilindric; 8 - inel elastic de tip arbore; 9 - clichet; 10 - bolț; 11 - indexor; 12 - corp clichet; 13 - arc elicoidal de compresiune; 14 - dop filetat; 15 - manivelă.



Rezolvare:

**a. Sarcina capabilă**

Tensiunea admisibilă la compresiune,

$$\sigma_{ac} = \frac{R_p}{c} = \frac{335}{4} = 83,75 \text{ MPa.}$$

Sarcina capabilă din condiția de rezistență la compresiune a șurubului,

$$Q = \frac{\pi d_3^2 \sigma_{ac}}{4 \beta} = \frac{\pi 29^2 83,75}{4 \cdot 1,2} = 40594,45 \text{ mm.}$$

**b. Verificarea condiției de autofrânare**

Unghiul de înclinare a spirei filetului,

$$\beta_2 = \arctg \frac{p}{\pi d_2} = \arctg \frac{6}{\pi 29} = 3,77^\circ (3^\circ 46' 4'').$$

Unghiul de frecare redus (aparent),

$$\varphi' = \arctg \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \arctg \frac{0,12}{\cos \frac{30}{2}} = 7,08^\circ (7^\circ 4' 54'').$$

Verificarea condiției de autofrânare:  $\beta_2 < \varphi'$ ;  $3,77^\circ < 7,08^\circ$  (se verifică).

### c. Verificarea șurubului la solicitări compuse

Momentul de torsiune (de înșurubare),

$$M_i = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\varphi' + \beta_2) = 40594,45 \frac{33}{2} \operatorname{tg}(7,08 + 3,77) = 128378,68 \text{ Nmm.}$$

Tensiunea efectivă de compresiune,

$$\sigma_c = \frac{4 Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 40594,45}{\pi 29^2} = 61,46 \text{ MPa.}$$

Tensiunea efectivă de torsiune,

$$\tau_t = \frac{16 M_i}{\pi d_3^3} = \frac{16 \cdot 128378,68}{\pi 29^3} = 26,80 \text{ MPa.}$$

Tensiunea echivalentă,

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_c^2 + 4 \tau_t^2} = \sqrt{61,46^2 + 4 \cdot 26,80^2} = 81,54 \text{ MPa.}$$

Verificarea la solicitări compuse (compresiune și torsiune):  $\sigma_e \leq \sigma_{ac}$ ;  $81,54 < 83,75$  (se verifică).

### d. Verificarea cuplei elicoidale la strivire

Presiunea de contact efectivă,

$$p = \frac{4 Q}{\pi (d^2 - D_1^2) z} = \frac{4 Q p}{\pi (d^2 - D_1^2) H} = \frac{4 \cdot 40594,45 \cdot 6}{\pi (36^2 - 30^2) 60} = 13,05 \text{ MPa.}$$

Verificarea la strivire (neexpulzarea peliculei de lubrifiant):  $p \leq p_a$ ;  $13,05 < 14$  (se verifică).

### e. Forța de antrenare a manivelei

Momentul de frecare din rulment,

$$M_p = \mu_r Q \frac{d_r}{2} = 0,01 \cdot 40594,45 \frac{50}{2} = 10148,61 \text{ Nmm.}$$

Momentul de antrenare a piuliței,

$$M_m = M_i + M_p = 128378,68 + 10148,61 = 138527,29 \text{ Nmm.}$$

Forța de antrenare a manivelei,

$$F_m = \frac{M_m}{L_m} = \frac{138527,29}{500} = 277,05 \text{ N.}$$

### f. Randalamentul cricului

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \beta_2}{\operatorname{tg}(\varphi' + \beta_2) + \frac{d_r}{d_2} \mu_r} = \frac{\operatorname{tg} 3,77}{\operatorname{tg}(7,08 + 3,77) + \frac{50}{33} 0,01} = 0,3186.$$

## II\_11.3

Pentru cricul șurub-piuliță cu mecanism pârghii simetric să se verifice: condiția de autofrânare; șurubul la solicitări compuse; cupla elicoidală la presiunea de contact.

*Se dau:* greutatea de ridicat  $Q = 5 \text{ kN}$ ; materialul șurubului și piuliței E295 (oțel pentru construcții mecanice); unghiul mecanismului,  $\alpha_{\min} = 30^\circ$ ; coeficientul de frecare din cuplele elicoidale  $\mu = 0,12$  (oțel/oțel cu ungere); presiunea admisibilă de contact  $p_a = 14 \text{ MPa}$  (ungere cu unsoare consistentă); lungimile piuliței,  $H = 40 \text{ mm}$ ; lungimea manivelei,  $L_m = 300 \text{ mm}$ ; parametrii filetului trapezoidal Tr 24x5: diametrul mediu,  $d_2 = D_2 = 21,5 \text{ mm}$ , diametrele interioare  $d_3 = 18,5 \text{ mm}$  și  $D_1 = 19 \text{ mm}$ , pasul (normal)  $p = 5 \text{ mm}$ , diametrul nominal  $d = 24 \text{ mm}$ , unghiul filetului  $\alpha = 30^\circ$ .

*Structura constructivă:* 1 - manivelă; 2 - corpul clichetului; 3 - arc elicoidal; 4 - indexor; 5 - clichet; 6 - bolț; 7 - roată de clichet; 8 - șurub cu guler; 9 - distanțier; 10 - șurub stânga/dreapta; 11 - piuliță; 12 - pârghie inferioară; 13 - pârghie superioară; 14 - inel elastic de tip arbore; 15 - bolț cupă; 16 - cupă; 17 - suport.

*Rezolvare:*

### a. Verificarea condiției de autofrânare

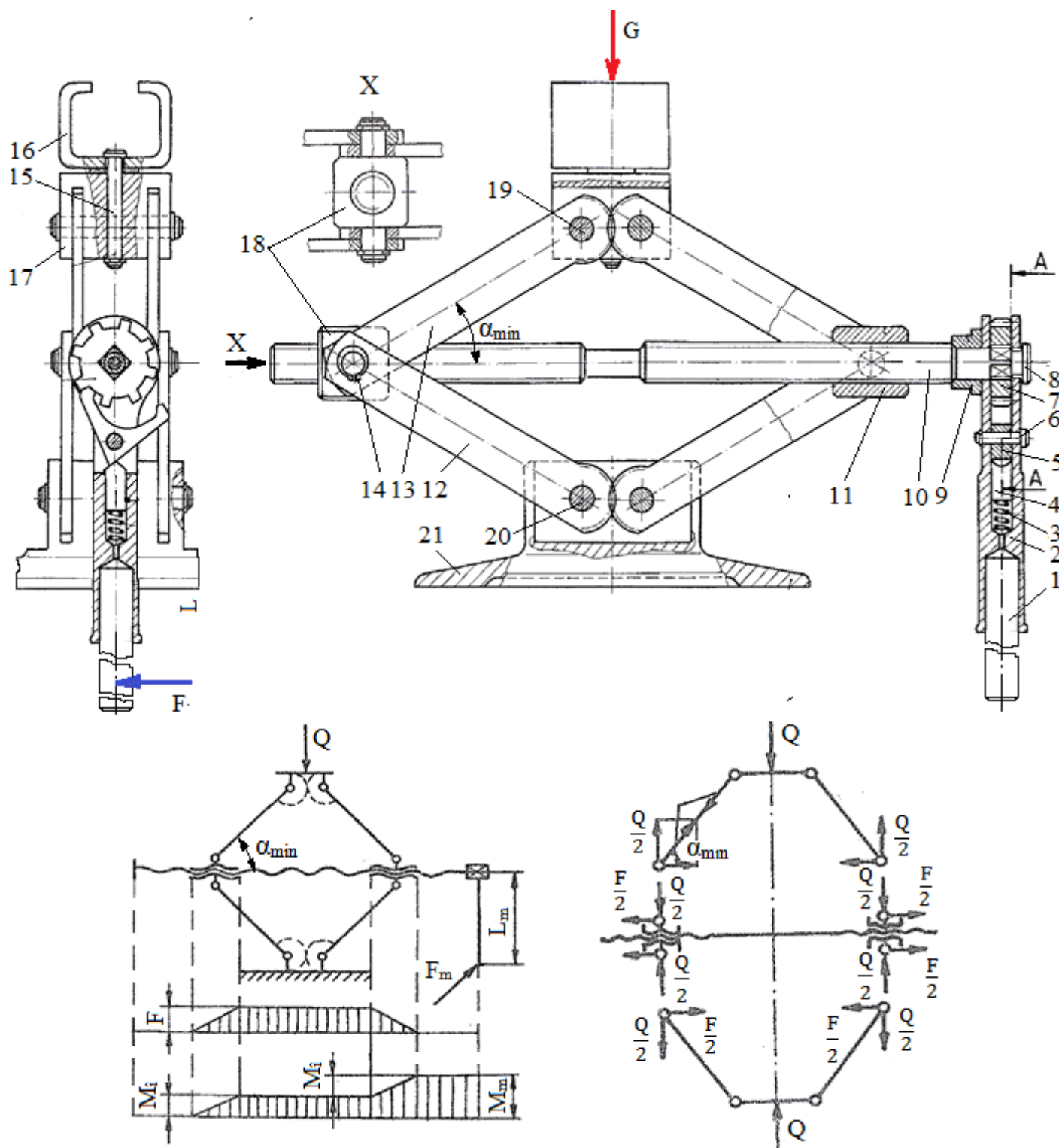
Unghiul de înclinare a spirei filetului,

$$\beta_2 = \arctg \frac{p}{\pi d_2} = \arctg \frac{5}{\pi 21,5} = 4,233^\circ (4^\circ 14' 1'').$$

Unghiul de frecare redus (aparent),

$$\varphi' = \arctg \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \arctg \frac{0,12}{\cos \frac{30}{2}} = 7,08^\circ (7^\circ 4' 54'').$$

Verificarea condiției de autofrânare:  $\beta_2 < \varphi'$ ;  $4,233^\circ < 7,08^\circ$  (se verifică).



### b. Sarcinile care încarcă șurubul

Forța axială,

$$F = Q \operatorname{ctg} \alpha_{\min} = 5000 \operatorname{ctg} 30^\circ = 8660,25 \text{ N}$$

Momentul de torsiune (de înșurubare) dintr-o cuplă elicoidală,

$$M_i = F \frac{d_2}{2} \operatorname{tg} (\varphi' + \beta_2) = 8660,25 \frac{21,5}{2} \operatorname{tg} (7,08 + 4,233^\circ) = 18624,73 \text{ Nmm.}$$

Momentul de torsiune total care soliciță șurubul,

$$M_m = 2 M_i = 2 \cdot 18624,73 = 37249,46 \text{ Nmm.}$$

### c. Verificarea șurubului la sollicitări compuse

Tensiunea efectivă de tracțiune,

$$\sigma_t = \frac{4 F}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 8660,25}{\pi 18,5^2} = 32,21 \text{ MPa.}$$

Tensiunea efectivă de torsiune,

$$\tau_t = \frac{16 M_m}{\pi d_3^3} = \frac{16 \cdot 37249,46}{\pi 18,5^3} = 29,96 \text{ MPa.}$$

Tensiunea echivalentă,

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \tau_t^2} = \sqrt{32,21^2 + 4 \cdot 29,96^2} = 68,03 \text{ MPa.}$$

Tensiunea admisibilă la tracțiune,

$$\sigma_{at} = \frac{R_p}{c} = \frac{295}{4} = 68,03 \text{ MPa.}$$

Verificarea la solicitări compuse (compresiune și torsiune):  $\sigma_e \leq \sigma_{at}$ ;  $68,03 < 68,03$  (se verifică).

#### **d. Verificarea cuplei elicoidale la strivire**

Presiunea de contact efectivă,

$$p = \frac{4 F}{\pi (d^2 - D_1^2) z} = \frac{4 F p}{\pi (d^2 - D_1^2) H} = \frac{4 \cdot 8660,25 \cdot 5}{\pi (24^2 - 19^2) 40} = 6,41 \text{ MPa.}$$

Verificarea la strivire (neexpulzare a peliculei de lubrifiant):,  $p \leq p_a$ ;  $6,41 < 14$  (se verifică).

#### **e. Forța de antrenare a manivelei**

$$F_m = \frac{M_m}{L_m} = \frac{37249,46}{300} = 124,17 \text{ N.}$$