
PROIECT

SISTEM MECANIC CU ȘURUB DE MIȘCARE

Titular curs:

Prof.dr.ing. Andrei TUDOR

Conducător proiect:

S.L. dr. Ing. Georgiana CHIȘIU

Student:

Avramescu Ilie-Adrian

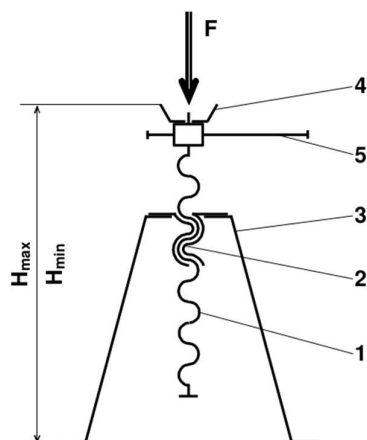
Facultatea: I.S.B

Grupa: **724**

2020-2021

TEMĂ DE PROIECT

"SISTEM CU ȘURUB DE MIȘCARE"



- 1. șurub
- 2. piuliță
- 3. corp
- 4. cupă
- 5. pârghie de acționare

A. Să se proiecteze un cric simplu, de tipul celui din schiță, având următoarele caracteristici:

- 1. Sarcina maximă $F = 7$ [kN];
- 2. Cursa maximă sub sarcină $H = H_{\text{Max}} - H_{\text{min}} = 100$ [mm].

B. Proiectul va cuprinde:

- 1. Tema de proiect;
- 2. Fișa de lucru;
- 3. Memoriul tehnic de calcul;
- 4. Partea grafică, conținând:
 - a. Desenul de ansamblu;
 - b. Desenul de execuție al șurubului;
 - c. Desenul de execuție al piuliței.

C. Termenul de predare al proiectului este: 04.06.2021

Conducător proiect: S.L. dr. Ing. Georgiana CHIȘIU

Student: Avramescu Ilie-Adrian

Grupa: 724

Data: 20.05.2021

Cuprins

1 Descrierea sistemului cu transmisie surub-piuliță	4
1.1 Caracterizarea transmisiei șurub-piuliță	4
1.2 Schema de principiu a sistemului proiectat	4
1.3 Diagramele de forte și momente din elementele componente ale sistemului proiectat	5
2 Alegerea materialelor pentru elementele componente	6
Materiale si Semifabricate	9
OTELURI	9
FONTE	11
3 Calculul șurubului	14
3.1 Predimensionare șurubului	14
3.3 Verificarea condiției de autofrânare	16
3.4 Verificarea la flambaj	17
3.5 Determinarea numărului de spire	18
3.6 Verificarea spirei filetului	20
3.7 Verificarea preliminară a porțiunii filetate a șurubului	22
3.8 Definitivarea constructivă a șurubului principal	23
4 Proiectarea celui de-al doilea reazem	24
4.1 Utilizarea unui lagăr axial	24
5 Proiectarea sistemului de prelucrare-transmitere a forței de către piuliță	27
5.2 Dimensionarea piuliței	27
5.3 Proiectarea sistemului de blocare a piuliței	29
6. Proiectarea sistemului de acționare	29
6.1 Proiectarea la scară a sistemului de acționare	29
6.1.a Acționarea cu pârghie simplă	29
7. Randamentul	31
8. Proiectarea Corpului	31
9. Toleranțe si ajustaje pentru filetul trapezoidal	33

1 Descrierea sistemului cu transmisie șurub-piuliță

1.1 Caracterizarea transmisiei șurub-piuliță

Cric simplu (fig. A.1). Șurubul principal 1 executa atât mișcare de rotație cat și cea de translație. Piulița 2 este fixata în corpul 3.

Pentru evitarea mișcărilor relative între sarcina de ridicat și cupa 4, acesta trebuie să se rotească liber pe capul șurubului 1, deci între cupa și șurub există un lagăr axial care poate fi de alunecare sau de rostogolire (rulment axial); utilizarea rulmentului este avantajoasă în special pentru ridicarea sarcinilor mari, când este obținut reducerii însemnate ale momentului de frecare rezistent dintre cupa și șurub

1.2 Schema de principiu a sistemului proiectat

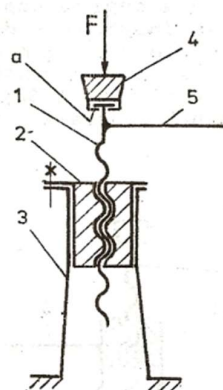


Fig. A.1



2 Alegerea materialelor pentru elementele componente

Condițiile care trebuie îndeplinite de către materialele cuplei surub-piulita rezulta automat din lista cerințelor și dorințelor anterior precizată ¹

Necesitatea asigurării rezistenței la uzare și a unui coeficient de frecare redus presupune utilizarea unui cuplu de materiale cu bune proprietăți antifricțiune.

Întrucât solicitările corpului șurubului sunt relativ mari – materialul acestuia este de regula otelul. Proprietățile antifricțiune ale cuplului de materiale vor fi asigurate în principal, de către materialul piuliței

Anexa A2 cuprinde date despre materiale.

Surubul se poate executa din următoarele oțeluri:

Fără tratament termic

OL 42, OL 50, OL 60 – STAS 500/2-80 (otel laminat de uz general);

OLC 35, OLC 45, OLC 50, OLC 60 (normalizat) – STAS 880-80 (otel laminat de calitate);

OLT 45, OLT 55 – STAS 8183-80 (otel laminat pentru țevi).

Cu tratament termic – tratamentul termic îmbunătățește caracteristicile mecanice, conduce la creșterea rezistenței la uzare, dar evident că mărește prețul fabricației.

OLC 45, OLC -60 - STAS 880-80, îmbunătățite;

OLC 35, OLC 45, OLC 55, OLC 60 – STAS 880-80, călite cu flacăra sau prin inducție;

35Mn16 (călit și revenit, 550-650 HB), 65Mn10, 34MoCr11 (călit și revenit la 320-415 HB) STAS 791-88;

20Mn10 – STAS 11513-80, îmbunătățit;

40Cr10, 41MoCr11 – STAS 791-88, îmbunătățite, călite prin inducție sau cu flacăra, nitrurate;

OLC 15 – STAS 880-80; 18MoCrNi13 – STAS 791-88, cementate și călite.

Observații:

În principiu tratamentul termic este necesar la transmisiile surub-piulita foarte încărcate și acționate de un număr mare de ori, pentru a micșora uzura.

¹Din lista de cerințe nu trebuie să lipsească tipul producției (masa, serie, unicat ,...), care prin condițiile tehnologice poate de asemenea impune un material sau altul.

După tratamentele de cementare-călire sau călire prin inducție sau cu flacăra, este necesară rectificarea, ceea ce se sporește semnificativ prețul prelucrării.

Întrucât dimensiunile cuplei sunt determinate totodată și de către materialul piuliței, material cu caracteristici mecanice mai reduse, utilizarea oțelurilor aliate se justifică, în principal, prin posibilitatea aplicării tratamentelor termice de durificare și/sau prin agresivitatea mediului de lucru (mediu coroziv, abraziv)

Piulița se poate executa din:

- **Fonte**

1. Fc 100 ... Fc 400 – STAS 568-82. Fonta cenușie cu grafit lamelar turnată în piese. Rezistența mecanică relativ scăzută, buna comportare la uzare la presiuni mici (3 – 5 Mpa). Prezintă grafitului sub formă lamelară conferă bune proprietăți antifricțiune.
2. FcA 1, FcA 2, FcA 3, FcA 4, FgnA 1, FgnA 2, FmA 1, FmA 2 – STAS 6707-79. Fonta rezistentă la uzare în condiții de frecare cu ungere, turnată în piese.
3. FcX 200, FcX 250, FcX 300, FcX 350 – STAS 8541-86. Fonta turnată în piese pentru mașini-unelte (fonta cu masă metalică perlitică, grafit lamelar) – are o bună rezistență la uzare.
4. FmP 500, FmP 550, FmP 600, FmP 650, FmP 700 – STAS 569-79. Fonta maleabilă turnată în piese. Mărcile recomandate au în structura masei de bază perlita lamelară.
5. FaNiCuCr 15.6.2, FaNiCr 20.2, FaNiCr 30.3. FagnNiCr 20.3 – STAS 10066-75. Fonta autentică turnată în piese (în simbol: I – grafit lamelar, n – grafit nodular, cifrele indică în ordine procentele principalelor elemente de aliere). Mărcile recomandate au o bună rezistență la uzură și o foarte bună rezistență la coroziune.
6. Fgn 450-5, Fgn 500-7, Fgn 600-2, Fgn 700-2 – STAS 6071-82. Fonta cu grafit nodular turnată în piese. Grafitul nodular conferă fontei caracteristici mecanice superioare dar rezistența la uzare este mai mică decât a fontelor cu grafit lamelar.

- **Aliaje pe bază de cupru (bronzuri)**

1. CuPb20Sn5, CuPb15Sn8, CuPb10Sn10 – STAS 1512-80. Aliaje cupru-plumb-staniu turnate în piese (bronzuri cu plumb și adaosuri de staniu).
2. CuAl9(10)Fe3 – STAS 198/2-18. Aliaje cupru-aluminiu turnate în piese (bronzuri cu aluminiu: înlocuiesc bronzurile cu staniu, au rezistență mecanică ridicată, coeficient mic de frecare pe oțel, rezistență mare la uzare și la coroziune).

3. CuSn14, CuSn12, CuSn10Zn2, CuSn6Zn4Pb4, CuSn5Zn5Pb5, CuSn4Zn4Pb17 – STAS 197/2-83. Aliaje cupru-staniu turnate în piese. În general, cu cât staniul este în cantitate mai mare cu atât bronzul, este mai dur și poate fi folosit la încărcări specifice mai mari. Întrucât staniul este un material deficitar, foarte scump, se recomandă ca bronzurile cu staniu să se folosească numai în situații speciale. În locul acestora se pot folosi bronzuri cu plumb sau aluminiu mai ieftine și cu proprietăți destul de bune.

- **Aliaje pe baza de cupru și zinc (alame)**

CuZn40PbSnT, CuZn38Pb2Mn2T, CuZn40Mn2AlT – STAS 199/2-86. Aliaje cupru-zinc turnate în piese

- **Aliaje pe baza de aluminiu**

AlSiCu5 – STAS 201/2-80. Aliaje de aluminiu turnate în piese.

Observații:

Pentru a asigura siguranța față de gripare nu se recomandă utilizarea oțelului pentru construcția piulițelor șuruburilor de mișcare. Totuși, pentru acționari rare, în condițiile unor presiuni mici pe spire, se poate folosi și oțelul. Oțelul, ca material pentru piulița, poate fi impus și de solicitările mari din corpul acesteia. Un exemplu în acest sens este piulița cricului auto (DACIA)

O situație mai specială se creează în cazul alegerii materialelor pentru cricurile telescopice unde șurubul secundar îndeplinește totodată și funcția de piuliță pentru șurubul principal. Se poate opta pentru una din următoarele variante

Șurub principal din oțel – șurub secundar din oțel – piulița din fontă sau alt material cu proprietăți antifricțiune în afara de oțel (vezi observația 1);

Șurub principal din oțel – șurub secundar din fontă – piulița din oțel;

Șurub principal din oțel – șurub secundar executat din fontă în zona de contact cu șurubul principal; și din oțel în zona de contact cu piulița executată din fontă.

Principala problemă de rezolvat în acest caz este cea a asamblării celor două părți ale șurubului secundar (cea executată din fontă cu cea executată din oțel.)

Materiale si Semifabricate

OTELURI

Principalele caracteristici mecanice ale celor mai utilizate oțeluri în construcția de mașini sunt prezentate în tabelul A2.1

Materialul	STAS	Simbolul	Tratament termic ²	Limita de curgere $R_p 0.2$ [N/mm ²]	Limita de rupere la tracțiune R_m [N/mm ²]
Oțeluri de uz general pentru construcții	500/2-80	OL 34	N	190-290	330-410
		OL 37	N	210-240	360-440
		OL 42	N	230-260	410-490
		OL 50	-	270-290	490-610
		OL 60	-	310-330	590-710
		OL 70	-	340-360	Min. 690
Oțeluri carbon de calitate pentru tratament de: cementare ----- îmbunătățire	880-88	OLC 10	N	206	min. 321
		OLC 15	N	225	min. 373
		OLC 20	N	250	min. 410
			CR	300	500-650
		OLC 25	N	270	min. 450
			CR	320	500-650
		OLC 35	N	310	min. 530
			CR	370	600-750
		OLC 45	N	360	min. 610
			CR	430	630-800
		OLC 55	N	390	min. 670
			CR	500	750-900
		OLC 60	N	400	min. 700
			CR	520	800-950

² C – Călire; R- revenire înaltă; N- normalizare

Universitatea Politehnica din București
Facultatea Inginerie Mecanică și Mecatronică
Departamentul Organe de Mașini și Tribologie

Otel carbon turnat în piese (grupa 4)	600-82	OT 400	N	Min. 200	Min. 390
		OT 450	N	Min. 240	Min. 440
		OT 500	N	Min. 270	Min. 490
		OT 550	N	Min. 310	Min. 540
		OT 600	N	Min. 340	Min. 590
		OT 700	N	Min. 410	Min. 690
Oteluri aliate pentru trata- ment termic	791-88	40Cr10	CR	780	Min. 980
		40Bcr10	CR	735	Min. 930
		34MoCr11	CR	650	900 - 1100
		42MoCr11	CR	750	1000 - 1200
		35MnSi13	CR	680	Min. 880
		20MnCrSi1 1	CR	635	Min. 780
Oteluri pen- tru țevi fără sudura (de uz general)	8183-80	OLT 35	-	Min. 230	Min. 340
		OLT 45	N	Min. 250	Min. 440
		OLT 65	N	Min. 370	Min. 640

Observație: Acolo unde în standard sunt prevăzute mai multe valori ale caracteristicilor mecanice, pentru aceeași marca, în funcție de diametrul epruvetei, în tabel s-a trecut valoarea corespunzătoare epruvetei cu diametrul $d=16..40\text{mm}$

FRONTA

2.1 FRONTA rezistența la uzare în condiții de frecare cu ungere, turnată în piese (Extras din STS 6707-79)

Grupă	Marca Fontei	Presiune de contact (p) N/mm ²	Viteza periferică (v) m/s	Produsul (pv) N m/mm ² s	Duritatea Bri- nell H
Fonta cenușie cu grafit lame- lar	FcA 1	2.5	5.0	10.0	180...260
		9.0	0.2	1.8	
	FcA 2	9.0	0.2	1.8	180...229
		0.1	3.0	0.3	
	FcA 3	6.0	0.75	4.5	160...190
	FcA 4	20.0	1.0	20.0	180...290 turnată
		30.0	0.42	12.5	140...180 după clătire
Fonta cu grafit nodular	FgnA 1	10.0	8.0	8.0	210...260
		20.0	1.0	20.0	
	FgnA 2	0.5	5.0	2.5	167...197
		12.0	1.0	12.0	
Fonta malea- bila	FmA 1	20.0	2.0	20.0	187...262
	FmA 2	0.5	5.0	2.5	167...197
		12.0	1.0	12.0	

2.2 FONTA maleabila, turnata in piese (Extras din STAS 569-79)

Grupa	Marca Fontei	Rezistenta la rupere la traciune R_m N/mm ² (min)	Limita de curgere R_p 0,2 N/mm ² (min)	Alungire la rupere A_s [%]	Duritatea Brinell max.
Fonta maleabila cu inima alba	Fma 350 *	360	-	3	240
	Fma 400 *	420	230	3	220
Fonta maleabila cu inima neagra	Fmn 300	300	-	6	160
	Fmn 320	320	-	8	100
	Fmn 350	350	170	10	150
	Fmn 370	370	190	12	150
Fonta maleabila perlitica	Fmp 450 ³	450	260	6	220
	Fmp 500	500	300	5	240
	Fmp 550	550	330	4	260
	Fmp 600	600	360	3	270
	Fmp 650	650	390	3	270
	Fmp 700	700	500	2	280

³ Se executa numai cu acordul producătorului

2.3 FONTA turnata in piese pentru mașini-unelte (Extras din STAS 8541-86)

Structura masei metalice de baza a fontelor pentru mașini-unelte este perlitica sau perlito-feritica. Pe suprafețele de ghidare ce urmează a fi tratate prin curenți de înalta frecventa (CIF), masa metalica este perlitica iar procentul de ferita trebuie sa nu depășească 5%. Grafitul se prezinta sub forma de lamele.

Marca Fontei	Grosimea Peretului piesei, mm (min)	Rezistenta la trachione σ_t N/mm ² (min)	Rezistenta la încovoiere σ_i N/mm ² (min)	Rezistenta la compresiune N/mm ²	Modulul de elasticitate E N/mm ²
FcX 200	6	200	390	740	90x10 ³
FcX 250	6	250	440	880	105x10 ³
FcX 300	10	330	490	980	120x10 ³
FcX 350	10	350	540	1130	130x10 ³

3 Calculul șurubului

3.1 Predimensionare șurubului

a) Alegerea tipului filetului

Filetul trapezoidal, are o buna rezistenta si rigiditate; randamentul cu circa 4-5% mai mic decât al filetului tarat; permite eliminarea jocului axial rezultat in urma uzării – prin utilizarea unei piulițe secționată; poate transmite sarcini mari, variabile, in ambele sensuri.

Alegerea tipului de filet se va face in fiecărei caz concret in funcție de:

- Caracterului sarcinii (constanta, variabila, etc.);
- Mărimea sarcinii (mica, mare);
- Direcția si sensul sarcinii;
- Destinația si condițiile de lucru;
- Randamentul dorit.

Anexa A3 prezinta date despre filete trapezoidale si ferăstrău.

b) Predimensionare filetului.

Dimensiunile filetului trebuie sa corespunda simultan următoarelor cerințe⁴

Rezistenta corpului șurubului la solicitare compusa. Din diagramele de eforturi – pentru construcțiile prezentate – rezulta ca șurubul este solicitat la compresiune (sau tracțiune) si răsucire (solicitarea de încovoiere trebuie eliminata pe cat posibil);

Rezistenta spirelor la strivire (uzare);

Rezistenta spirelor la solicitarea compusa de încovoiere si forfecare;

Daca șurubul este solicitat la compresiune, sa nu flambeze;

Sa asigure condiția de autofrânare (daca este cazul).

In principiu, dimensionare filetului ar putea fi făcută pornind de la oricare din cerințele de mai sus – cu condiția ca apoi sa verifice pe rând si celelalte. Evident, in caz de neverificare trebuie sa aibă loc

⁴Lista care se prezinta nu epuizează in totalitatea cerințelor posibile. Reazemele, sistemul de acționare pot impune si ele anumite restricții privind dimensiunile surului si deci ale cuplei filetului.

o modificare a dimensiunilor inițial determinate. Acesta este motivul pentru care acesta dimensionare se numește de fapt predimensionare.

În algoritmul care se prezintă, predimensionare filetului se face din condiția de rezistență a corpului șurubului la *solicitare compusă* – considerând că acest mod de lucru este mai ușor de înțeles decât de începători. Celelalte cerințe se vor verifica după cunoașterea dimensiunilor filetului.

Predimensionare la solicitare compusă, în condițiile de mai sus, se face la *compresiune (sau tracțiune)* pe baza unei forțe de calcul $F_c = \gamma \cdot F_1$, F_1 fiind forța care acționează asupra șurubului principal, iar γ ($\gamma > 1$) factor de majorare a forței F_1 pentru a considera și solicitarea de răsucire:

Alegem **OL42** cu limita de curgere de **260** și **Coefficientul de siguranță: 3**.

$$\sigma_a = \frac{\sigma_c}{C_c} \Rightarrow \sigma_a = \frac{260}{3} = 86.666 \text{ MPa}$$

După ce am calculat tensiunea admisibilă la compresiune pentru oțelul ales, calculez diametrul interior al filetului și pentru γ aleg 1.3

$$A_{nec} = \frac{F_c}{\sigma_a} \rightarrow \frac{\gamma \cdot 7 \text{ kN}}{\sigma_a} = \frac{\pi d_3^2}{4} \rightarrow d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot \gamma \cdot 7 \cdot 1000}{\pi \cdot \sigma_a}}$$
$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.30 \cdot 7000}{\pi \cdot 86.66}} = 11.56 \text{ mm}$$

Unde:

d_3 – diametru interior al filetului șurubului;

σ_a – tensiunea admisibilă la compresiune (tracțiune),

σ_c – limita la curgere;

C_c – coeficientul de siguranță față de curgere.

3.3 Verificarea condiției de autofrânare

Asigurarea autofrânării apare ca și cerință în majoritatea construcțiilor cu șuruburi de mișcare. La sistemele acționate manual este preferabil ca autofrânarea să se realizeze direct de către filet. La acționările mecanice, unde problema randamentului se pune mai acut, condiția de autofrânare se sacrifică în favoarea obținerii unui randament mai bun. În aceste situații se folosesc sisteme suplimentare pentru blocare.

Filetele asigură autofrânare atunci când unghiul de inclinare a filetului, ψ , este mai mic decât unghiul de frecare redus, φ' :

$$\psi \leq \varphi'$$

$$2.405^\circ \leq 11.69^\circ$$

unde:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{p}{\pi d_2} = \frac{2}{\pi \cdot 15} = 0.042 \Rightarrow \psi = 2.405^\circ$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \mu' = \frac{\mu'}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0.20}{\cos \frac{6}{2}} = 0.207 \Rightarrow \varphi' = 11.69^\circ$$

În care: α – reprezintă unghiul profilului filetului. Pentru filet trapezoidal, $\alpha = 30^\circ$

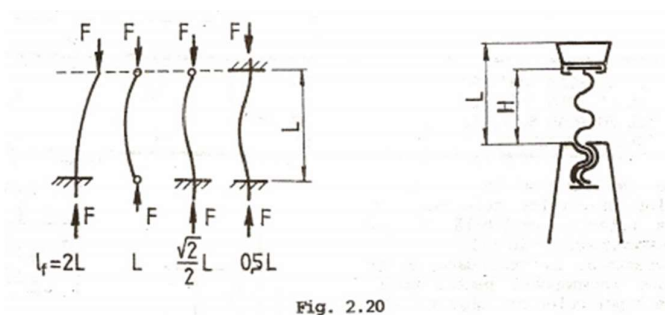
μ - coeficientul de frecare ce depinde de cuplul de materiale, de calitate și starea de ungere a suprafețelor. Pentru μ ales coeficientul de frecare, din tabel 0,20.

Diametrul nominal al filetului, d mm		Pasul P	Diametrul nominal mediu $D_2 = d_2$ mm	Diametrul nominal al exterior al filetului D_4 mm	Diametrul nominal interior	
Șirul 1	Șirul 2				Al filetului exterior d_3 mm	Al filetului interior, D_1 mm
16		2	15.000	16.500	13.500	14.000

3.4 Verificarea la flambaj

Șuruburile lungi, solicitate la compresiune, sunt în pericol de a flamba.

În această fază a proiectării verificarea este îngreunată și de faptul că dimensiunile zonelor de rezemare sunt încă neprecizate. Având în vedere faptul că și după cunoașterea acestora, problema rămâne la fel de dificilă, se propune ca verificarea la flambaj să aibă loc în această fază – evident, cu acele ipoteze de lucru care să asigure siguranța suficientă.



Se stabilește felul rezemării. Fig 2.20 prezintă ipotezele de rezemare și lungimile de flambaj corespunzătoare. Pentru sistemele cu un șurub se poate lua acoperitor $L = (1.35 \dots 1.45) H$, unde $H = 100\text{mm} \Rightarrow L = 135\text{mm}$

Se calculează coeficientul de zveltețe λ și se determină tipul de flambaj

$$\lambda = \frac{l_f}{i_{min}} = \frac{l_f}{\sqrt{\frac{I_{min}}{A}}}$$

$$\sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{\pi \cdot d_3^4}{64}}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}}} = \sqrt{\frac{\pi \cdot 13.5^4}{64} \cdot \frac{4}{\pi \cdot 13.5^2}} = 3.375$$

$$\lambda = \frac{2 \cdot 135}{3.375} = 80$$

Compar λ cu valorile limita cu λ_0 pentru OL42 este 96, ceea ce rezulta ca este un flambaj de tip plastic.

Sa se calculează coeficientul de siguranța la flambaj C_f

$$C_f = \frac{F_f}{F_1} \geq C_{fa}$$

Unde: F_f – forța critica de flambaj ce se calculează după cum urmează:

Pentru flambaj plastic

$$F_f = \sigma_f A \text{ cu } \sigma_f = a - b\lambda$$

$$\sigma_f = 328 - 1.15 \cdot 80$$

$$\sigma_f = 236 \text{ MPa}$$

$$F_f = 236 \cdot \frac{\pi \cdot 13.5^2}{4} = 33780.76 \text{ N}$$

$$C_f = \frac{33780.76 \text{ N}}{7 \cdot 10^3 \text{ N}} \rightarrow 4.82 \geq 3$$

C_{fa} – coeficientul de siguranța admisibil, la solicitarea de flambaj. Pentru sistemele care fac obiectul îndrumarului am luat $C_{fa} = 3$

3.5 Determinarea numărului de spire

Numărul minim de spire necesare a fi în permanenta în contact, z , se va determina din condiția de rezistență la uzare.

În acționările cu viteze mici, în principalul parametru care determina intensitatea uzării și implicit durabilitatea, sunt *tensiunile de contact (presiunea)* între spire. În ipoteza repartizării uniforme a sarcinii pe spire și neglijând unghiul de inclinare a spirei, numărul de spire necesare rezulta din relația:

Universitatea Politehnica din București
Facultatea Inginerie Mecanică și Mecatronică
Departamentul Organe de Mașini și Tribologie

$$z = \frac{F_1}{\frac{\pi}{4}(d^2 - D_1^2)\sigma_{as}}$$
$$z = \frac{7000}{\frac{\pi}{4}(16^2 - 14^2) \cdot 15} = 9.90$$

Valoarea rezultata din calcul se rotunjește la 10

3.6 Verificarea spirei filetului

Solicitările filetului sunt: *încovoierea și forfecarea*.

Deoarece cele două eforturi apar în secțiunea de încastrare, se recomandă verificarea la *solicitare compusă atât spirele piuliței* (material cu caracteristici mecanice reduse), *cat și ale șurubului*. (secțiune de încastrare mai mică)

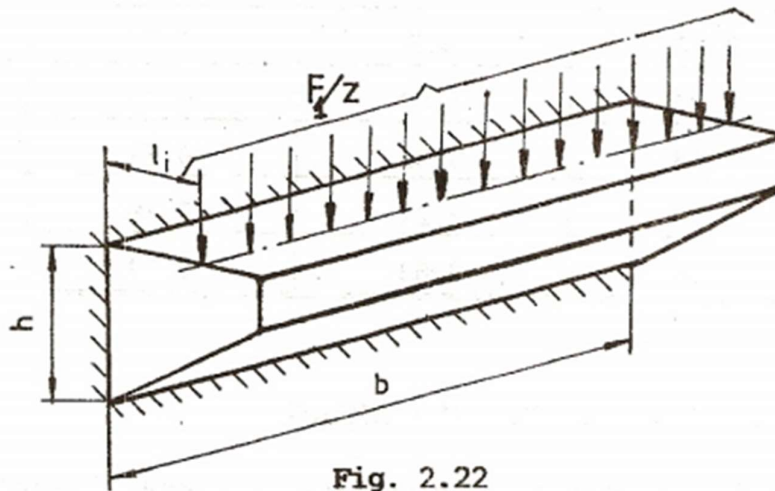


Fig. 2.22

Solicitarea de *încovoiere*.

$$\sigma_i = \frac{M_i}{W} = \frac{\frac{F_1}{z} l_i}{A} = \frac{\frac{7000}{10} \cdot 0.75}{72.66} = 7.22 \text{ MPa}$$

Solicitare de *forfecare*

$$\tau_f = \frac{F_1}{k_m z} = 17.51 \text{ MPa}$$

Unde pentru filetul trapezoidal interior

$$l_i = \frac{H_1}{2} + a_c = \frac{0.5 \cdot 2}{2} + 0.25 = 0.75 \text{ mm}$$

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{\pi D_4 \left(\frac{p}{2} + 2l_i \tan 15^\circ \right)^2}{6} = \frac{101.82}{6} = 16.97 \text{ mm}^3$$

$$A = \pi D_4 \left(\frac{p}{2} + 2l_i \tan 15^\circ \right) = \pi \cdot 16.500 = 72.66 \text{ mm}^2$$

Coeficientul de corecție $K_m = 0.55$

Universitatea Politehnica din București

Facultatea Inginerie Mecanică și Mecatronică

Departamentul Organe de Mașini și Tribologie

Tensiunea echivalenta, pentru un calcul acoperitor, se calculează cu teoria a III-a de echivalenta:

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma_i^2 + 4\tau_f^2} \leq \sigma_a$$

$$\sigma_{ec} = \sqrt{7.22^2 + 4 \cdot 17.51^2} \leq 86.666 \text{ MPa}$$

$$35.75 \text{ MPa} \leq 86.666 \text{ MPa}$$

3.7 Verificarea preliminară a porțiunii filetate a surului

Deoarece dimensiunea filetelui determina implicit dimensiunile altor elemente ale sistemului, este util ca încă din această fază, acolo unde este posibil, să se efectueze și o verificare la solicitarea compusă a porțiunii filetate a șurubului, care este de obicei secțiunea periculoasă, având diametrul cel mai mic. De regulă, solicitarea este de *compresiune (tracțiune)* cu forța F_1 , și *răsucire* cu momentul de înșurubare M_{12} .

$$M_{12} = F_1 * \frac{d_2}{2} \tan(0.042 + 0.207) \approx 13350 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{F_1}{\frac{\pi d_3^2}{4}} = \frac{7000}{\frac{\pi \cdot 13.5^2}{4}} = 48.90 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{M_{12}}{\frac{\pi d_3^3}{16}} = \frac{13182}{\frac{\pi \cdot 13.5^3}{16}} = 27.05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_a = 72.92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_c}{C_c} = \frac{260}{3} = 86.666 \text{ MPa}$$

3.8 Definitivarea constructivă a șurubului principal

Definitivarea constructivă a șurubului unui cric simplu, acționat printr-o pârghie trecută prin capul șurubului.

Se cunosc:

- Mărimea filetului
- Numărul de spire în contact – z ,
- $f_2 =$ înălțimea degajării șurubului $\rightarrow f_2 = p = 2$
- Toate elementele privind forma și dimensiunile capului șurubului (deja reprezentate la scară pe formatul desenului de ansamblu)

Înălțimea piuliței

$$H_p = z \cdot p + f_2 = 10 \cdot 2 + 2 = 22 \text{ mm}$$

Lungimea L_f , a părții filetate, pentru sistemele cu șurub este:

$$L_f = H + z \cdot p = 100 + 10 \cdot 2 = 120 \text{ mm}$$

4 Proiectarea celui de-al doilea reazem

Cel de-al doilea reazem al șurubului principal poate fi un lagăr axial pentru cricul simplu

4.1 Utilizarea unui lagăr axial

Variantele posibile în acest caz sunt:

- Lagăr axial cu alunecare pe suprafața :
- Piana
- Conica
- Sferica
- Lagăr axial cu rostogolire (rulment axial).

Observații generale:

Utilizarea unui rulment duce la cheltuieli suplimentare, dar prezintă avantajul unor momente de frecare (rezistente), cel puțin de 10 ori mai mici decât în lagărul cu alunecare. Totodată duritatea unui lagăr este mult mai mare.

Solicitarea care se are în vedere la proiectarea unui lagăr axial cu alunecare, în condiții concrete de funcționare (acționari cu viteze mici), este presiunea de contact. Valorile presiunilor admisibile se aleg astfel încât să se evite griparea și să se asigure o duritate ridică

$$\sigma_{as} = 20 \dots 40 \text{ MPa}$$

pentru oțel/fontă sau oțel/oțel.

Sistemul de acționari montat pe capul șurubului poate impune o serie de restricții în proiectarea reazemului axial.

Indiferent de tipul reazemului trebuie avut grijă ca dimensiunile șurubului să permită înșurubarea în piulița pe la unul din capete.

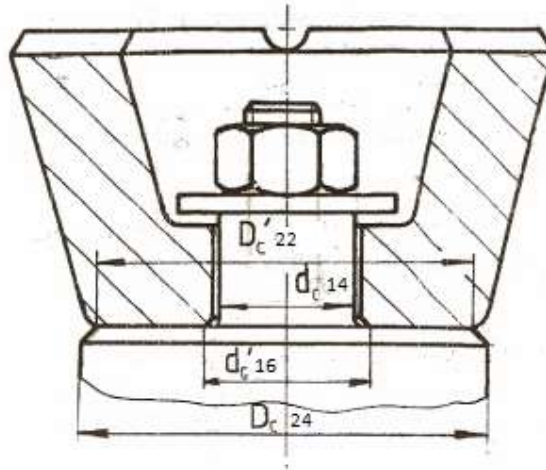


Figura de mai sus prezintă rezemarea pe lagăre axiale de alunecare a cupelor unor cricuri.

Se alege d_c , apoi se estimează teșiturile rezultând d_c' .

$$A_{nec} = \frac{\pi}{4} (D_c'^2 - d_c'^2) = \frac{F_1}{\sigma_{as}}$$

$$d_c \approx d_3 = 13.5 \text{ mm} \Rightarrow d_c = 14 \text{ mm}$$

$$d_c' = d_c + 2 \text{ mm} \Rightarrow d_c' = 16 \text{ mm}$$

$$D_c' = \sqrt{d_c'^2 + \frac{4 \cdot F_1}{\pi \cdot \sigma_{as}}} = \sqrt{16^2 + \frac{4 \cdot 7000}{\pi \cdot 40}} \approx 22 \text{ mm}$$

$$D_c = D_c' + 2 \text{ mm} \Rightarrow D_c \approx 24 \text{ mm}$$

Se definitivează forma și dimensiunile cupei și ale sistemului de prindere (care nu trebuie să împiedice rotirea liberă a cupei).

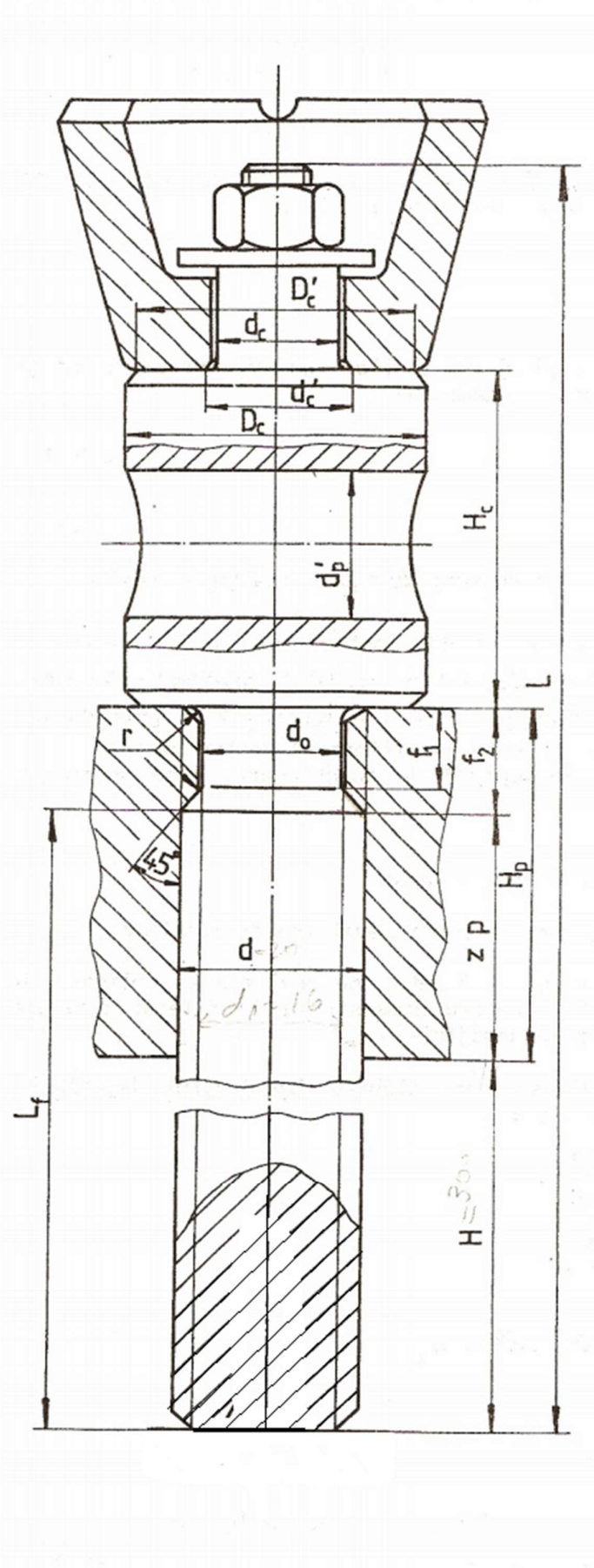
Se reprezintă la scară cupa, sistemul de fixare și parțial capul șurubului.

Se estimează momentul de frecare din lagărul axial (în diagramele de eforturi $M_f = M_{41}$):

$$M_f = \frac{1}{3} \mu F_1 \frac{D_c'^3 - d_c'^3}{D_c'^2 - d_c'^2} \Rightarrow$$

$$M_f = \frac{1}{3} \cdot 0.20 \cdot 7000 \frac{22^3 - 16^3}{22^2 - 16^2}$$

$$M_f \approx 13411 \text{ Nmm}$$



5 Proiectarea sistemului de prelucrare-transmitere a forței de către piulița

Piulița este plasa în fluxul de forță între șurub și corpul ansamblului. Astfel, piulița preia sarcina de la șurub, prin intermediul spirelor filetelor, și o transmite corpului ansamblului.

Cupla șurub-piulita a fost proiectată. În continuare trebuie proiectat corpul piuliței și cel de-al doilea reazem.

5.1 Piulița rezemata fix

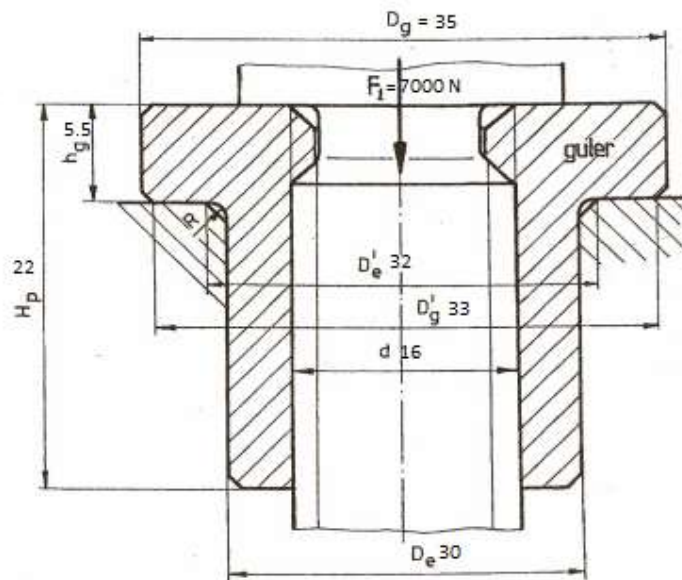


Fig. 5.1

În figura 5.1 este prezentată forma uzuală a unei piulițe neroditoare. Aceasta piuliță are un guler care va fi astfel plasat, încât să realizeze transmiterea prin forță la elementul pe care se face rezemarea asigurând astfel și o mai bună repartizare a sarcinii pe spire față de varianta fără guler.

5.2 Dimensionarea piuliței

D_e – se poate determina dintr-o predimensionare la *tracțiune* cu o forță de calcul $F_c = \gamma \cdot F$, majorată pentru a considera și efectul *răsucirii*.

$$A_{min} = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - D_4^2) = \frac{F_c}{\sigma_{at}}$$

$$D_{e\ min} = \sqrt{\frac{4 \cdot \gamma \cdot F}{\pi \cdot \sigma_{at}}} + D_4$$

Pentru fonta sau bronz:

$$\sigma_{at} = \frac{\sigma_r}{C_r}; C_r = 5 \dots 6$$

$$\sigma_{at} = \frac{\sigma_r}{C_r} = \frac{500}{5} = 100\ MPa$$

Pentru mai multă siguranță această predimensionare poate fi urmată de o verificare la solicitare compusă: tracțiune și răsucire

$$D_{e\ min} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.3 \cdot 7000}{\pi \cdot 100}} + 16.5^2 \approx 20\ mm$$

$$D_e = D_{e\ min} + (10 \dots 15)\ mm = 30\ mm$$

$$D'_e = D_e + (2 \dots 4)\ mm \approx 32\ mm$$

D_g – se poate dimensiona pe baza solicitării de contact dintre piulița și corp:

$$D'_g\ min = \sqrt{D_e'^2 + \frac{4F}{\pi \sigma_{as}}} = \sqrt{32^2 + \frac{4 \cdot 7000}{\pi \cdot 100}} \approx 33\ mm$$

$$D_g = D'_g + 2\ mm \approx 35\ mm$$

h_g – se poate dimensiona la solicitarea de încovoiere a gulerului și piuliței (Se neglijează forfecarea). Utilizând un model fizic similar celui de la studiul solicitărilor spirei filetului se poate scrie:

$$h_g = 0.25 \cdot H_p = 0.25 \cdot 22 = 5.5\ mm$$

5.3 Proiectarea sistemului de blocare a piuliței.

În sistemele de piuliță nerotitoare, acționarea se face prin șurub care execută o mișcare de rotație. Momentul de înșurubare M_{12} tinde să rotească piulița. Tendinței de rotire i se opune frecarea dintre piuliță și corp. Dacă această frecare nu este suficientă se pot folosi și sisteme de blocare prin formă. În sinteză – se pot întâlni următoarele situații

Ajustaj intermediar H7/j6 sau H7/k6 între piuliță și corp

În acest caz, în mod acoperitor, se va considera numai frecarea pe gulerul piuliței. Se estimează momentul de frecare între piuliță și corp:

$$M_f = \mu \cdot F \cdot R_o$$

$$M_f = \mu \cdot F \cdot \frac{1}{3} \frac{D_g^3 - D_e^3}{D_g^2 - D_e^2} = 0.1 \cdot 7000 \cdot \frac{1}{3} \frac{33^3 - 32^3}{33^2 - 32^2}$$

$$M_f \approx 11376 \text{ Nmm}$$

$$M_f < M_{12}$$

$$11376 \text{ Nmm} < 13350 \text{ Nmm}$$

Se produce blocarea piuliței prin frecare

6. Proiectarea sistemului de acționare

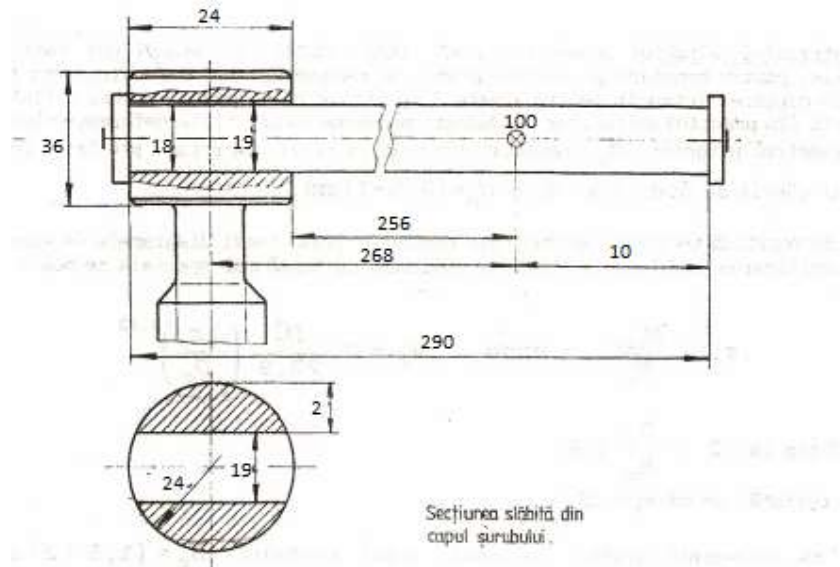
Pentru sistemele în discuție acționarea se face, de regulă, prin elementul care execută mișcarea de rotație. Aceasta acționare poate fi privită ca o introducere de energie în sistem – energie necesară învingerii rezistențelor în cupla șurub-piuliță și în cel de-al doilea razem. Corespunzător acestor rezistențe, în diagramele de eforturi, s-a folosit pentru momentul rezistent total notațiune – M_{tot} .

6.1 Proiectarea la scară a sistemului de acționare

Datele de intrare pentru acest capitol sunt: M_{tot} – momentul total care trebuie aplicat în dimensiunile determinate în pașii de lucru anteriori.

6.1.a Acționarea cu pârghie simplă

$$R_a = \frac{M_{tot}}{F_m}$$



Forța dezvoltată de un muncitor variază în funcție de condiția fizică, poziția față de dispozitiv și altele, $F_m = (100 \dots 150) \text{ N}$.

Se determină diametrul minim necesar pentru pârghie – dp. Considerând pârghia ca fiind încastrată în capul șurubului, ea va fi solicitată la încovoiere cu momentul încovoietura maxim

$$M_i = F_m * L_c = 100 * 256 = > 25600 \text{ Nmm}$$

unde:

$$L_c = R_a - \frac{D_c}{2} = 268 - 12 = 256 \text{ mm}$$

$$R_a = \frac{M_{12} + M_{41}}{100} = \frac{13350 + 13411}{100} \approx 268$$

Pentru dp alegem OL42

$$dp = \sqrt[3]{\frac{32 * M_i}{\pi * \sigma_{ai}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 25600}{\pi * \frac{260}{6}}} \approx 18 \text{ mm}$$

$$d^p = dp + 1 \text{ mm} = 19 \text{ mm}$$

$$h_c = \frac{D^c}{2} - \frac{d^p}{2} \approx 2 \text{ mm}$$

$$Hc = 2 * 18 = 36 \text{ mm}$$

7. Randamentul

În proiectarea unei mașini simple de tipul unui cric, a unei prese sau a unui dispozitiv de lucru similar, randamentul constituie un principal criteriu de evaluare tehnico-economică

Conform definiției cunoscute:

$$\eta = \frac{L_u}{L_c} = \frac{F * \delta}{M_{tot} * 2\pi} = \frac{7000 * 2}{(13350 + 13182) * 2 * 3.14} = 0.084 = 8.42\%$$
$$\eta = \frac{tg \psi}{tg(\psi + \varphi'')} = \frac{tg(0.042)}{tg(0.042 + 0.207)} = 0.165 = 16.5\%$$

L_u - lucrul mecanic util, corespunzător unei rotații complete a elementului de antrenare, este dat de deplasarea sarcinii F pe o distanță δ

În legătura cu precizarea distanței δ există următoarea precizare:

O singură cupla surub-piuliță orientate pe direcția deplasării sarcinii : $\delta = p$

L_c - Lucrul mecanic consumat, corespunzător unei rotații complete a elementului de antrenare se estimează pe baza momentului total, M_{tot} , din diagrama de eforturi $L_c = M_{tot} * 2 \pi$

8. Proiectarea Corpului

Forma și dimensiunile corpului trebuie să răspundă cerințelor formulate în tema proiectului (să îndeplinească rolul funcțional), să asigure o bună siguranță în funcționare din punctul de vedere al tuturor solicitărilor care se pun în evidență și sunt determinate și determinate la rândul lor procedeele tehnologice care se vor, sau trebuie, a fi folosite..

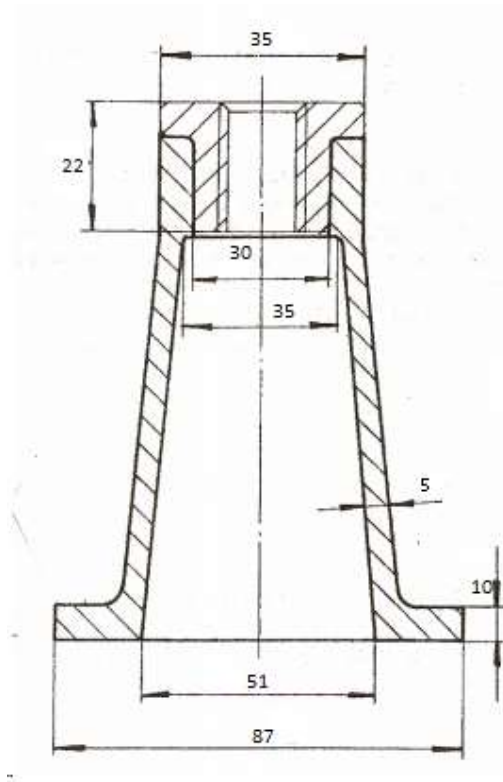
Corpurile acestor cricuri se află în fluxul de forță între piulița fixă și suprafața de așezare a cricului. Pe lângă această funcție, corpul cricurilor include, sau doar susține și sistemul de blocare a piuliței.

În mare parte, sistemul de blocare a piuliței sau șurubului este desemnat concretizat:

Trebuie proiectate:

- Tehnologia de realizare a corpului (turnat, sudat, alte soluții)
- Forma corpului
- Materialul
- Înălțimea corpului
- Dimensiunile și forma corpului în zona de contact cu piulița
- Dimensiunile suprafeței bazei

Pentru corpurile turnate, plecând de la D_e se determină D_{in} ($D_{in} = D_e + (5 \dots 10) \text{ mm}$), apoi se determină D_{bi}



$$D_{in} = D_e + (5 \dots 10) \text{ mm} = 30 + 5 = 35 \text{ mm}$$

$$D_{bi} = D_{in} + 2 * x$$

$$x = Ht * \tan 3^\circ = 150 * \tan 3^\circ = 7.9 \text{ mm}$$

$$\Delta H_t = H + (50..60)mm = 150 mm,$$

$$D_{bi} = D_{in} + 2 * x = 35 + 2 * 7.9 \approx 51 mm$$

$$D_{be} = \sqrt{\frac{4 * 7000}{\pi * 2}} + D_{bi}^2 \approx 87 mm$$

Se va utiliza următoarea tensiune admisibilă: 2 Mpa pentru beton;

Pentru evitarea rotirii piuliței, între piulița și corp se va utiliza următorul ajustaj: **H7/j6**

9. Tolerante și ajustaje pentru filetul trapezoidal

Toleranțele și ajustajele pentru filetul trapezoidal și ferăstrău sunt precizate prin STAS 2114/4-75 și respectiv STAS 2234/3-75. Prevederile acestor standarde nu se aplică filetelor care necesită exigențe speciale în privința deplasărilor axiale (de exemplu șuruburilor conducătoare ale mașinilor-unelte).

Terminologia și simbolurile sunt conform STAS 8100-68 (Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje. Terminologie și simboluri).

Toleranțele se aplică dimensiunilor nominale. Abaterile limită se consideră de la profilele nominale ale filetului exterior și interior, în direcție perpendiculară pe axa filetului.

Filet trapezoidal Tr16x2

- Conform anexelor rezulta:
- Clasa de precizie: mijlocie
- Lungimea de înșurubare: lungă

Filetul exterior

Tr16x2

Diametrul exterior			Diametrul mediu			Diametrul interior		
d [mm]	as [μm]	Td [μm]	d2 [mm]	as [μm]	Td2 [μm]	d3 [mm]	as [μm]	TD3 [μm]
16	0	180	15	-71	375	13.5	0	383

Filetul interior

Tr16x2

Universitatea Politehnica din București
Facultatea Inginerie Mecanică și Mecatronică
Departamentul Organe de Mașini și Tribologie

Diametrul interior			Diametrul mediu		
D1 [mm]	Ai [μm]	TD1 [μm]	D2 [mm]	Ai [μm]	TD2 [μm]
14	0	236	15	0	335