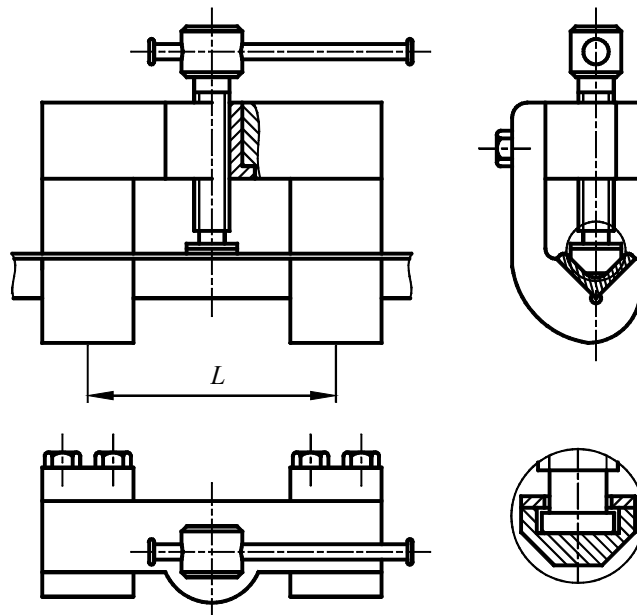


## II NAMŲ DARBO PAVYZDYS

### UŽDUOTIS

Suprojektuoti rankinį sraigtinį presą plieninių profilių lankstymui pagal duotą schemą (žr. 1 pav.), kai:

- sraigto eiga  $H = 150 \text{ mm}$ ,
- atstumas tarp atramų  $L = 250 \text{ mm}$ ,
- profilis:  $\frac{L \text{ profilis } A - 50 \times 50 \times 5 \text{ GOST } 8509-72}{\text{plienas } Cr3cn \text{ GOST } 380-71}$ ,
- sriegio tipas: *trapecinis*,
- sraigto medžiaga *plienas*, veržlės medžiaga *bronz*a.



1 pav. Rankinio sraigtinio preso eskizas

Reikia atlikti:

1. Preso detalių stipruminius skaičiavimus.
2. Preso brėžinį.
3. Preso specifikaciją.

II namų darbą pateikti gynimui iki \*\*\*\*\*

Pastaba: šią užduotį būtina pridėti prie savarankiško darbo ataskaitos.

**Laiku nepateikus darbo, jo įvertinimas bus sumažintas per pusę.**

2004	Stadija		A4	Ruošė	J.Jonaitis		„MAŠINŲ ELEMENTAI 1“ ANTRO NAMŲ DARBO SKAIČIUOTĖ		
	N	D		Tikrino	D.Vaičiulis				
			N. kontr.						
Keit.	Dokum. Nr.	Data	Tvirtino						
Byla				KTU PI		PM – 1	<b>ME1-02-00.SK</b>	Lapų	Lapas
Kaup.								8	1

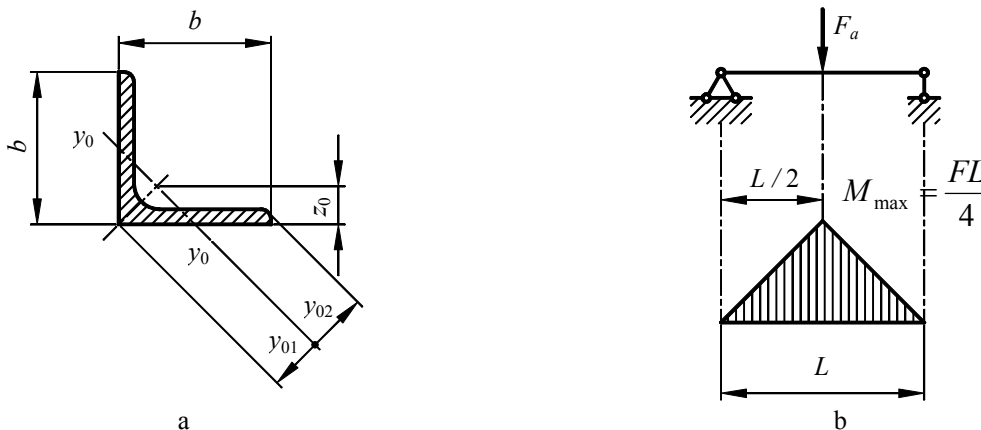
# SPRENDIMAS

## AŠINĖS JĖGOS NUSTATYMAS

Pagal kampuočio numerį iš [2P.136] parenkame jo ploto inercijos momentą  $I_{y_0}$  ir apskaičiuojame ploto atsparumo momentą  $W_{y_0}$  ašies  $y_0 - y_0$  atžvilgiu (žr. 2 pav., a):

$$b = 50.0 \text{ mm};$$

$$z_0 = 14.2 \text{ mm};$$



2 pav. Skaičiavimo schemas: a – maksimalaus atstumo  $y_{max}$  nuo lenkimo neutralės nustatymui; b – sraigta veikiančios jėgos  $F$  nustatymui

$$I_{y_0} = 46\,300.0 \text{ mm}^4;$$

$$y_{0\max} = \max(y_{01}, y_{02}) = \max\left(z_0 \sqrt{2}, \approx \frac{b-2z_0}{\sqrt{2}}\right) = \max\left(14.2 \times \sqrt{2}, \frac{50-2 \times 14.2}{\sqrt{2}}\right) = \max(20.08, 15.27) = 20.08 \text{ mm};$$

$$W_{y_0} = \frac{I_{y_0}}{y_{0\max}} = \frac{46\,300}{20.08} = 2\,305.6 \text{ mm}^3.$$

Apskaičiuojame reikalingą jėgą  $F_a$  kampuočiui sulenkti iš kampuočio stiprumo sąlygos lenkimui (2 pav., b).

$$\sigma_l = \frac{M_{\max}}{W_{y_0}} = \frac{F_a L}{4 W_{y_0}}.$$

Šioje išraiškoje vietoje  $\sigma_l$  įstatome kampuočio medžiagos stiprumo ribą  $\sigma_{ut} = 460 \text{ MPa}$ . Tada:

$$F_a = \frac{4 \sigma_{ut} W_{y_0}}{L} = \frac{4 \times 460 \times 2\,305.6}{250} = 16\,969.0 \text{ N}, \quad \text{primame } F_a = 17\,000.0 \text{ N}.$$

## SRAIGTO PROJEKTINIAI SKAIČIAVIMAI

Sraigta numatome gaminti iš plieno 45 (GOST 1050-74). Plieno 45 takumo ir stiprumo ribos [2P.105]:

$$\sigma_{yt} = 360 \text{ MPa};$$

$$\sigma_{ut} = 610 \text{ MPa}.$$

Parinkame veržlės aukščio koeficientą:

$$\psi_H = \frac{H_y}{d_2} = 2.0.$$

Trapecinio sriegio aukščio koeficientas:

$$\psi_h = \frac{h}{p} = 0.5.$$

			KTU PI	PM – 1	ME1-02-00.SK	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data				2

Leistinasis lyginamasis slėgis  $p_{adm}$  sriegyje, kai sraigto-veržlės medžiagos yra plienas-bronza:

$$p_{adm} = 10 \text{ MPa.}$$

Vidutinis sriegio skersmuo:

$$d_2 = \sqrt{\frac{F_a}{\pi \psi_H \psi_h p_{adm}}} = \sqrt{\frac{17\,000.0}{\pi \cdot 2.0 \cdot 0.5 \cdot 10}} = 23.3 \text{ mm.}$$

Parinkame sraigta, kurio  $d_2 = 23.5 \text{ mm}$  ir  $p = 5.0 \text{ mm}$ .

Sraigto išorinis skersmuo:

$$d = d_2 + 0.5 p = 23.5 + 0.5 \times 5.0 = 26.0 \text{ mm.}$$

Sraigto vidinis skersmuo:

$$d_1 = d - p = 26.0 - 5.0 = 21.0 \text{ mm.}$$

Sraigto sriegis **Tr 26 × 5 GOST 9484-73**, kurio:

sriegio žingsnis  $p = 5.0 \text{ mm}$ ;

išorinis sriegio skersmuo  $d = 26.0 \text{ mm}$ ;

vidinis sriegio skersmuo  $d_1 = 21.0 \text{ mm}$ ;

vidutinis sriegio skersmuo  $d_2 = 23.5 \text{ mm}$ .

Sriegio vijų kilimo kampas:

$$\varphi = \arctg \frac{p}{\pi d_2} = \arctg \frac{5.0}{\pi \cdot 23.5} = 3.87^\circ.$$

Numatome, kad sriegis bus tepamas. Trinties koeficientas sriegyje  $f_s = 0.08$ . Redukuotas trinties kampas:

$$\rho' = \arctg \frac{f_s}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \arctg \frac{0.08}{\cos \frac{30^\circ}{2}} = 4.74^\circ.$$

Kadangi  $\varphi < \rho'$  ( $3.87^\circ < 4.74^\circ$ ) sriegis yra savistabdis.

Veržlės aukštis:

$$H_v = \psi_H d_2 = 2 \cdot 23.5 = 47.0 \text{ mm,} \quad \text{priimame } H_v = 48.0 \text{ mm.}$$

Vijų skaičių veržlėje:

$$z = \frac{H_v}{p} = \frac{48.0}{5.0} = 9.6, \quad z(9.6) \leq 10.$$

## SRAIGTO PATIKRINAMIEJI SKAIČIAVIMAI

### SRAIGTO STABILUMO TIKRINIMAS

Sraigto skerspjuvio inercijos spindulys:

$$i_{min} = \frac{d_1}{4} \sqrt{0.4 + 0.6 \frac{d}{d_1}} = \frac{21.0}{4} \sqrt{0.4 + 0.6 \frac{26.0}{21.0}} = 5.6 \text{ mm.}$$

Sraigto galų įtvirtinimai:

- kadangi darbo metu laisvasis sraigto galas atsiremia į kampuočių, tai laikome, kad jis „įtvirtintas“ šarnyriškai;
- kadangi  $H_v / d_2 = 48.0 / 23.5 = 2.04 > 1.5$ , tai laikome, kad sraigtas veržlėje įtvirtintas standžiai.

Taigi sraigto ilgio redukcijos koeficientas  $\mu = 0.7$ .

Santykinis ribinis liaunumas:

$$C_\lambda = \frac{\mu H}{\pi i_{min}} \sqrt{\frac{\sigma_{yt}}{2 E}} = \frac{0.7 \cdot 150}{\pi \cdot 5.6} \sqrt{\frac{360}{2 \cdot 2 \cdot 10^5}} = 0.18.$$

Kadangi  $C_\lambda < 0.55$ , tai sraigto kludimui netikrinsime.

			KTU PI	PM – 1	ME1-02-00.SK	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data				3

SRAIGTO STIPRUMO TIKRINIMAS

Trinties jėgų sukimo momentas sriegyje:

$$T_s = F_a \operatorname{tg}(\varphi + \rho') \frac{d_2}{2} = 17\,000.0 \operatorname{tg}(3.87^\circ + 4.74^\circ) \frac{23.5}{2} = 30\,241.5 \text{ N}\cdot\text{mm}.$$

Priimame, kad sraigto galinio paviršiaus skersmuo  $d_g = 24.0$  mm (žr. 3 pav.). To paties galinio paviršiaus vidutinis skersmuo:

$$d_{g \text{ vid}} = \frac{2 d_g}{3} = \frac{2 \cdot 24.0}{3} = 16.0 \text{ mm}.$$

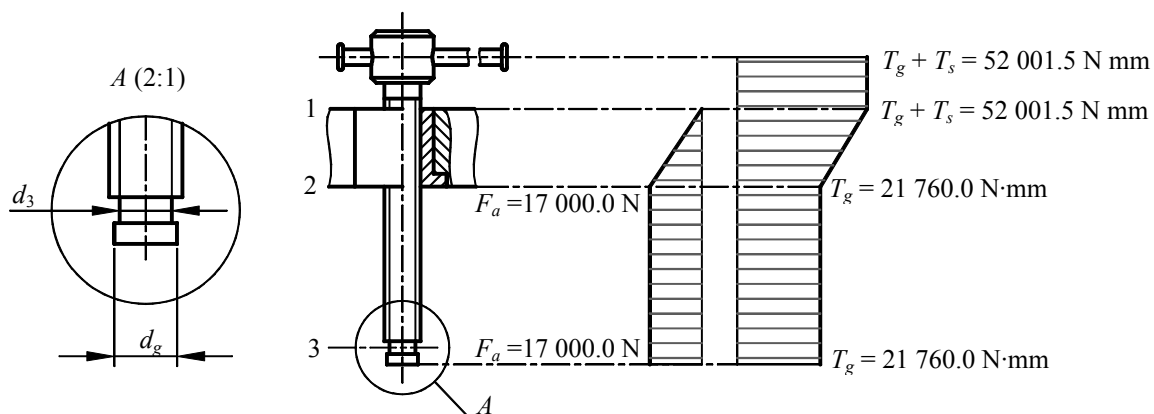
Trinties koeficientas galiniame sraigto paviršiuje:

$$f = 0.16.$$

Trinties jėgų sukimo momentas galiniame sraigto paviršiuje:

$$T_g = F_a f \frac{d_{g \text{ vid}}}{2} = 17\,000.0 \cdot 0.16 \frac{16.0}{2} = 21\,760.0 \text{ N}\cdot\text{mm}.$$

Braižome sraigto gniuždymo jėgos ir sukimo momento epiūras (3 pav.). Iš 3 pav. matyti, kad pavojingi pjūviai yra 1 ir 3. Priimame  $d_3 = 20$  mm.



3 pav. Sraigta veikiančių ašinės jėgos ir sukimo momento epiūros

Numatome, kad sraigtas bus veikiamas apkrovos, kuri kinta pulsuojančiu ciklu. Sraigto medžiagos leistinieji tempimo (gniuždymo) įtempimai:

$$\sigma_{adm} = 0.20 \sigma_{ut} = 0.20 \cdot 610 = 122 \text{ MPa}, \quad \text{priimame } \sigma_{adm} = 120 \text{ MPa}.$$

Ekvivalentiniai įtempimai pavojinguose pjūviuose:

$$1 \text{ pjūvis: } \sigma_{ekv} = \sqrt{\left(\frac{4 F}{\pi d_1^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 T}{\pi d_1^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \times 0}{\pi 21.0^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 \times 52\,001.5}{\pi 21.0^3}\right)^2} = 49.5 \text{ MPa}, \quad \sigma_{ekv} (49.5) \leq \sigma_{adm} (120);$$

$$3 \text{ pjūvis: } \sigma_{ekv} = \sqrt{\left(\frac{4 F}{\pi d_3^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 T}{\pi d_3^3}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4 \times 17 \times 10^3}{\pi 20.0^2}\right)^2 + 3 \left(\frac{16 \times 21\,760.0}{\pi 20.0^3}\right)^2} = 59.2 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{ekv} (59.2) \leq \sigma_{adm} (120).$$

			KTU PI	PM – 1	ME1-02-00.SK	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data				4

## VERŽLĖS SKAIČIAVIMAS

Veržlę numatome gaminti iš bronzos Бр.ОФ10-1 (OST 1.90054-72). Parenkame veržlės medžiagos leistinuosius įtempimus:

leistinieji tempimo (gniuždymo) įtempimai  $\sigma_{t adm} = 40 \text{ MPa}$ ;

leistinieji glemžimo įtempimai  $\sigma_{gl adm} = 40 \text{ MPa}$ ;

leistinieji kirpimo įtempimai  $\tau_{k adm} = 23 \text{ MPa}$ .

Išorinis veržlės skersmuo (4 pav.):

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3 F_a}{\pi \sigma_{t adm}} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times 17\,000.0}{\pi \times 40} + 26.0^2} = 37.1 \text{ mm}, \quad \text{priimame } D = 38.0 \text{ mm}.$$

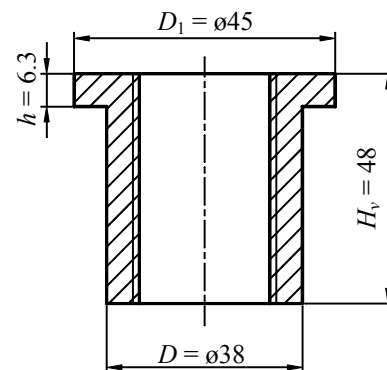
Veržlės borto skersmuo (4 pav.):

$$D_1 \geq \sqrt{\frac{4 F_a}{\pi \sigma_{gl adm}} + D^2} = \sqrt{\frac{4 \times 17\,000.0}{\pi \times 45.0} + 38^2} = 44.6 \text{ mm},$$

priimame  $D_1 = 45.0 \text{ mm}$ .

Veržlės borto aukštis (4 pav.):

$$h \geq \frac{F_a}{\pi D \tau_{k adm}} = \frac{17\,000.0}{\pi \times 38.0 \times 23} = 6.2 \text{ mm}, \quad \text{priimame } h = 6.3 \text{ mm}.$$



4 pav. Veržlės matmenys

## RANKENOS SKAIČIAVIMAS

Rankeną numatome gaminti iš plieno 45 (GOST 1050-74). Rankenos ilgis:

$$L_r \geq \frac{T_s + T_g}{F_d} = \frac{30\,241.5 + 19\,040.0}{250} = 197.1 \text{ mm}, \quad \text{priimame } L_r = 250 \text{ mm}.$$

Rankenos medžiagos takumo riba [2P.105]:  $\sigma_{yt} = 360 \text{ MPa}$ .

Leistinieji rankenos medžiagos lenkimo įtempimai:

$$\sigma_{l adm} \approx (0.6 \dots 0.8) \sigma_{yt} = (0.6 \dots 0.85) 360 = 216 \dots 306 \text{ MPa}, \quad \text{priimame } \sigma_{l adm} = 260 \text{ MPa}.$$

Rankenos skersmuo:

$$d_r \geq \sqrt[3]{\frac{32 (T_s + T_g)}{\pi \sigma_{l adm}}} = \sqrt[3]{\frac{32 (30\,241.5 + 21\,760.0)}{\pi \times 260}} = 12.7 \text{ mm}, \quad \text{priimame } d_r = 13 \text{ mm}.$$

## KITŲ PRESO ELEMENTŲ STIPRUMINIAI SKAIČIAVIMAI

### VARŽTŲ PARINKIMAS

Varžtus numatome gaminti iš plieno 45 (GOST 1050-74). Vieną atramą numatome tvirtinti dviem varžtais, t.y.  $n_v = 2$ . Plieno 45 takumo riba pateikta 2 psl.

Leistinieji kirpimo įtempimai:

$$\tau_{k adm} = (0.2 \dots 0.4) \sigma_{yt} = (0.2 \dots 0.4) \times 360 = 72 \dots 144 \text{ MPa}, \quad \text{priimame } \tau_{k adm} = 100 \text{ MPa}.$$

Leistinieji glemžimo įtempimai:

$$\sigma_{gl adm} = (0.8 \dots 0.9) \sigma_{yt} = (0.8 \dots 0.9) 360 = 288 \dots 324 \text{ MPa}, \quad \text{priimame } \sigma_{gl adm} = 300 \text{ MPa}.$$

Varžtų kotelio skersmuo (žr. 5 pav.):

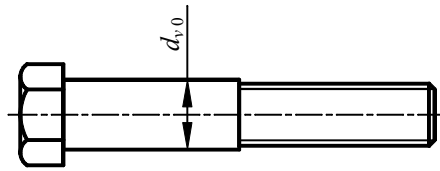
			KTU PI	PM – 1	ME1-02-00.SK	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data				5

$$d_{v0} \geq \sqrt{\frac{4 K_{ap} F_a / 2}{n_v \pi \tau_{k adm}}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.25 \times 17\,000.0 / 2}{2 \pi 100}} = 8.2 \text{ mm.}$$

čia  $K_{ap} = 1.25$  – apkrovos tarp kablų pasiskirstymo netolygumo koeficientas.

Numatome naudoti varžtus **M8 × 45.66 GOST 7817-72**, kurių  $d_{v0} = 9.0$  mm [2P.521].

Varžtų stiebelius glemžimui patikrinsime, kai žinosime likusių rankinio preso elementų matmenis.



5 pav. Parinktų varžtų forma

### KABLIO SKAIČIAVIMAS

Kablius numatome gaminti iš plieno 45.

Leistinieji kirpimo įtempimai (žr. aukščiau):

$$\tau_{k adm} = 100 \text{ MPa.}$$

Leistinieji tempimo įtempimai:

$$\sigma_{t adm} = (0.5 \dots 0.7) \sigma_{yt} = (0.5 \dots 0.7) 360 = 180 \dots 252 \text{ MPa, priimame } \sigma_{t adm} = 200 \text{ MPa.}$$

Parinkame sekančius kablo matmenis (6 pav., a):

$$H_1 = 200.0 \text{ mm (kad sulenktas profilis neliestų korpuso);}$$

$$H_2 = 24.0 \text{ mm;}$$

$$B_1 = 20.0 \text{ mm.}$$

$B_2$  apskaičiuojamas iš sąlygos, kad kablyje tilptų L formos profilis 50×50×4:

$$B_2 > b \cos 45^\circ + B_1 / 2 = 50.0 \cos 45^\circ + 30.0 / 2 = 50.4 \text{ mm, priimame } B_2 = 53.0 \text{ mm;}$$

$$B_3 = 50.0 \text{ mm;}$$

$$B_4 = 20.0 \text{ mm;}$$

$$B_5 = 15.0 \text{ mm;}$$

$$d_v = 8.0 \text{ mm.}$$

1 pjūvį tikriname tempimui ir lenkimui (6 pav., a):

$$\sigma_l = K_{ap} \left( \frac{F_a / 2}{B_1 B_3} + \frac{6 B_2 F_a / 2}{B_1^2 B_3} \right) = 1.25 \left( \frac{17\,000.0}{2 \times 20.0 \times 50.0} + \frac{3 \times 17\,000.0 \times 53.0}{20.0^2 \times 50.0} \right) = 179.6 \text{ MPa, } \sigma_l (179.6) \leq \sigma_{t adm} (200).$$

2 pjūvį tikriname tempimui (varžtų galvutės prispaudžia kablį ir galime laikyti, kad ši dalis nėra lenkiama) (6 pav., a):

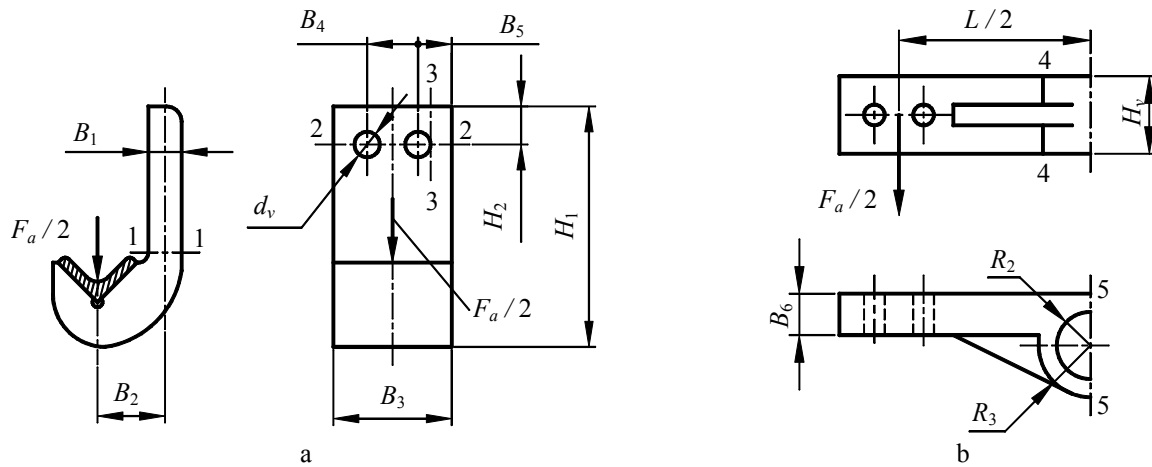
$$\sigma_t = \frac{K_{ap} F_a / 2}{B_1 (B_3 - 2 d_v)} = \frac{1.25 \times 17\,000.0}{2 \times 20.0 \times (50.0 - 2 \times 8.0)} = 15.6 \text{ MPa, } \sigma_t (15.6) \leq \sigma_{t adm} (200).$$

3 pjūvį tikriname kirpimui (6 pav., a):

$$\tau_k = \frac{K_{ap} F_a / 2}{2 (H_2 - d_v / 2) B_1 n_v} = \frac{1.25 \times 17\,000.0}{4 (24.0 - 4.0) 20.0 \times 2} = 6.6 \text{ MPa, } \tau_k (6.6) \leq \tau_{k adm} (100).$$

Kablo tvirtinimo skylių tikrinimas glemžimui bus atliktas po korpuso matmenų nustatymo.

			KTU PI	PM – 1	ME1-02-00.SK	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data				6



6 pav. Skaičiavimo schemas: a – preso kablo; b – preso korpuso

### PRESO KORPUSO SKAIČIAVIMAS

Kadangi presas yra vienetinis gaminytis, tai jo korpusą numatome gaminti iš plieno 45 lakštu, naudojant suvirinimo operacijas.

Leistinieji lenkimo įtempimai:

$$\sigma_{1 adm} = (0.6 \dots 0.8) \sigma_{yt} = (0.6 \dots 0.8) 360 = 216 \dots 288 \text{ MPa, priimame } \sigma_{1 adm} = 250 \text{ MPa.}$$

Likę leistinieji įtempimai tokie pat kaip ir kablo (žr. aukščiau).

Parenkame sekančius korpuso matmenis (6 pav., b):

**$B_6 = 20 \text{ mm}$**  (mažiau imti negalima – bus nepakankamai gilios skylės kablų tvirtinimui);

$$R_2 = D/2 = 19.0 \text{ mm};$$

$$R_3 = 26.0 \text{ mm};$$

$$L_1 = 30 \text{ mm.}$$

4 pjūvį tikriname lenkimui (5 pav., b), neįvertinant standumo briaunos ir įtempimų koncentratoriaus:

$$\sigma_l = \frac{6 \left( \frac{L}{2} - R_3 \right) K_{ap} \frac{F_a}{2}}{B_6 H_v^2} = \frac{6 \left( \frac{250.0}{2} - 26.0 \right) 1.25 \frac{17\,000.0}{2}}{20.0 \times 48.0^2} = 137.0 \text{ MPa, } \sigma_l (137.0) \leq \sigma_{1 adm} (250).$$

5 pjūvį tikriname lenkimui (6 pav., b):

$$\sigma_l = \frac{6 \frac{F_a}{2} \frac{L}{2}}{2 (R_3 - R_2) H_v^2} = \frac{6 \frac{17\,000.0}{2} \frac{250.0}{2}}{2 (26.0 - 19.0) 48^2} = 247.0 \text{ MPa, } \sigma_l (247.0) \leq \sigma_{1 adm} (250).$$

Darbo metu dėl preso korpuso nesimetriškumo pastarasis bus sukamas ir pavojingame pjūvyje 4-4 atsiras sukimo įtempimai. Kadangi maksimalus sukimo momentas  $T = F_a \left( R_3 - \frac{B_6}{2} \right) = 17\,000.0 \left( 26.0 - \frac{20.0}{2} \right) = 272.0 \text{ kN}\cdot\text{mm}$

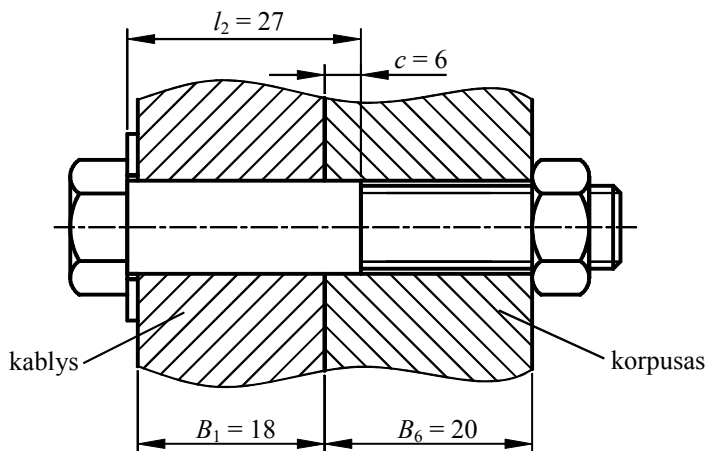
lyginant su lenkimo momentu  $M = \frac{F_a}{2} \frac{L}{2} = \frac{17\,000.0 \times 250.0}{4} = 1\,275.0 \text{ kN}\cdot\text{mm}$  yra palyginti nedidelis (sudaro 21.3%),

o stiprumo atsarga lenkimui 4-4 pjūvyje yra pakankamai didelė –  $\left| \frac{260 - 137.0}{260} \right| 100\% = 47.3\%$ , tai korpuso stiprumo lenkimui ir sukimui (kartu paėmus) neatliksime.

			KTU PI	PM – 1	ME1-02-00.SK	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data				7

### VARŽTŲ PATIKRINIMAS GLEMŽIMUI

Varžto M8 × 45.66 GOST 7817-72, kotelio ilgis  $l_2 = 27$  mm. Tokio varžto minimalus glemžiamo paviršiaus ilgis yra  $c = l_2 - B_1 - 3 = 27 - 18 - 3 = 6$  mm; čia 3 mm – poveržlės storis (7 pav.).



7 pav. Varžto (arba korpuso) glemžiamo paviršiaus ilgio nustatymas

Varžto stiprumas glemžimui:

$$\sigma_{gl} = \frac{K_{ap} F_a / 2}{d_{v0} c n_v} = \frac{1.25 \times 17\,000.0 / 2}{9.0 \times 6.0 \times 2} = 98.4 \text{ MPa}, \quad \sigma_{gl} (98.4) \leq \sigma_{gl adm} (300).$$

### **PRESO NAUDINGUMO KOEFICIENTAS**

Sraigtinės poros naudingumo koeficientas:

$$\eta_s = \frac{\text{tg } \varphi}{\text{tg}(\varphi + \rho') + f \frac{d_{g\,vid}}{d_2}} = \frac{\text{tg } 3.87^\circ}{\text{tg}(3.87^\circ + 4.74^\circ) + 0.16 \frac{14.0}{23.5}} = 0.275.$$

Dėl trinties tarp L profilio ir kabių sumažėja preso naudingumo koeficientas. Priimame, kad kiekviename kablo L profilio kontakte dėl trinties naudingumo koeficientas sumažėja 0.7 karto.

Preso naudingumo koeficientas:

$$\eta = \eta_s \prod_{i=1}^k \eta_{i\,atr} = 0.275 \times 0.7 \times 0.7 = 0.135.$$

**BŪTINA PATEIKTI MECHANIZMO SURINKIMO BRĖŽINĮ IR SPECIFIKACIJĄ !**

			KTU PI	PM – 1	ME1-02-00.SK	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data				8