

ТЕХНИЧКА ШКОЛА
ШАБАЦ

ШКОЛСКА 2010./2011.

КОНСТРУКТИВНА ВЕЖБА

-ПРОРАЧУН РУЧНЕ ДИЗАЛИЦЕ-

ПРОФЕСОР:

дипл. маш. инж. М. Ђурић

УЧЕНИК:

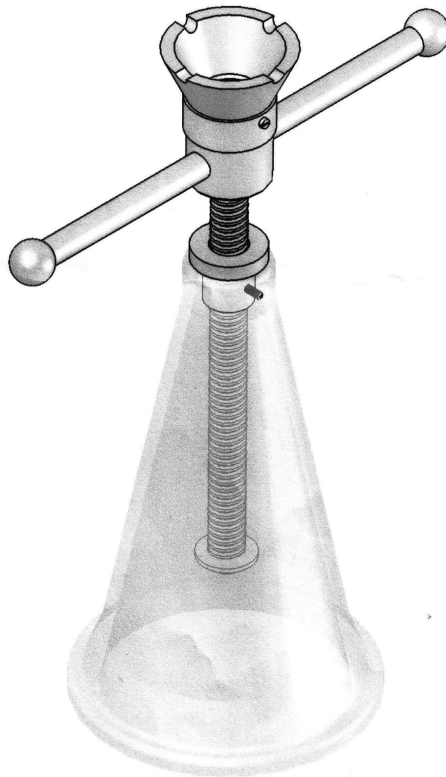
Прорачунати ручну дизалицу са навојним вретеном за подизање терета

Дати су податци:

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| • Оптерећење | $F = 30 \text{ KN}$ |
| • Ручна сила | $F_r = 0.2 \text{ KN}$ |
| • Материјал навојног вретена | Č.0460 |
| • Материјал навртке | P.CuSn14 |
| • Висина дизања терета | $h = 400 \text{ mm}$ |
| • Материјал трупа | SL200 |
| • Број радника | $k = 1$ |
| • Коефицијент трења | $\mu = 0.1$ |

Потребно је урадити:

1. Прорачунати основне геометријске мере делова дизалице
2. Нацртати склопни цртеж дизалице и све детаљне цртеже делова које треба израдити



1. Навојно вретено

1.1. Димензионисање навојног вретена

1.1.1. Површина језгра навојног вретена

$$A_1 \geq 1.25 \cdot F / \sigma_{pd} \cdot \xi \geq 1.25 \cdot 30000 / 83.34 \cdot 0.8$$

$$A_1 \geq 562.45 \text{ mm}^2$$

Усвајам: Tr 36 x 6 JUS M.B0.062

$$d_2 = 33 \text{ mm}$$

$$d_1 = 29.5 \text{ mm}$$

$$H_1 = 2.5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 683 \text{ mm}^2$$

$$\varphi = 3.31^\circ$$

1.1.1.1. Дозвољени напон на притисак

$$\sigma_{pd} = R_{ch} / S = 250 / 3$$

$$\sigma_{pd} = 83.34 \text{ N/mm}^2$$

1.1.1.1.1. Напон на граници течења

$$R_{ch} = 250 \text{ N/mm}^2 \text{ za } \check{C}.0460$$

1.1.1.1.2. Степен сигурности

$$S = 3$$

1.1.1.2. Коefицијент степена тачност израде навоја

$$\xi = 0.8$$

1.2. Провера навојног вретена

1.2.1. Провера самокочивости навојног вретена

1.2.1.1. Угао трења

$$\rho' = \arctan 1.035 \cdot \mu = \arctan 1.035 \cdot 0.1$$

$$\rho' = 5.91^\circ$$
$$5.91^\circ > 3.31^\circ$$

1.2.2. Провера навојног вретена на увијање и притисак

1.2.2.1. Момент увијања

$$T = F [\operatorname{tg}(\varphi + \rho') \cdot d_2 / 2] = 30000 [\operatorname{tg}(3.31^\circ + 5.91^\circ) \cdot 33 / 2]$$

$$T = 80350 \text{ Nmm}$$

1.2.2.1.1. Коefицијент трења у лежају

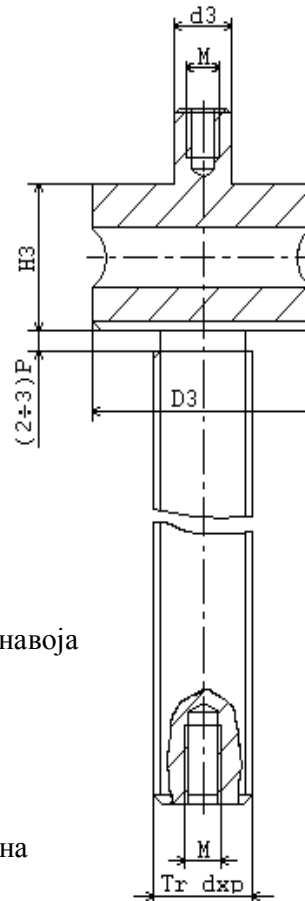
$$\mu_k = 0.003 \div 0.004$$

1.2.2.1.2. Проврт лежаја

$$d_3 = 0.6 \cdot d = 0.6 \cdot 36$$

$$d_3 = 21.6 \text{ mm}$$

$$\text{усвајам } d_3 = 25 \text{ mm}$$



1.2.2.2. Напон увијања

$$\tau_u = 16 \cdot T / d_1^3 \cdot \pi = 16 \cdot 80350 / 29.5^3 \cdot \pi \quad \underline{\tau_u = 15.9 \text{ N/mm}^2}$$

1.2.2.3. Напон на притисак

$$\sigma_p = 4 \cdot F / d_1^2 \cdot \pi = 4 \cdot 30000 / 29.5^2 \cdot \pi \quad \underline{\sigma_p = 43.9 \text{ N/mm}^2}$$

1.2.2.4. Сложени напон

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_p^2 + \left(\frac{Re h}{Re h \tau} \cdot \tau_u \right)^2} = \sqrt{43.9^2 + \left(\frac{250}{200} \cdot 15.9 \right)^2} \quad \underline{\sigma_i = 48.2 \text{ N/mm}^2}$$

1.2.2.4.1. Напон на граници течења за тангенцијални напон

$$R_{ehr} = 0.8 \cdot R_{eh} = 0.8 \cdot 250 \quad \underline{R_{ehr} = 200 \text{ N/mm}^2}$$

1.2.2.5. Степен сигурности навојног вретена

$$S = R_{eh} / \sigma_i = 250 / 48.2 \quad \underline{S = 5.2}$$

1.2.3. Провера навојног вретена на извијање

1.2.3.1. Виткост навојног вретена

$$\lambda = 8 \cdot L_{\max} / d_1 = 8 \cdot 400 / 29.5 \quad \underline{\lambda = 108.5}$$

1.2.3.2.1 Степен сигурности против извијања по Ојлеру

$$S = E \cdot \pi^2 / \lambda^2 \cdot \sigma_p = 2.1 \cdot 10^5 \cdot \pi^2 / 108.5^2 \cdot 43.9 \quad \underline{S = 4}$$

Степен сигурности задовољава

$$\underline{S_{\min} = 3}$$

1.2.3.2.1 Степен сигурности против извијања по Тетмајеру

$$S = \sigma_{k0} - \lambda \cdot k \cdot \sigma_p =$$

$\sigma_{k0} = 350 \text{ N/mm}^2$ за \checkmark .
 $k = 0.6 \text{ N/mm}^2$

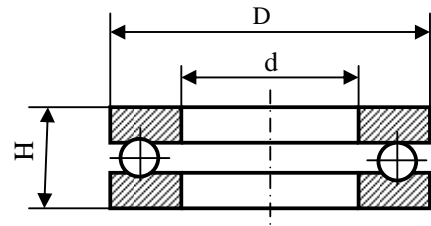
1.3. Избор колутног лежаја

1.3.1. Проврт лежаја

$$d = d_3 = 25 \text{ mm}$$

1.3.2. Усвајам колутни лежај 51205 са мерама:

- проврт лежаја
- спољни пречник колута
- висина лежаја
- полупречник заобљења колута
- динамичка носивост лежаја
- статичка носивост лежаја



$$d = 25 \text{ mm}$$

$$D = 47 \text{ mm}$$

$$H = 15 \text{ mm}$$

$$r = 0.6 \text{ mm}$$

$$C = 28 \text{ kN}$$

$$C_0 = 50 \text{ kN}$$

1.3.3. Провера колутног лежаја

1.3.3.1. Еквивалентно статичко оптерећење

$$F_0 = F = 30\,000 \text{ N}$$

1.3.3.2. Статичка карактеристика лежаја

$$K_0 = 0.8 \div 1.2$$

$$\text{усвајам } K_0 = 1.1$$

1.3.3.3. Потребна статичка носивост лежаја

$$C_0 = K_0 \cdot F_0 = 1.1 \cdot 30\,000$$

$$C_0 = 33\,000 \text{ N}$$

Лежај задовољава

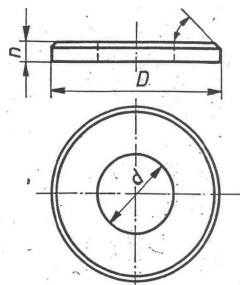
1.4 Осигурање навојног вретена

1.4.1. Усвајам вијак

$$M\ 12 \times 20 \text{ JUS M.B1.055}$$

1.4.2. Усвајам подложну плочицу

$$\phi 13 - \check{C}.000 \text{ JUS M.B2.014}$$



$$d_0 = 13 \text{ mm}, D = 40 \text{ mm}, n = 3 \text{ mm}$$

1.5. Остале мере навојног вретена

$$D_3 = D_1 + 5 = 72 + 5$$

$$D_3 = 77 \text{ mm}$$

$$H_3 = 0.8 \cdot D_3 = 0.8 \cdot 77 = 61.6$$

$$H_3 = 64 \text{ mm}$$

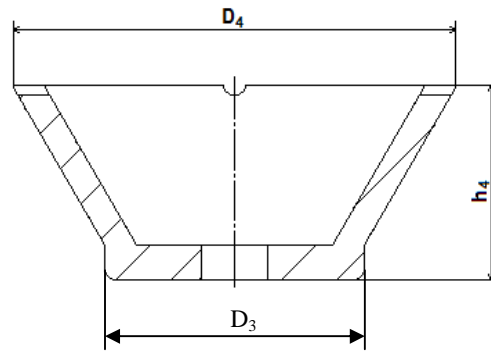
1.6. Мере носача терета

1.6.1. Висина главе

$$h_4 = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 36$$

1.6.2. Пречник главе

$$D_4 = 1.6 \cdot D_3 = 1.6 \cdot 77$$
$$D_4 = 123.2 \text{ mm}$$



усвајам $h_4 = 54 \text{ mm}$

усвајам $D_4 = 120 \text{ mm}$

1.7. Осигурање носача терета

1.7.1. Избор вијка

Усвајам вијак M 10 x 15 JUS M.B1.055

1.7.2. Избор подложне плочице

Усвајам подложну плочицу 10.5 – Č.000 JUS M.B2.014

$$d_0 = 10.5 \text{ mm} \quad D = 30 \text{ mm} \quad n = 2.5 \text{ mm}$$

2. Навртка

2.1. Висина навртке

$$l_n = (1.2 \div 1.5) \cdot d = 1.5 \cdot 36$$

$$l_n = 54 \text{ mm}$$

усвајам $l_n = 54 \text{ mm}$

2.2. Површински притисак у навојном споју

$$p = F \cdot P / l_n \cdot d_2 \cdot \pi \cdot H_1 = 30\,000 \cdot 6 / 54 \cdot 29.5 \cdot \pi \cdot 2.5$$

$$p = 14.4 \text{ N/mm}^2$$

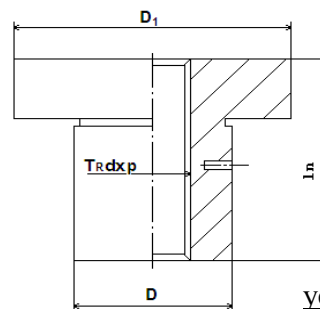
2.3. Дозвољени површински притисак за бронзу

$$p_d = 15 \div 20 \text{ N/mm}^2 \quad p < p_d$$

2.4. Мере навртке

2.4.1. Пречник навртке

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \sigma_{pd}} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30000}{\pi \cdot 35} + 36^2} = 48.8$$



усвајам $D = 50 \text{ mm}$

2.4.1.1. Дозвољени напон на притисак

$$\sigma_{pd} = R_{ch} / S = 140 / 4$$

$$\sigma_{pd} = 35 \text{ N/mm}^2$$

2.4.1.1.1. Напон на граници течења

$$R_{ch} = 140 \text{ N/mm}^2 \quad \text{за P.Cu.Su14}$$

2.4.2. Пречник венца навртке

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot p_d} + D^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30000}{\pi \cdot 15} + 50^2} = 71.4$$

усвајам $D_1 = 72 \text{ mm}$

2.4.3. Висина обода навртке

$$h_2 = F / D \cdot \pi \cdot \tau_{sd} = 30\,000 / 50 \cdot \pi \cdot 37.3 = 5.12 \text{ mm}$$

усвајам $h_2 = 10 \text{ mm}$

$$(h_2 = l_n/4)$$

2.4.3.1. Дозвољени напон на смицање

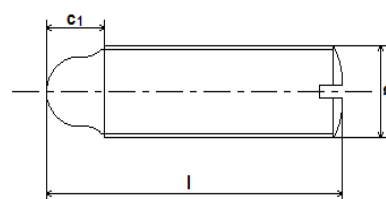
$$\tau_{sd} = 0.8 \cdot R_{eh} / S = 0.8 \cdot 140 / 3$$

$\tau_{sd} = 37.3 \text{ N/mm}^2$

2.5. Осигурање навртке од окретања

2.5.1. Избор вијака

Усвајам вијак M 5 x 10 JUS M.B1.291



3. Ручица

3.1. Дужина ручице

$$l_r = T / F_r = 80350 / 200 = 401.75 \text{ mm}$$

усвајам $l_r = 410 \text{ mm}$

3.1.1. Укупна дужина ручице

$$l = l_r + 1.8 \cdot d + 100 = 410 + 1.8 \cdot 20 + 100 = 546 \text{ mm}$$

усвајам $l = 550 \text{ mm}$

3.2. Пречник ручице

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_s}{\pi \cdot \sigma_{sd}}} \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 102300}{\pi \cdot 90}} \geq 22.6 \text{ mm}$$

усвајам $d = 25 \text{ mm}$

3.2.1. Момент савијања ручице

$$M_s = F_r \cdot l_1 = 200 \cdot 511.5$$

$M_s = 102300 \text{ Nmm}$

3.2.1.1. Рачунска дужина ручице

$$l_1 = l - D_3 / 2 = 550 - 77 / 2$$

$l_1 = 511.5 \text{ mm}$

3.2.1.2. Дозвољени напон савијања

$$\sigma_{sd} = \sigma_{D(0)} / S = 270 / 3$$

$\sigma_{sd} = 90 \text{ N/mm}^2$

3.2.1.2.1. Динамичка чврстоћа

$$\check{C}.0370 - \sigma_{D(0)} = 260 - 310 \text{ N/mm}^2$$

4. Трупа дизалице

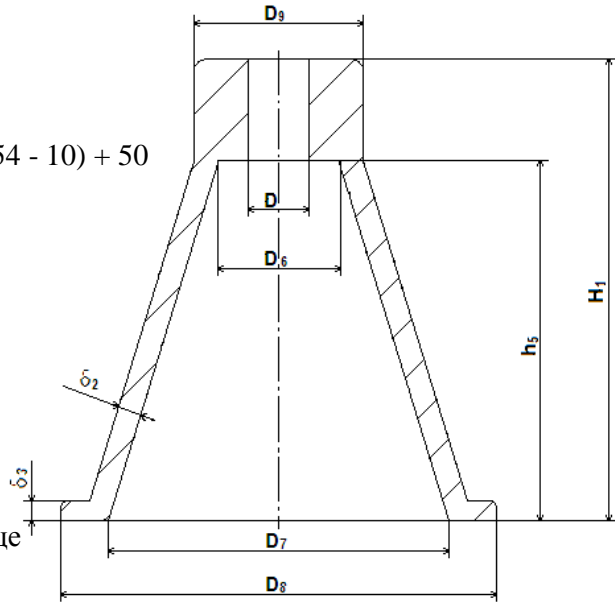
4.1. Висина трупа дизалице

$$H_1 = h + (l_n - h_2) + 50 = 400 + (54 - 10) + 50$$

$$\underline{H_1 = 494 \text{ mm}}$$

4.2. Нагиб трупа дизалице

$$\text{tg } \alpha = 0.2 \quad \alpha = 11^\circ$$



4.3. Остале мере трупа дизалице

$$D_6 = D + (5 \div 10) = 50 + 10$$

$$\underline{D_6 = 60 \text{ mm}}$$

$$D_9 = D_6 + 2 \cdot \delta_2 = 60 + 2 \cdot 8$$

$$\underline{D_9 = 76 \text{ mm}}$$

$$D_7 = D_6 + 2 \cdot h_5 \cdot \text{tg } \alpha = 76 + 2 \cdot 450 \cdot 0.2$$

$$\underline{D_7 = 256 \text{ mm}}$$

$$h_5 = H_1 - (l_n - h_2) = 494 - (54 - 10)$$

$$\underline{h_5 = 450 \text{ mm}}$$

$$D_8 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot p_d} + D_7^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30000}{\pi \cdot 4} + 256^2} = 274 \text{ mm}$$

$$\underline{\text{усвајам } D_8 = 280 \text{ mm}}$$

$$p_d = (3 \div 4) \text{ N/mm}^2 \quad \text{за дрво}$$

5. Степен корисног дејства

$$\eta = \text{tg } \varphi / \text{tg } (\varphi + \rho') = \text{tg } 3.31^\circ / \text{tg } (3.31^\circ + 5.91^\circ)$$

$$\underline{\eta = 0.356 = 35.6\%}$$

6. Технички опис ручне дизалице, руковање и одржавање :

Намена :

Ручна дизалица је намењена за подизање терета масе : $m = 3000 \text{ kg}$
Висина дизања терета је : $h = 400\text{mm}$

Постоље дизалице израђено је од сивог лива, SI 200 . Дата конструкција обезбеђује стабилност и безбедност приликом њене експлоатације.

Навојно вретено са трапезним навојем $T_R 36 \times 6$, израђено је од челика Č.0460. Смештено је у постоље са навртком која је израђена од калајне бронзе P.CuSu14. Навртка је осигурана од окретања увртним вијком M 5 x 10 JUS M.B1.291. Изабрани материјал навојног вретена и навртке обезбеђује дуг радни век трајања навојног споја због добре отпорности на хабање.

Осигурање против потпуног одвртања навојног вретена из навртке, на максималној висини, решено је помоћу подложне плочице $\phi 13 - \check{C}.000 \text{ JUS M.B2.014}$ и вијком M 12 x 20 JUS M.B1.055.

Носач терета смештен је на врху навојног вретена и ослоњен је на њега преко колутног лежаја 51205. Носач терета осигуран је од испадања вијком M 10 x 15 JUS M.B1.055 и подложном плочицом 10.5 – Č.000 JUS M.B2.014 .

Заштита колутног лежаја од прашине и других нечистоћа остварена је помоћу лима који је причвршћен за носач терета помоћу вијка M3x65-6 JUSM.B1.105

Пре постављања заштитног лима, колутни лежај треба подмазати графитном машћу. Такође, повремено треба подмазивати навојно вретено.

7. Литература:

- Клизни и котрљајни лежаји -Вера Крсмановић и Радивоје Митровић
- Конструисање за IV разред машинске школе -Спасоје Драпић
- Машински елементи – везе и спојеви машинских елемената -Слободан Верига
- Машински елементи I за други разред средњих стручних школа
- Машински елементи II за трећи разред средњих стручних школа