

Vstupní parametry:

$$F_{\text{lis}} := 600 \text{ kN} = 6 \times 10^5 \text{ N}$$

lisovací síla

$$\eta := 0.9$$

účinnost lisu

hydrogenerátor UPF 505:

$$P_{\text{max}} := 40 \text{ MPa}$$

maximální tlak hydrogenerátoru

$$V_n := 4.2 \text{ l} = 4.2 \times 10^{-3} \cdot \text{m}^3$$

pracovní objem nádrže

$$Q_h := 2.1 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

dodávaný průtok hydrogenerátoru

Výpočet pístu:

$$D_{1\text{min}} := \sqrt{\frac{F_{\text{lis}} \cdot 4}{\pi \cdot P_{\text{max}}}} = 138.198 \cdot \text{mm}$$

minimální průměr pístu

$$D_1 := 150 \text{ mm}$$

zvolená hodnota průměru pístu

$$F_{1\text{skut}} := P_{\text{max}} \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot \eta = 636.173 \cdot \text{kN}$$

skutečná lisovací síla

$$P_{1\text{skut}} := \frac{F_{1\text{skut}}}{\left(\frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \right)} = 36 \cdot \text{MPa}$$

skutečný tlak

materiál pístu: 11 523

Výpočet pístní tyče:

$$F_{\text{zpet}} := F_{\text{lis}} \cdot \frac{1}{80} = 7.5 \cdot \text{kN}$$

zvolená zpětná síla válce

$$P_{\text{zpet}} := 0.6 \text{ MPa}$$

vstupní tlak stlačeného vzduchu

$$d_{2\text{min}} := \sqrt{D_1^2 - \frac{4 \cdot F_{\text{zpet}}}{P_{\text{zpet}} \cdot \pi}} = 81.145 \cdot \text{mm}$$

maximální průměr pístní tyče

materiál pístní tyče: 13 220

$$R_{m2} := 700 \text{ MPa}$$

mez pevnosti pístní tyče

$$R_{e2} := 390 \text{ MPa}$$

mez kluzu pístní tyče

$$k_2 := 2$$

zvolená bezpečnost

$$\sigma_{\text{dov}2} := \frac{R_{e2}}{k_2} = 195 \cdot \text{MPa}$$

maximální dovolené napětí pístní tyče

$$d_{\text{dov}2} := \sqrt{\frac{4 \cdot F_{1\text{skut}}}{\pi \cdot \sigma_{\text{dov}2}}} = 64.45 \cdot \text{mm}$$

nejmenší dovolený průměr pístní tyče

$$d_2 := 80 \text{ mm}$$

zvolená hodnota pístnice

KONTROLA NA TAH A TLAK

$$d_2 > d_{\text{dov}2} = 1$$

SPLNĚNO

$$\sigma_{\text{tlak}2} := \frac{F_{\text{lis}}}{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4}} = 119.366 \cdot \text{MPa}$$

skutečné tlakové napětí

KONTROLA MEZNÍHO STAVU VZPĚRNÉ STABILITY

$$\alpha_2 := 2 \cdot \pi$$

koeficient uložení pístnice

$$E_2 := 220 \text{ GPa}$$

Yungův modul pružnosti

$$J_2 := \frac{\pi \cdot d_2^4}{64} = 2.011 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

kvadratický moment průřezu

$$S_2 := \frac{\pi \cdot d_2^3}{4} = 5.027 \times 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

plocha průřezu

$$l_2 := 340 \text{ mm}$$

délka pístnice

$$\lambda_2 := \frac{l_2}{\sqrt{\frac{J_2}{S_2}}} = 17$$

štíhlost pístnice

$$\lambda_{\text{krit}2} := \alpha_2 \cdot \sqrt{\frac{E_2}{R_{e2}}} = 149.231$$

kritická štíhlost pístnice

$$\lambda_2 < \lambda_{\text{krit}2} = 1$$

SPLNĚNO

Výpočet válce:

$$d_v := 150 \text{ mm}$$

vnitřní průměr trubky

$$D_v := 180 \text{ mm}$$

vnější průměr trubky

$$t_v := 15 \text{ mm}$$

tloušťka stěny

$$R_{\text{mv}} := 590 \text{ MPa}$$

mez pevnosti válce

$$R_{\text{ev}} := 450 \text{ MPa}$$

mez kluzu válce

$$k_v := 2$$

zvolená bezpečnost

$$t_{\min} := \frac{P_{1\text{skut}} \cdot k_v \cdot d_v}{2 \cdot R_{ev}} = 12 \cdot \text{mm}$$

minimální tloušťka stěny
vále

$$t_{\min} < t_v = 1$$

SPLNĚNO

$$\sigma_{\text{dovv}} := \frac{R_{ev}}{k_v} = 225 \cdot \text{MPa}$$

maximální dovolené napětí uvnitř
vále

$$\sigma_o := \frac{P_{1\text{skut}} \cdot d_v^2}{D_v^2 - d_v^2} = 81.818 \cdot \text{MPa}$$

napětí působící na dno
vále

$$\sigma_r := -P_{1\text{skut}} = -36 \cdot \text{MPa}$$

radiální napětí ve válci na vnitřní
průměru

$$\tau_r := 2 \cdot \sigma_o + P_{1\text{skut}} = 199.636 \cdot \text{MPa}$$

tečné napětí ve válci na vnitřním
průměru

$$\sigma_R := 0 \cdot \text{MPa}$$

radiální napětí vně vále na vnějším
průměru

$$\tau_R := 2 \cdot \sigma_o = 163.636 \cdot \text{MPa}$$

tečné napětí ve válci na vnějším
průměru

$$\sigma_{\text{MAX}} := \max(\sigma_o, \sigma_r, \tau_r, \sigma_R, \tau_R) = 199.636 \cdot \text{MPa}$$

maximální napětí ve
válci

$$\sigma_{\text{MAX}} < \sigma_{\text{dovv}} = 1$$

SPLNĚNO

Výpočet konstrukce:

$$k_k := 1.2$$

zvolená bezpečnost konstrukce

$$F_{\text{vyp}} := F_{\text{lis}} \cdot k_k = 720 \cdot \text{kN}$$

výpočtová lisovací síla

$$\sigma_{\text{N11523}} := 255 \cdot \text{MPa}$$

mez únavy oceli 11 523

$$\sigma_{\text{N16220}} := 485 \cdot \text{MPa}$$

mez únavy oceli 16 220

$$N_f := 250000$$

počet cyklů do lomu

Výpočet čepu stolu:

$d_c := 45\text{mm}$	zvolený průměr čepu
$r_c := 17\text{mm}$	rameno síly působící na čep
$M_{oc} := \frac{1}{4} \cdot F_{vyp} \cdot r_c = 3.06 \times 10^6 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$	maximální ohybový moment na čep
$W_{oc} := 0.1 \cdot d_c^3 = 9.112 \times 10^3 \cdot \text{mm}^3$	modul průřezu v ohybu
$\sigma_{oc} := \frac{M_{oc}}{W_{oc}} = 335.802 \cdot \text{MPa}$	maximální napětí v čepu
$\sigma_{cdov} := \frac{\sigma_{N16220}}{k_k} = 404.167 \cdot \text{MPa}$	dovolené napětí v čepu
$k_{cskut} := \frac{\sigma_{cdov}}{\sigma_{oc}} = 1.204$	skutečná bezpečnost
$\sigma_{cdov} > \sigma_{oc} = 1$	SPLNĚNO

Výpočet sloupu obdélníkového průřezu

$t_s := 15\text{mm}$	zvolená tloušťka sloupu
$\check{s}_s := 120\text{mm}$	zvolená šířka sloupu
$d_s := d_c + 2\text{mm} = 47 \cdot \text{mm}$	průměr otvoru pro čep
$T_s := \frac{1}{4} \cdot F_{vyp} = 1.8 \times 10^5 \cdot \text{N}$	maximální tlaková síla na sloup
$S_s := (\check{s}_s - d_s) \cdot t_s = 1.095 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$	plocha průřezu sloupu v otvoru pro čep
$\sigma_{Ts} := \frac{T_s}{S_s} = 164.384 \cdot \text{MPa}$	maximální napětí sloupu v otvoru pro čep
$\sigma_{sdov} := \frac{\sigma_{N11523}}{k_k} = 212.5 \cdot \text{MPa}$	dovolené napětí v sloupu
$k_{sskut} := \frac{\sigma_{sdov}}{\sigma_{Ts}} = 1.293$	skutečná bezpečnost
$\sigma_{sdov} > \sigma_{Ts} = 1$	SPLNĚNO

Výpočet stolu:

$r_{st} := 250\text{mm}$	rameno síly působící od osy lisovací desky k ose čepu
$M_{ost} := \frac{1}{4} \cdot F_{vyp} \cdot r_{st} = 4.5 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$	maximální ohybový moment stolu
$h_{st} := 30\text{mm}$	zvolená tloušťka stolu
$b_{st} := 260\text{mm}$	zvolená výška stolu
$W_{ost} := \frac{1}{6} \cdot h_{st} \cdot b_{st}^2 = 3.38 \times 10^5 \cdot \text{mm}^3$	modul průřezu v ohybu
$\sigma_{st} := \frac{M_{ost}}{W_{ost}} = 133.136 \cdot \text{MPa}$	maximální napětí ve stolu
$\sigma_{stdov} := \frac{\sigma_{N11523}}{k_k} = 212.5 \cdot \text{MPa}$	dovolené napětí stolu
$k_{stskut} := \frac{\sigma_{stdov}}{\sigma_{st}} = 1.596$	skutečná bezpečnost
$\sigma_{stdov} > \sigma_{st} = 1$	SPLNĚNO

Výpočet příčnicku:

$r_{pr} := 380\text{mm}$	rameno síly působící na příčník od osy k ose šroubu
$M_{opr} := \frac{1}{4} \cdot F_{vyp} \cdot r_{pr} = 6.84 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$	maximální ohybový moment příčnicku
$h_{pr} := 30\text{mm}$	zvolená tloušťka příčnicku
$b_{pr} := 260\text{mm}$	zvolená výška příčnicku
$W_{opr} := \frac{1}{6} \cdot h_{pr} \cdot b_{pr}^2 = 3.38 \times 10^5 \cdot \text{mm}^3$	modul průřezu v ohybu
$\sigma_{pr} := \frac{M_{opr}}{W_{opr}} = 202.367 \cdot \text{MPa}$	maximální napětí v příčnicku
$\sigma_{prdov} := \frac{\sigma_{N11523}}{k_k} = 212.5 \cdot \text{MPa}$	dovolené napětí v příčnicku
$k_{prskut} := \frac{\sigma_{prdov}}{\sigma_{pr}} = 1.05$	skutečná bezpečnost
$\sigma_{prdov} > \sigma_{pr} = 1$	SPLNĚNO

Výpočet ocelového lana:

$d_l := 3\text{mm}$	zvolený průměr lana
$n_l := 866\text{kg}$	nosnost lana
$n_{\text{vyp}} := 180\text{kg}$	výpočtová nosnost lana
$F_{l\text{vyp}} := n_{\text{vyp}} \cdot g = 1.765 \cdot \text{kN}$	maximální únosnost lana
$d_b := 30\text{mm}$	zvolený průměr bubnu
$r_b := \frac{d_b}{2} + \frac{d_l}{2} = 16.5 \cdot \text{mm}$	rameno působící síly
$M_{lk} := r_b \cdot \frac{F_{l\text{vyp}}}{2} = 1.456 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$	kroutící moment od lana
$l_k := 200\text{mm}$	zvolená délka kliky
$F_r := \frac{M_{lk}}{l_k} = 72.814 \text{ N}$	nutná síla vyvozená rukou
$F_r < 220\text{N} = 1$	dle nařízení BOZP pro ženy
$F_r < 280\text{N} = 1$	dle nařízení BOZP pro muže