

1. Úvod

Dále uvedený výpočet s příkladem vychází z původního výpočtu válců Hy 436-V s tím, že na základě dosavadních zkušeností byly odvozeny pro některé veličiny nové vztahy.

Z původního výpočtu se především ruší tabulka dovolených namáhání (list 16), tvar přechodu z vnějšího průměru válce na přírubu, volba měrného tlaku mezi přírubou a opřením válce v traverze, dále tvar vnitřního prostoru litého válce, především rozměru d_2 (dle listu 14).

Nový výpočet respektuje novou měrovou soustavu, označení rozměrů plunžrových ucpávek obsažených v Hy 6900-S a možnosti tiskárny PC-100C.

Postup výpočtu je přizpůsoben programu pro kalkulátor TI 59, zachovává však postup pro běžný způsob výpočtu.

Příklady pro některé odchylky od základního tvaru válce uvedeného v kap.3 (výpočet) viz v přílohách, obr. 1 a 3

2. POUŽITÉ VELIČINY

2.1 Obazzení registrů TI 59

| | | | | |
|-------|-----|---------------|-----------------------------------------------------------|-----|
| ZADAT | STO | 00 - p | - hydraulický tlak | MPa |
| ZADAT | | 01 - d_1 | - průměr pouzdra | mm |
| | | 02 - D_o | - vnější ϕ válce | mm |
| | | 03 - R_D | - dovolené namáhání stěny válce | MPa |
| ZADAT | | 04 - R_m | - pevnost materiálu v tahu | MPa |
| ZADAT | | 05 - k | - součinitel bezpečnosti vůči R_m pro výpočet stěny | |
| | | 06 - | | |
| ZADAT | | 07 - d | - průměr plunžru | mm |
| | | 08 - F | - síla plunžru | N |
| | | 09 - J | - tloušťka stěny válce | mm |
| | | 10 - T | - výška příruby válce | mm |
| | | 11 - R_t | - namáhání stěny tahem (při opření o přírubu) | MPa |
| | | 12 - R_o | - namáhání stěny válce v místě koncentrace napětí | MPa |
| ZADAT | | 13 - d_3 | - otvor ve dně válce (součet ot. v lože) | mm |
| ZADAT | | 14 - R_{ot} | - namáhání na otlačení příruby | MPa |
| | | 15 - H | - výška dna | mm |
| ZADAT | | 16 - k_1 | - součinitel pro volbu výšky příruby T | |
| | | 17 - β | - součinitel pro výpočet R_o | |
| | | 18 - D_3 | - malý ϕ opření příruby | mm |
| | | 19 - t_1 | - tloušťka stěny válce v místě příruby | mm |
| | | 20 - D_4 | - vnější ϕ příruby | mm |
| | | 21 - γ | - součinitel zeslabení dna | |
| ZADAT | | 22 - Δ | - tolerance dle stupně 5 - ČSN 014470 - v případě odlitku | mm |
| | | 23 - R | - celkové namáhání stěny u příruby | MPa |

2.2 Další veličiny

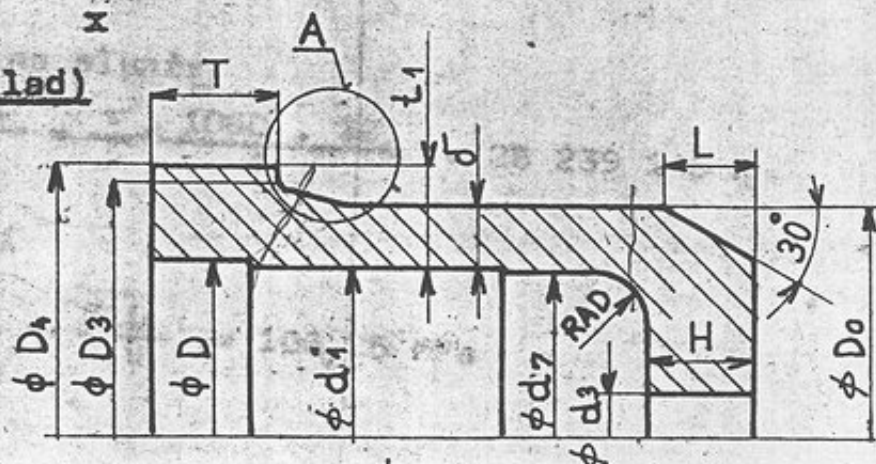
- E_o - síla na jednotku délky obvodu příruby N
 K_T - souč. bezpečnosti vůči R_m při výpočtu příruby (viz odst. 3.1., poznámka u K_1)
 d_3 - průměr otvoru ve dně mm
 d_7 - vnitřní ϕ válce dle tab. Hy 6900 -S mm

- A - radius u příruby válce
 RAD - radius vnitřního zaoblení kovaného válce
 L - sražení u kovaného válce
 A - radius přechodu stěny u příruby
 X - míra přesazení středu radiusů dna u litých válců (viz obr.3)
- mm
mm
mm
mm

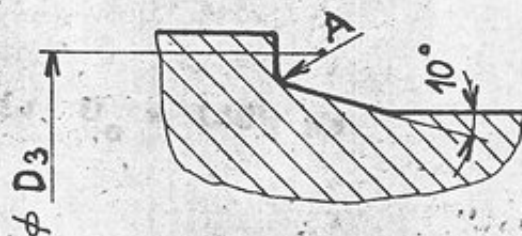
2.3 Tisk výsledků

- Po stisknutí
- A** - F
 - B** - R_D
 - C** - zprvu nezaokrouhlený výsledek D_0 na displeji, po R/S tisk D_0 zaokrouhleno, včetně připočtení tolerance odlišků u litých válců
 - D** - T
R_T
A₁
D₃
D₄
R₀
R
K_T
H
 - E** - RAD
L
J
X

3. VÝPOČET (příklad)



DETAIL „A“



3.1 Zadání

| | | | |
|----------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| p | $= 32 \text{ MPa}$ | hydraulický tlak | STO 00 |
| d_1 | $= 1088 \text{ mm}$ | ϕ pouzdra (z tab. Hy 6898-S) | STO 01 |
| R_m | $= 510 \text{ MPa}$ | pevnost v tahu materiálu válce | STO 04 |
| k | $= 4,8$ | souč. bezpečnosti vůči R_{tu} kovaných válců (u odlitků se volí 5,6 - obě hodnoty jsou průměrné z výběru provedených válců) | STO 05 |
| d | $= 1060 \text{ mm}$ | průměr plunžru | STO 07 |
| d_3 | $= 280 \text{ mm}$ | průměr otvoru ve dně | STO 13 |
| R_{ot} | $= 80 \text{ MPa}$ | $R_{ot} = 80$ se volí u traverz s průhybem převážně v jednom směru (v jedné ose traverzy) $R_{ot} = 125$ se volí u tuhých traverz s předpoklá- daným rovnoměrným průhybem v obou hl. osách | STO 14 |
| K_1 | $= 2,4$ | souč. pro volbu výšky příruby T (u válců, kde je příruba rovnoměrně namáhána po obvodu se volí $K_1 = 2$ ($K_T > 3,9$), větší hodnota se volí především tam, kde v důsledku převažu- jícího průhybu traverz v jednom směru je příruba nerovnoměrně zatížena - $K_1 = 2,4$ ($K_T > 4,4$)) | STO 16 |
| Δ | $=$ | tolerance odlitku (u opracovaných a kova- ných válců se nezadává). | STO 22 |

3.2 Vlastní výpočet

- A** Síla působící na plunžr
- $$F = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p}{4} = \frac{\pi \cdot 1060^2 \cdot 32}{4} = 28\,239\,148 \text{ N}$$
- B** Dovolené napětí
- $$R_D = \frac{R_m}{k} = \frac{510}{4,8} = 106,25 \text{ MPa}$$
- C** Válcová část
- $$D_o = d_1 \sqrt{\frac{R_D + 0,4 \cdot p}{R_D - 1,3 \cdot p}} + \Delta = 1088 \sqrt{\frac{106,25 + 0,4 \cdot 32}{106,25 - 1,3 \cdot 32}} + 0 =$$
- $$= 1476,4 \text{ mm}$$

R/S po zaokrouhlení: $D_o = 1480 \text{ mm}$

D Tloušťka stěny válce

$$J = \frac{D_0 - d_1}{2} = \frac{1480 - 1088}{2} = 196 \text{ mm}$$

Výška příruby

$$T = K_1 \cdot J = 2,4 \cdot 196 = 470 \text{ mm}$$

Namáhání stěny válce tahem

$$R_T = \frac{4 \cdot F}{\pi(D_0^2 - d_1^2)} = \frac{4 \cdot 28239148}{\pi(1480^2 - 1088^2)} = 35,72 \text{ MPa}$$

Radius přechodu stěny do příruby válce:

$$A = 0,1 J + 10 = 30 \text{ mm}$$

Malý ϕ opření příruby:

$$D_3 = D_0 + 0,4 J + 32 = 1590 \text{ mm}$$

Vnější ϕ příruby

$$D_4 = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi \cdot R_{ot}} + D_3^2} = \sqrt{\frac{28239148 \cdot 4}{\pi \cdot 80} + 1590^2} = 1726 \text{ mm}$$

Tloušťka stěny válce v místě příruby (pomocná hodnota)

$$t_1 = \frac{D_4 - d_1}{2} = \frac{1726 - 1088}{2} = 319 \text{ mm}$$

Namáhání stěny válce v místě koncentrace napětí

$$R_0 = \frac{6 \cdot M_a}{t_1^2}$$

$$M_a = \frac{F_0 \left(\frac{D_4 - d_1}{2} \right)}{1 + \frac{\beta \cdot T}{2} + \frac{\left(\frac{T}{t_1} \right)^3 \cdot \ln \frac{D_4}{d_1}}{\beta \cdot d_1}}$$

$$\text{kde } F_0 = \frac{F}{\pi d_1}$$

Po sloučení a úpravě:

$$R_o = \frac{3 \cdot F (D_4 - d_1)}{\pi d_1 \cdot t^2 \left[1 + \frac{\beta \cdot T}{2} + \frac{\left(\frac{T}{t_1}\right)^3 \ln \frac{D_4}{d_1}}{\beta \cdot d_1} \right]}$$

$$\text{kde } \beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\mu^2)}{\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot t^2}} = \sqrt[4]{\frac{3(1-0,3^2)}{\left(\frac{1088}{2}\right)^2 \cdot 319^2}} = 0,003086$$

po dosažení

$$R_o = \frac{3 \cdot 28239148 (1726 - 1088)}{\pi \cdot 1088 \cdot \frac{268^2}{319} \left[1 + \frac{0,003086 \cdot 470}{2} + \frac{\left(\frac{470}{268}\right)^3 \ln \frac{1726}{1088}}{0,003086 \cdot 1088} \right]} = 71,78 \text{ MPa}$$

Celkové namáhání stěny u příruby

$$R = R_o + R_T = 71,78 + 35,72 = 107,5 \text{ MPa}$$

$$\text{součinitel bezpečnosti } K_T = \frac{R_m}{R} = \frac{510}{107,5} = 4,74 > 4,4$$

vyhovuje

E Výpočet dna válce

Součinitel zeslabení dna (pro 1 otvor ø 280)

$$\varphi = \frac{d_1 - d_3}{d_1} = \frac{1088 - 280}{1088} = 0,7426$$

Výška dna (u plochých dnů)

$$H = \sqrt{0,75 \frac{p \left(\frac{d_1}{2}\right)^2}{\varphi \cdot 0,75 R_D}} = \sqrt{0,75 \frac{p \left(\frac{1088}{2}\right)^2}{0,7426 \cdot 0,75 \cdot 106}} = 346 \text{ mm}$$

Namáhání zmenšeno pro dno na 75% R_D , vztah používat pro $d_3 \leq 0,5d_1$ (pro větší d_3 nutno řešit individuálně)

Vnitřní poloměr přechodu stěny válce do dna (u kovaných válců)

$$RAD = \frac{d_1}{7} = \frac{1088}{7} = 160 \text{ mm}$$

Sražení na vnějším povrchu u dna kovaných válců

$$L = 1,25 J = 1,25 \cdot 196 = 250 \text{ mm}$$

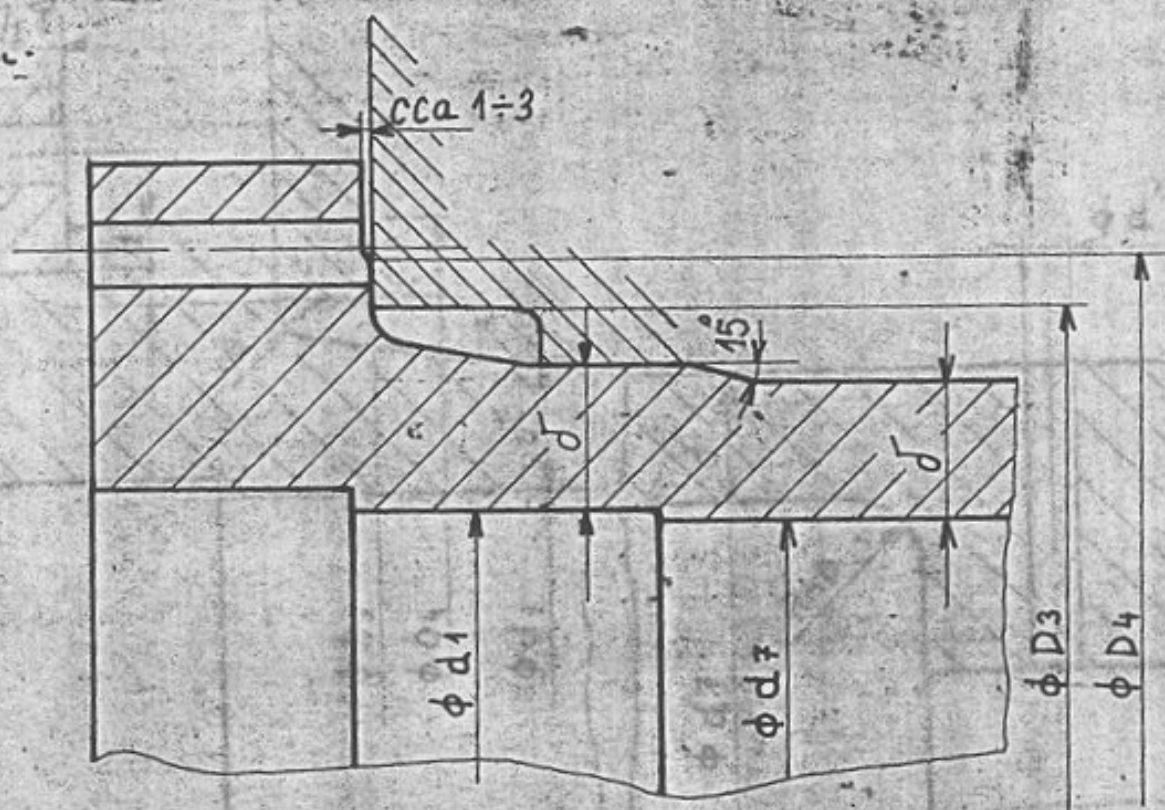
Vzdálenost středů radiusů dna u litých válců, kde

$$R' = \frac{d_7}{2} \quad (d_7 \text{ z tab. Hy 6900-S})$$

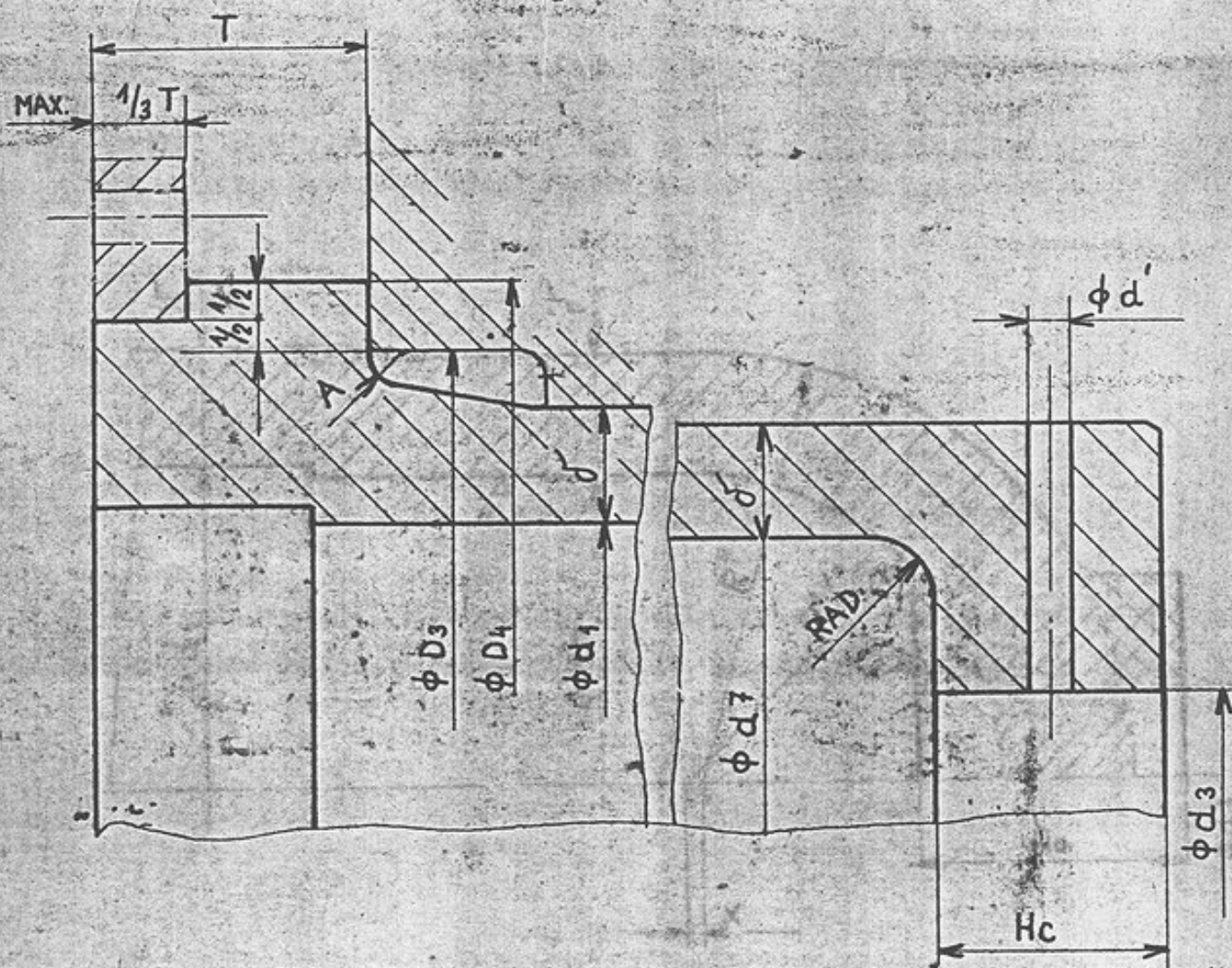
$$R'' = \frac{d_7 + 2J}{2}$$

$$x = 0,15 J = 0,15 \cdot 196 = 30 \text{ mm} \quad (\text{viz obr.3})$$

Obr. 1 - Pro případ uchycení válce v traverze za jeho přírubu se ponechá pro styk s traverzou plocha určená průměry D_4 a D_3 , příruba se odlehčí (min. 1 mm), aby nevznikal větší ohybový moment.



Obr. 2 - Pro případ upevnění válce v traverze za přírubu válce je možno přírubu zeslabit do jedné třetiny výšky T a do poloviny rozdílu průměrů $D_4 - D_3$. U některých menších válců se používá pro přívod kapaliny otvoru ve dně kolmo na osu válce. v tom případě se celková výška dna H_c provede jako součet vypočtené hodnoty H a průměru otvoru d' .



Obr. 3 - Pro lité válce je vhodné provést dno dle obr. Celková výška dna H_0 v místě otvoru d_3 se provede tak, aby plocha otvoru d_3 (čerchovaně šrafováno) byla nahrazena nálitky celkově o přibližně stejné ploše (mřížkovaně šrafováno). Případný výpočet v závažnějších případech je nutno zadat na počítač.

