

## Výpočet pláště kotle

### KOTEL NA BIOMASU

Navrhl: Petr Voltr

#### PEVNOSTNÍ VÝPOČET dle ČSN 07 0414 - KOTLE PARNÍ A HORKOVODNÍ

---

##### \*\*\*\*\* VSTUPNÍ HODNOTY \*\*\*\*\*

$$\underline{N} := 1 \cdot \text{newton} \quad \underline{\text{MPa}} := 1 \cdot 10^6 \cdot \text{Pa}$$

Vnitřní výpočtový přetlak :	$p := 0.6 \cdot \text{MPa}$
Vnitřní zkušební přetlak :	$p_z := 0.9 \cdot \text{MPa}$
Výpočtová teplota prac. látky :	$t := 250 \text{ }^\circ\text{C}$

---

Vnější průměr trubky / lubu :	$D_a := 1400 \cdot \text{mm}$
Přídavky k tloušťce stěny :	
- na korozi a erozi :	$c_1 := 3 \cdot \text{mm}$
- na zápornou výr. odchylku :	$c_2 := 0 \cdot \text{mm}$
- technologický :	$c_3 := 0 \cdot \text{mm}$
- celkový přídavek :	$\underline{c} := c_1 + c_2 + c_3$
Součinitel pevnosti svaru	$\phi_w := 0.7$
Výpočtový součinitel pevnosti ( menší ze souč. pevnosti svaru a souč. pevnosti vyztuženého otvoru - viz výpočet )	$\phi := 0.7$

---

##### **MATERIAL : - 11 416.1 plech ■**

- mez pevnosti v tahu - Rm	$R_m := 400 \cdot \text{MPa}$
- mez kluzu materialu $R_e$ při 20 °C	$\underline{R_e} := 255 \cdot \text{MPa}$
- mez kluzu materialu $R_{et}$ při $t = 250 \text{ }^\circ\text{C}$	$R_{et} := 186 \cdot \text{MPa}$
- smluvní mez kluzu materialu při 20 st.C - R0,2	$R_{02} := 255 \cdot \text{MPa}$
- součinitelé bezpečnosti	$n_B := 2.4$
	$n_T := 1.5 \quad n_{TZ} := 1.1$
	$n_U := 2.4 \quad n_{UZ} := 1.8$

## Dovolené namáhání materiálu pláště

- $\sigma_d$  - dovolene namáhání při  $t = 250 \text{ }^\circ\text{C}$  - provoz
- $\sigma_{dz}$  - dovolene namáhání - zkouška

$$\sigma_d := 124 \cdot \text{MPa}$$

## Výpočet tloušťky stěny pláště kotle:

- výpočtová tloušťka stěny kotle :  $s_R := \frac{p \cdot D_a}{2 \cdot \phi \cdot \sigma_d + p}$   $s_R = 4.8 \text{ mm}$

- jmenovitá tloušťka stěny kotle :  $s_{\text{mn}} := s_R + c$   $s = 7.8 \text{ mm}$

- provedená tloušťka stěny kotle  $s_f$  :  $s_f := 10 \cdot \text{mm}$

- výpočtová tloušťka stěny kotle při  $c = 0$  a  $\phi := 1$   
 $s_o := \frac{p \cdot D_a}{2 \cdot \phi \cdot \sigma_d + p}$   $s_o = 3.4 \text{ mm}$

-----  
- střední průměr  $D_m := D_a - s_f$   $D_m = 1390 \text{ mm}$

sovětský  
- největší průměr hrdla  $d_{aN} := 140 \cdot \text{mm}$

- provedená tloušťka hrdla  $s_{sN} := 9 \cdot \text{mm}$

- průměr otvoru  $d_N := d_{aN} - 2 \cdot s_{sN}$   $d_N = 122 \text{ mm}$

- výpoč. tlouš. hrdla při  $c = 0$   $\phi := 1$   $s_{osN} := \frac{p \cdot d_{aN}}{2 \cdot \phi \cdot \sigma_d + p}$   $s_{osN} = 0.3 \text{ mm}$

- střední průměr hrdla  $d_{mN} := d_{aN} - s_{sN}$   $d_{mN} = 131 \text{ mm}$

- provedená výška hrdla  $h_{sN} := 100 \cdot \text{mm}$

- výpočtová výška hrdla  $H_{sN} := 1.25 \cdot \sqrt{d_{mN} \cdot (s - c)}$   $H_{sN} = 31 \text{ mm}$

- do výpočtu  $h_{sN} = \min \{ h_{sN}, H_{sN} \}$

$h_{sN} := \text{if}(h_{sN} < H_{sN}, h_{sN}, H_{sN})$   $h_{sN} = 31 \text{ mm}$

## Souèinitel pevnosti při zeslabení jednotlivým

### otvorem

Jednotlivý otvor - otvor, jehož hrana je vzdálená od hrany nejbližšího otvoru nejméní

$$vzd := 2 \cdot \sqrt{D_m \cdot (s_f - c)} \quad vzd = 197 \text{ mm}$$

### 1. Souèinitel pevnosti při zeslabení jednotlivým nevyztuženým

#### otvorem

koeficient  $z := \frac{d_N}{\sqrt{D_m \cdot (s_f - c)}} \quad z = 1.237$

$$\phi_{dN} := \frac{2}{z + 1.75}$$

$$\phi_{dN} = 0.67$$


---

## 2. Souèet pevnosti při zeslabení jednotlivým vyztuženým otvorem N5

- souèet kompenzaèních ploch

$\Sigma f$  :- u hrdel s vnitøním  
pøetlakem

$$f_s := 2 \cdot h_s N \cdot [(s_s N - c) - s_o s N]$$

$$f_s = 356 \text{ mm}^2$$

$$f_{s1} := 2 \cdot h_s N \cdot (s_s N - 2 \cdot c)$$

$$f_{s1} = 188.5 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma f := f_s + f_{s1}$$

$$\Sigma f = 544 \text{ mm}^2$$

$$\phi_c := \phi_{dN} \cdot \left[ 1 + \frac{\Sigma f}{2 \cdot (s_f - c) \cdot \sqrt{D_m \cdot (s_f - c)}} \right]$$

$$\phi_c = 0.934$$


---

**Výsledná hodnota souèinitele  
pevnosti**

$$\phi := \text{if}(\phi_c < \phi_w, \phi_c, \phi_w)$$

$$\phi = 0.7$$

## Největší dovolený průměr nevyztuženého otvoru

- výpočet minimální hodnoty souè. pevnosti podle skuteèné tloušťky stěny

$$\phi_{dmin} := \frac{p \cdot [D_a - (s_f - c)]}{2 \cdot (s_f - c) \cdot \sigma_d}$$

$$\phi_{dmin} = 0.481$$

- největší dovolený průměr nevyztuženého otvoru

$$d_o := \left( \frac{2}{\phi_{dmin}} - 1.75 \right) \cdot \sqrt{D_m \cdot (s_f - c)}$$

$$d_o = 237 \text{ mm}$$


---

## Vyztužení otvorů

Souèet kompenzaèních ploch  $\Sigma f$  zpevňujících souèástí musí vyhovovat podmínce :

$$\Sigma f = f_s + f_{s1} \geq (d_N - d_o) \cdot s_o \quad \text{výpoèet tloušťky stěny souèástí při } \phi = 1, c = 0 \quad s_o = 3.4 \text{ mm}$$

$$\Sigma f = 544 \text{ mm}^2$$

$$(d_N - d_o) \cdot s_o = -389 \text{ mm}^2$$

**$\Sigma f = f_s + f_n \geq (d_N - d_o) \cdot s_o$  , podmínka je splnna, vyztužení je  
dostaèující**

---