COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE
ESAME DEL 19/02/2016

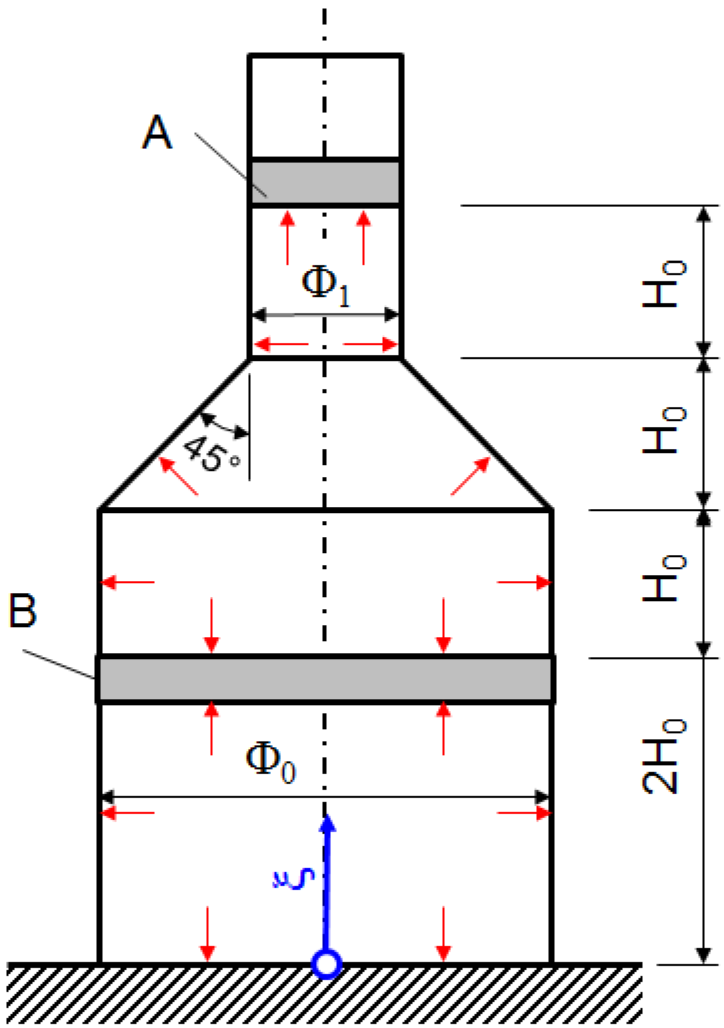
Esercizio 1

E' dato il recipiente mostrato in Fig. 1.1, incollato alla base.Nel recipiente scorrono senza attrito e realizzando una perfetta tenuta due pistoni (A e B) realizzati con materiale avente densità ρ_1.

Nella configurazione mostrata in Fig. 1.1 i pistoni sono in equilibriio assiale.

Si valuti:

1. l'andamento delle caratteristiche generalizzate di sollecitazione membranali in funzione della coordinata assiale ξ
2. il coefficiente di sicurezza del recipiente rispetto alla tensione ammissibile



Densità pistoni

$$\rho_1 := 9000 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

Spessore pistoni

$$s_{p1} := 250 \cdot mm$$

Spessore recipiente

$$s_{c1} := 1 \cdot mm$$

Diametri medi recipiente

$$\Phi_1 := 0.7 \cdot m$$

$$\Phi_0 := 2.1 \cdot m$$

$$\sigma_{amm} := 120 \cdot MPa$$

Fig. 1.1

$$H_0 := \frac{\Phi_0 - \Phi_1}{2} = 0.7\,m$$

Quesito 1

$$W_A := \pi\cdot\frac{\Phi_1{}^2}{4}\cdot s_{p1}\cdot\rho_1\cdot g = 8.492\times10^3\,N$$

$$W_B := \pi\cdot\frac{\Phi_0{}^2}{4}\cdot s_{p1}\cdot\rho_1\cdot g = 7.642\times10^4\,N$$

Pressione camera superiore

$$p_{1s} := \frac{W_A}{\pi\cdot\frac{\Phi_1{}^2}{4}} = 0.022\cdot MPa$$

Pressione camera inferiore

$$p_{1i} := p_{1s} + \frac{W_B}{\pi\cdot\frac{\Phi_0{}^2}{4}} = 0.044\cdot MPa$$

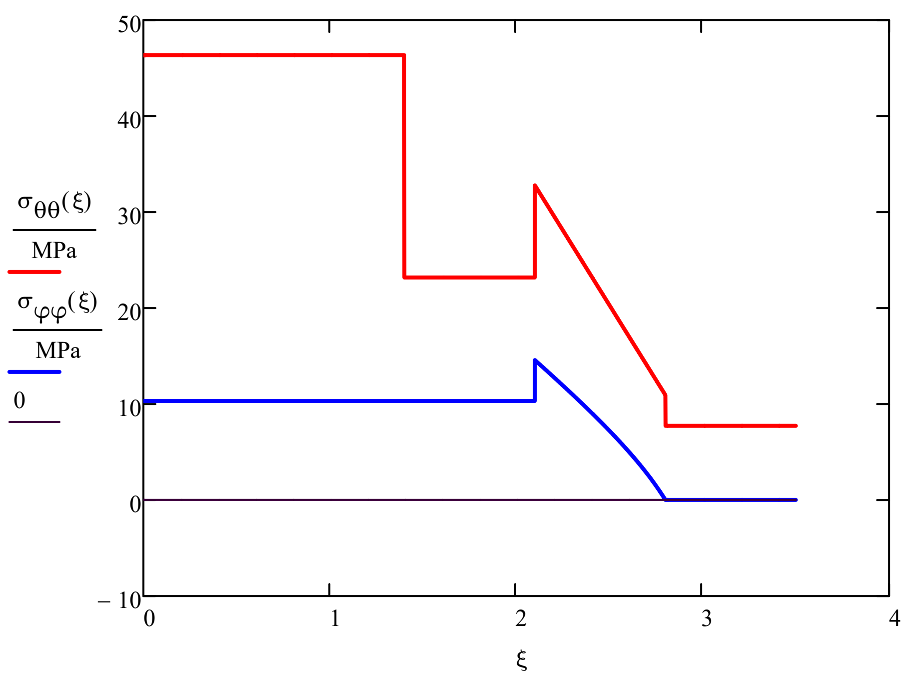
tensioni

$$N_{\varphi\varphi}(\xi) := \begin{cases} \left[p_{1s}\cdot\frac{\left(\Phi_0{}^2 - \Phi_1{}^2\right)}{4\cdot\Phi_0}\right] & \text{if } 0 \le \xi \le 3\cdot H_0 \\ \left[p_{1s}\cdot\frac{\left[\left[\Phi_0 - 2\cdot\left(\xi - 3\cdot H_0\right)\right]^2 - \Phi_1{}^2\right]}{4\cdot\left[\Phi_0 - 2\cdot\left(\xi - 3\cdot H_0\right)\right]\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}}\right] & \text{if } 3\cdot H_0 \le \xi \le 4\cdot H_0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$N_{\theta\theta}(\xi) := \begin{cases} \dfrac{p_{1i} \cdot \Phi_0}{2} & \text{if } 0 \le \xi \le 2 \cdot H_0 \\ \dfrac{p_{1s} \cdot \Phi_0}{2} & \text{if } 2 \cdot H_0 \le \xi \le 3 \cdot H_0 \\ \dfrac{p_{1s} \cdot \left[\Phi_0 - 2 \cdot \left(\xi - 3 \cdot H_0\right)\right]}{\sqrt{2}} & \text{if } 3 \cdot H_0 \le \xi \le 4 \cdot H_0 \\ \dfrac{p_{1s} \cdot \Phi_1}{2} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\sigma_{\theta\theta}(\xi) := \frac{N_{\theta\theta}(\xi)}{s_{c1}} \qquad \sigma_{\varphi\varphi}(\xi) := \frac{N_{\varphi\varphi}(\xi)}{s_{c1}}$$

$$\xi := 0 \cdot m, 0.001 \cdot m .. 5 \cdot H_0$$



Quesito 2

$$\sigma_{eq\_max} := \left|\sigma_{\theta\theta}\left(1.5 \cdot \Phi_1\right) - \sigma_{\varphi\varphi}\left(1.5 \cdot \Phi_1\right)\right| = 36.039 \cdot MPa \quad < \quad \sigma_{amm} = 120 \cdot MPa$$

$$\frac{\sigma_{amm}}{\sigma_{eq\_max}} = 3.33$$

Esercizio 2

La barra di sezione circolare Φ_{21} è pretensionata in modo da creare, sulla superficie di contatto A tra il tappo inferiore ed il fondo una pressione di contatto iniziale p_2.
Se la barra è soggetta a creep alla temperatura di 600 °C, calcolare dopo quanto tempo la pressione di contatto si riduce al 30%.

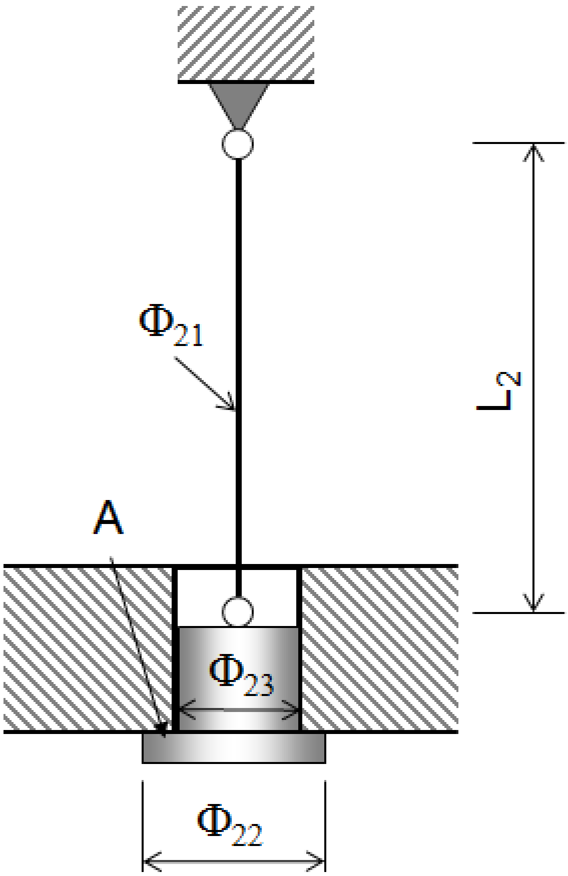


Fig. 2.1

$p_2 := 25 \cdot MPa$ $\quad L_2 := 2 \cdot m$ $\quad \Phi_{21} := 20 \cdot mm$ $\quad \Phi_{22} := 200 \cdot mm$ $\quad \Phi_{23} := 180 \cdot mm$

$E_{young} := 83000 \cdot MPa$

$B := 5.078 \cdot 10^{-20} \cdot \frac{1}{s}$ $\quad n := 4$ $\quad$ Coefficienti legge di Norton

Tensione iniziale barra

$$\sigma_{20} := p_2 \cdot \frac{\left(\Phi_{22}^{\ 2} - \Phi_{23}^{\ 2}\right)}{\Phi_{21}^{\ 2}} = 475 \cdot \mathrm{MPa}$$

$$\sigma_{fin} := \sigma_{20} \cdot 0.3 = 142.5 \cdot \mathrm{MPa}$$

$$t_{fin} := \frac{\left[\left(\frac{\sigma_{fin}}{\mathrm{MPa}}\right)^{1-n} - \left(\frac{\sigma_{20}}{\mathrm{MPa}}\right)^{1-n}\right]}{(n-1) \cdot B \cdot \left(\frac{E_{young}}{\mathrm{MPa}}\right)} = 7.387 \times 10^{3} \cdot \mathrm{hr}$$

Esercizio 3

La struttura mostrata in Fig. 3.1 presenta una sezione a cassone ottenuta con 4 saldature a tratti a cordoni d'angolo. Essa è soggetta su tutta la sua lunghezza al carico verticale distribuito q_3.

Condurre la verifica di resistenza di tali saldature

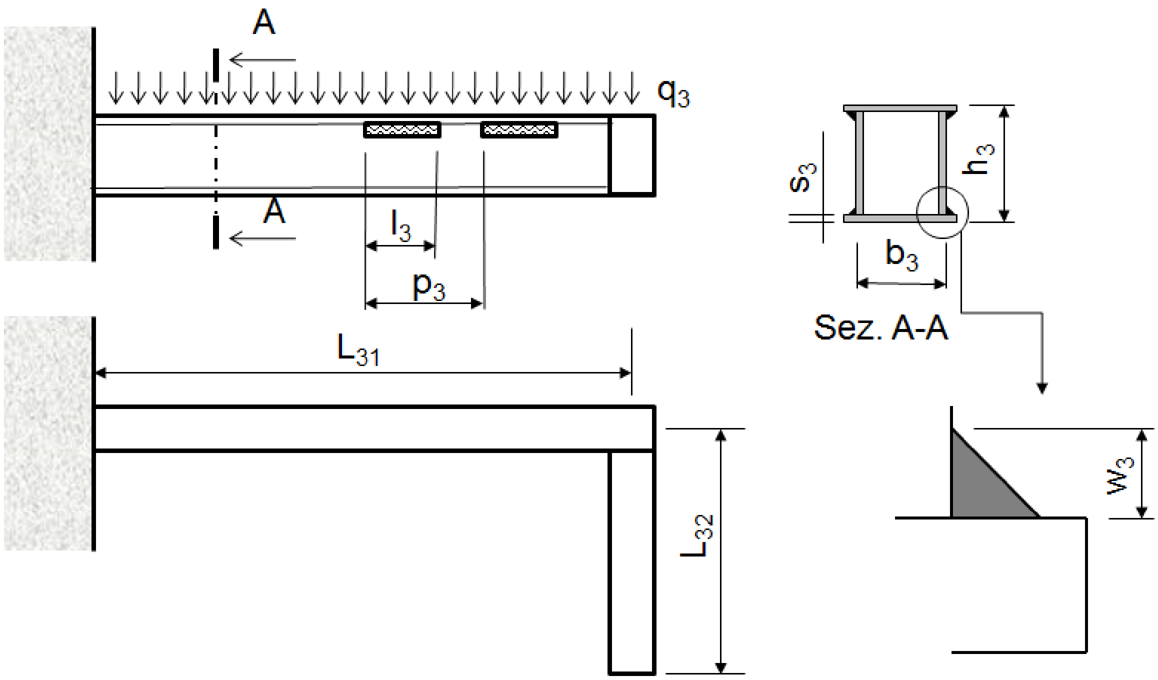


Fig. 3.1

$L_{31} := 3.5 \cdot m$ $\quad L_{32} := 2 \cdot m$ $\quad b_3 := 150 \cdot mm$ $\quad h_3 := 300 \cdot mm$ $\quad s_3 := 12 \cdot mm$

$q_3 := 9500 \cdot \frac{N}{m}$ $\quad p_3 := 275 \cdot mm$ $\quad l_3 := 170 \cdot mm$

$\sigma_{amm\_base3} := 300 \cdot MPa$ $\quad f_1 := 0.85$ $\quad f_2 := 0.7$ $\quad w_3 := 15 \cdot mm$

Sollecitazioni agenti

$$M_{x3} := q_3 \cdot \frac{L_{31}^2}{2} + q_3 \cdot L_{32} \cdot L_{31} = 1.247 \times 10^5 \cdot N \cdot m$$

$$M_{z3} := q_3 \cdot \frac{L_{32}^2}{2} = 1.9 \times 10^4 \cdot N \cdot m$$

$$T_{y3} := q_3 \cdot \left(L_{31} + L_{32}\right) = 5.225 \times 10^4 N$$

Caratteristiche sezione resistnte

$$a_3 := \frac{w_3}{\sqrt{2}} = 10.607 \cdot mm$$

$$\Omega_3 := \left(b_3 - s_3\right) \cdot \left(h_3 - s_3\right) = 3.974 \times 10^4 \cdot mm^2$$

Tensioni agenti

$$\tau_{par\_Mz} := \frac{M_{z3}}{2 \cdot \Omega_3 \cdot a_3} = 22.536 \cdot MPa$$

$$\tau_{par\_T} := \frac{T_{y3}}{2 \cdot \left(h_3 - 2 \cdot s_3\right) \cdot s_3} = 7.888 \cdot MPa$$

$$\tau_{par} := \left(\tau_{par\_T} + \tau_{par\_Mz}\right) \cdot \frac{p_3}{l_3} = 49.215 \cdot MPa$$

Verifica

$$\sqrt{\tau_{par}^2} = 49.215 \cdot MPa \qquad < \qquad \sigma_{amm\_base3} \cdot f_1 = 255 \cdot MPa$$