COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE
ESAME DEL 17/09/2013

Esercizio 1

E' dato il recipiente assialsimmetrico mostrato in Fig. 1.1, di spessore s_p e soggetto alla pressione interna uniforme p_0.

Trascurando gli effetti locali ed il peso proprio del recipente e del fluido in esso contenuto:

- determinare l'andamento delle caratteristiche di sollecitazione membranali nella porzione cilindrica (B-C) e nelle porzioni coniche (A-B e C-D) del recipiente in funzione della coordinata assiale ξ
- determinare il valore minimo da attribuire allo spessore della parte conica e della parte ciclindrica affinché il coefficiente di sicurezza sia pari a φ
- determinare la variazione del diametro del cilindro, con lo spessore determinato al punto precedente

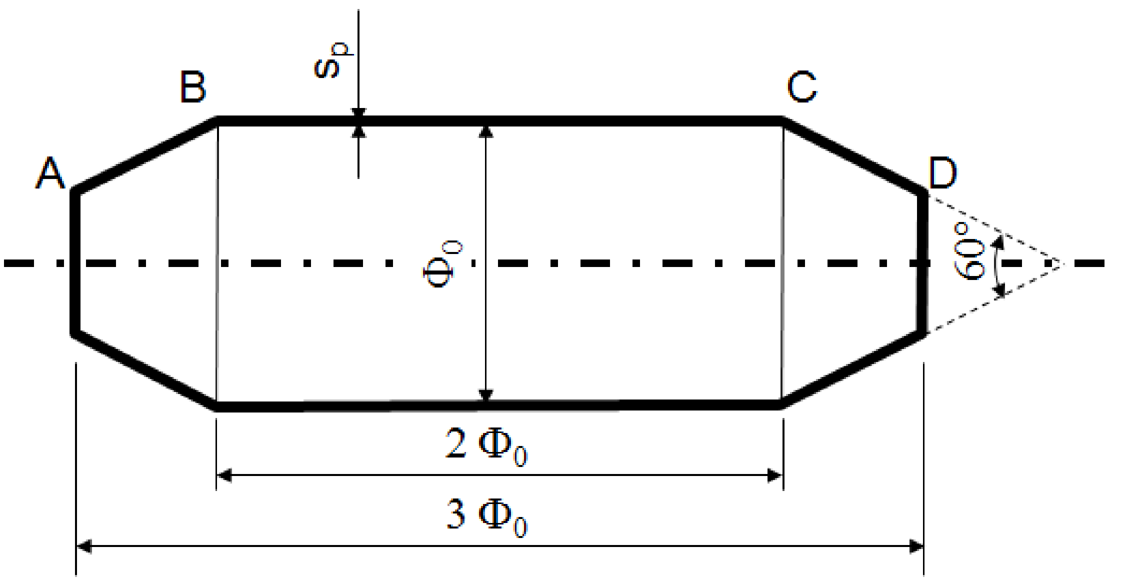


Fig. 1.1

$E := 210000 \cdot MPa$ $\quad \nu := 0.3$ $\quad \sigma_{amm} := 125 \cdot MPa$ $\quad$ Dati materiale (acciaio)

$\Phi_0 := 5000 \cdot mm$ $\quad$ Diametro cilindro sfera

$\alpha := \dfrac{\pi}{3}$ $\quad$ Angolo di apertura della porzione conica

$p_0 := 0.5 \cdot MPa$ $\quad$ Pressione interna

$\varphi := 1.5$ $\quad$ Coefficiente di sicurezza

Quesito 1

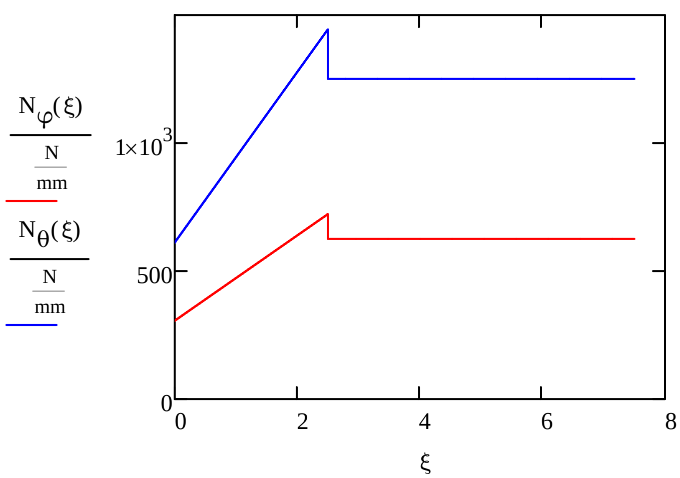
$$\xi := 0, \frac{1.5\cdot\Phi_0}{10000} .. 1.5\cdot\Phi_0$$

Caratteristiche membranali nella sfera :

$$\Phi(\xi) := \Phi_0\cdot\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) + \frac{2}{\sqrt{3}}\cdot\xi$$

$$N_\varphi(\xi) := \begin{cases} \dfrac{p_0\cdot\Phi(\xi)}{4\cdot\cos\left(\dfrac{\alpha}{2}\right)} & \text{if } 0 \le \xi \le 0.5\cdot\Phi_0 \\ \dfrac{p_0\cdot\Phi_0}{4} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$N_\theta(\xi) := \begin{cases} \left(p_0\cdot\dfrac{\Phi(\xi)}{2\cdot\cos\left(\dfrac{\alpha}{2}\right)}\right) & \text{if } 0 \le \xi \le 0.5\cdot\Phi_0 \\ \dfrac{p_0\cdot\Phi_0}{2} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Quesito 2

Determinazione spessori minimi

Cilindro

$$s_{pcil} := \frac{p_0 \cdot \Phi_0 \cdot \varphi}{2 \cdot \sigma_{amm}} = 15 \cdot mm$$

Cono

$$s_{pcon} := \frac{p_0 \cdot \Phi_0 \cdot \varphi}{2 \cdot \sigma_{amm} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = 17.321 \cdot mm$$

Quesito 3

$$\varepsilon_\theta := \frac{N_\theta\left(1.5 \cdot \Phi_0\right) - \nu \cdot N_\varphi\left(1.5 \cdot \Phi_0\right)}{s_{pcil} \cdot E} = 3.373 \times 10^{-4}$$

$$\Delta\Phi := \varepsilon_\theta \cdot \Phi_0 = 1.687 \cdot mm$$

Esercizio 2

Condurre la verifica ad attrito, con coefficiente di sicurezza ψ, dei bulloni appartenenti alla flangia di estremità della trave a mensola inclinata mostrata nella Fig. 2.1

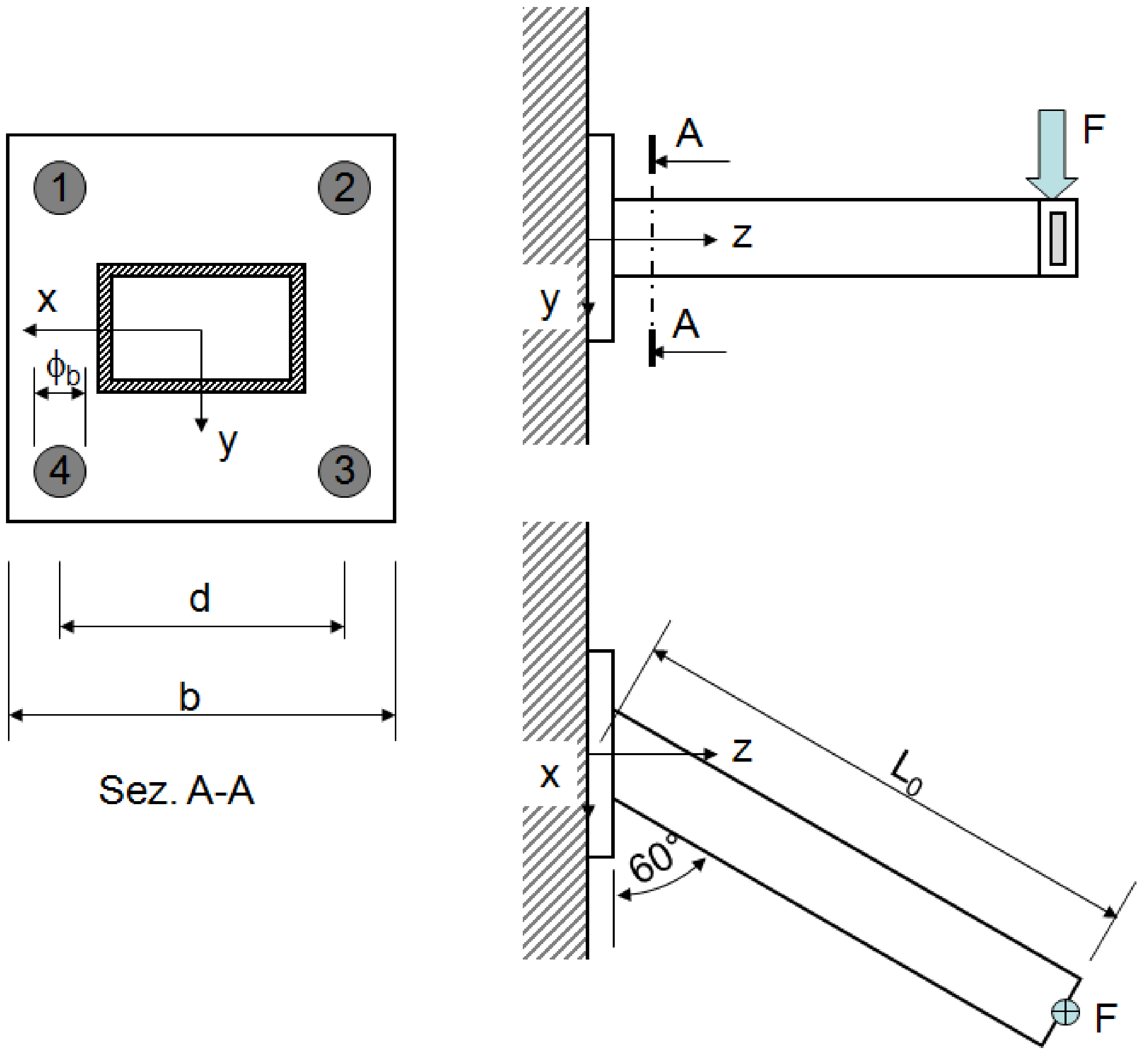


Fig. 2.1

$L_0 := 5000 \cdot mm$ $\quad d := 200 \cdot mm$ $\quad b := 250 \cdot mm$ $\quad F := 1.5 \cdot kN$

$\phi_b := 9 \cdot mm$ $\quad \psi := 1.5$

$f := 0.3$ Coefficiente di attrito tra le flange

$\sigma_b := 800 \cdot MPa$ Tensione ammissibile bullone

Grandezze calcolate

$$A_b := \frac{\pi \cdot \phi_b^{\,2}}{4} = 63.617 \cdot mm^2$$ sezione bullone

$$N_0 := 0.8 \cdot \sigma_b \cdot A_b = 4.072 \times 10^4 \, N$$ Preserraggio bullone

Forze e momenti da trasmettere da parte del giunto

$$M_x := F \cdot L_0 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = 6.495 \times 10^3 \cdot N \cdot m$$

$$F_y := F = 1.5 \times 10^3 \, N$$

$$M_z := F \cdot L_0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 3.75 \times 10^3 \cdot N \cdot m$$

Forze agenti sui bulloni

$$T_y := \frac{F_y}{4} = 375 \, N$$ Azione di taglio sui bulloni dovuta a Fy

$$J_b := 4 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$ Modulo di inierzia a flessione del giunto

$$N_x := \frac{M_x}{J_b} \cdot \frac{d}{2} = 1.624 \times 10^4 \, N$$ Azione normale sul bullone dovuta a Mx

$$T_z := \frac{M_z \cdot \frac{d}{2} \cdot \sqrt{2}}{4 \cdot \left(\frac{d}{2} \cdot \sqrt{2}\right)^2} = 6.629 \times 10^3 \, N$$ Azione di taglio sul bullone dovuta a Mz

Verifica

$N_x = 1.624 \times 10^4 \, N$ < $0.8 \cdot N_0 = 3.257 \times 10^4 \, N$

$T_z + T_y = 7.004 \times 10^3 \, N$ < $T_{amm} := \frac{f \cdot \left(N_0 - N_x\right)}{\psi} = 4.895 \times 10^3 \, N$

Esercizio 3

Il provino cilindrico mostrato in Figura 3.1 è soggetto ad un carico P, di direzione fissa, e portato in rotazione. In una fase iniziale il carico assume il valore P_1 ed il provino viene soggetto a N_1 giri, nella fase successiva, il carico assume un nuovo valore P_2 ed il provino viene portato in rotazione sino alla rottura, che avviene dopo ulteriori N_2 cicli.
Calcolare il valore da attibuire a P_2 affinché il numero totale di cicli a rottura sia pari a N_{tot}.

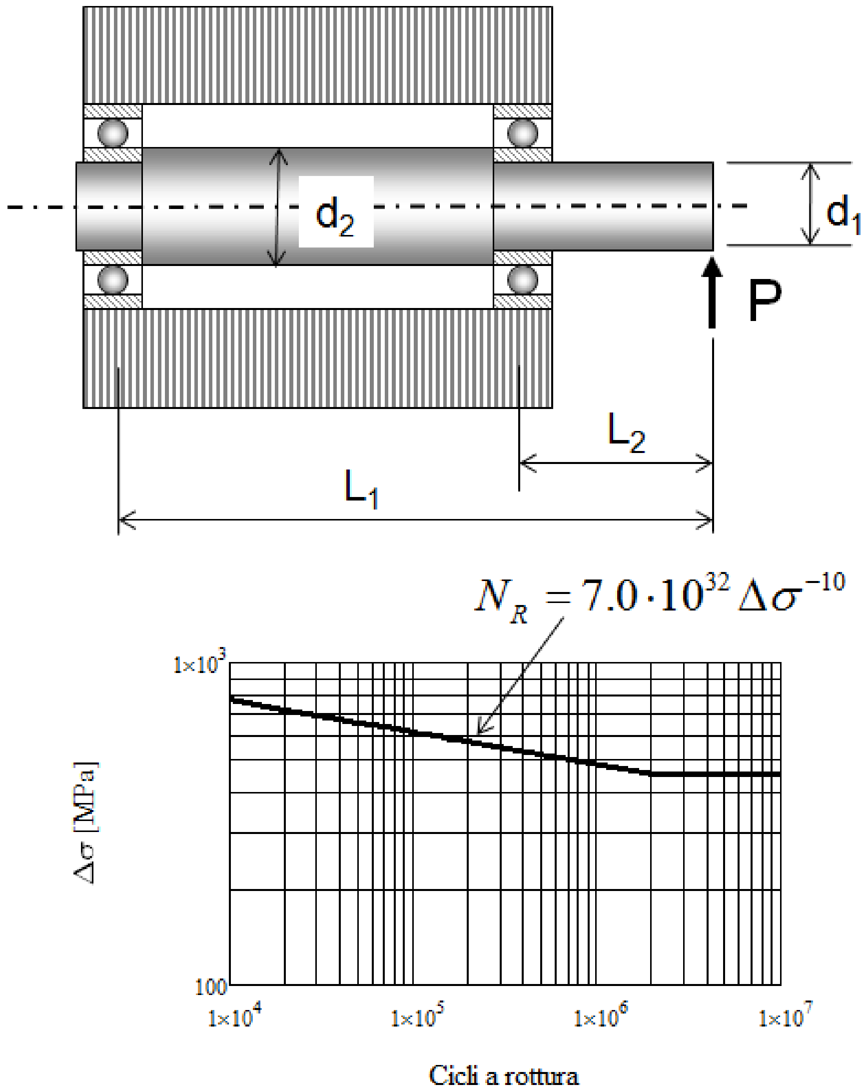


Fig. 3.1

$L_1 := 200 \cdot mm$ $\quad L_2 := 70 \cdot mm$ $\quad d_1 := 10 \cdot mm$ $\quad d_2 := 15 \cdot mm$

$P_1 := 200 \cdot N$ $\quad N_1 := 2.5 \cdot 10^5$ $\quad N_{tot} := 10^6$

$K_T := 1.8$ Fattore di forma per la sezione intagliata

Dati calcolati

$$J_x := \frac{\pi \cdot d_1^{\,4}}{64} = 4.909 \times 10^{-10}\, m^4$$ Momento di inerzia

Danneggiamento iniziale

$$M_{x1} := P_1 \cdot L_2 = 14 \cdot N \cdot m$$

$$\Delta\sigma_1 := 2\,\frac{M_{x1}}{J_x} \cdot \frac{d_1}{2} = 285.206 \cdot MPa$$

$$N_{R1} := \left(\frac{\Delta\sigma_1 \cdot K_T}{MPa}\right)^{-10} \cdot 7 \cdot 10^{32} = 5.505 \times 10^5$$

$$D_1 := \frac{N_1}{N_{R1}} = 0.454$$

Calcolo di P_2

$$N_2 := N_{tot} - N_1 = 7.5 \times 10^5$$

$$D_2 := 1 - D_1 = 0.546$$

$$N_{R2} := \frac{N_2}{D_2} = 1.374 \times 10^6$$

$$\Delta\sigma_{2eff} := \left(\frac{N_{R2}}{7 \cdot 10^{32}}\right)^{\frac{-1}{10}} \cdot MPa = 468.506 \cdot MPa$$

$$\Delta\sigma_2 := \frac{\Delta\sigma_{2eff}}{K_T} = 260.281 \cdot MPa$$

$$P_2 := \frac{\Delta\sigma_2 \cdot J_x}{d_1 \cdot L_2} = 182.522\, N$$