COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE
ESAME DEL 18/02/2015

Esercizio 1

E' dato il recipiente costituito da una semisfera collegata ad un ciclindro verticale mostrato in Fig. 1.1. Nel ciclindro scorre senza attrito un pistone a tenuta perfetta, cui è applicata una forza verticale. La sfera è fissata al piano di appoggio in direzione verticale.

Si determini, trascurand gli effetti locali:

1. l'andamento delle caratteristiche di sollecitazione membranali nella sfera e nel cilindro
2. lo spessore minimo richiesto per la sfera e per il cilindro
3. lo spostamento verticale del punto di giunzione della sfera e del cilindro, con gli spessori di cui al punto precedente

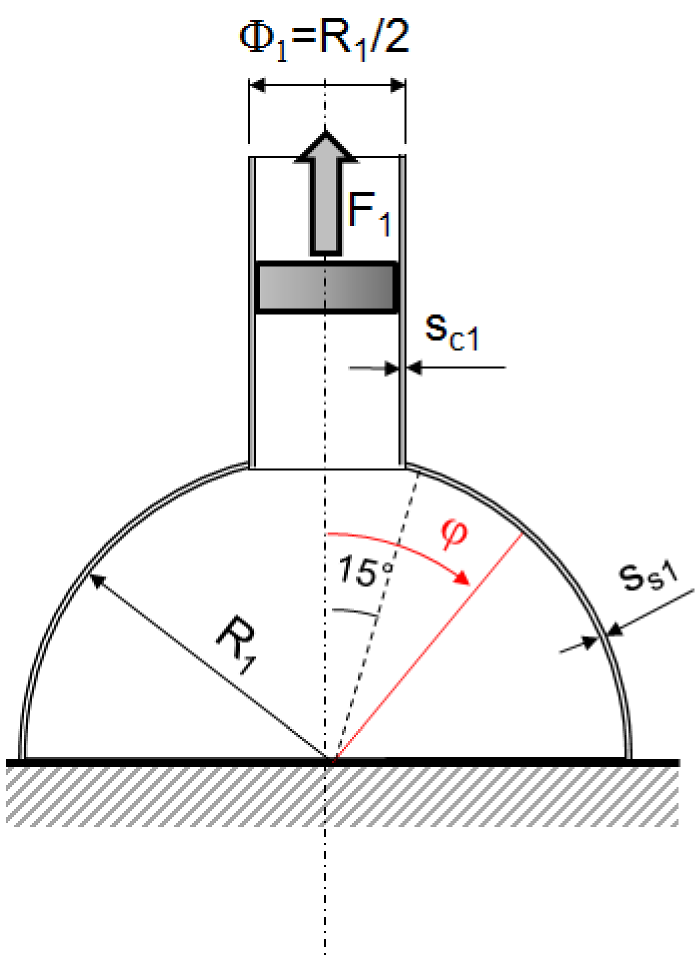

Fig. 1.1

$E := 8000 \cdot MPa$ $\nu := 0.3$ $\sigma_{amm} := 10 \cdot MPa$ $F_1 := 150 \cdot N$

$R_1 := 100 \cdot mm$

Quesito 1

La pressione che deriva dall'equilibrio del pistone:

$$p_1 := \frac{4 \cdot F_1}{\pi \cdot \left(\frac{R_1}{2}\right)^2} = 0.076 \cdot \text{MPa}$$

Le caratteristiche generalizzate di sollecitazione sono:

Cilindro

$$N_{\theta\theta\_cil} := p_1 \cdot \frac{R_1}{4} = 1.91 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$N_{\varphi\varphi\_cil} := 0$$

Sfera

$$N_{\theta\theta\_sfe} := p_1 \cdot \frac{R_1}{2} = 3.82 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$N_{\varphi\varphi\_sfe} := p_1 \cdot \frac{R_1}{2} = 3.82 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Quesito 2

$$s_{c1} := \frac{N_{\theta\theta\_cil}}{\sigma_{amm}} = 0.191 \cdot \text{mm}$$

$$s_{s1} := \frac{N_{\theta\theta\_sfe}}{\sigma_{amm}} = 0.382 \cdot \text{mm}$$

Quesito 3

$$\varepsilon_{sf} := \frac{N_{\theta\theta\_sfe}}{s_{s1}} \cdot \frac{(1 - \nu)}{E} = 8.75 \times 10^{-4}$$

$$\delta := R_1 \cdot \cos\left(\frac{15}{180} \cdot \pi\right) \cdot \varepsilon_{sf} = 0.085 \cdot mm$$

Esercizio 2

La struttura mostrata in Fig. 2.1 (schema di carrello per ispezione sotto ponti) è collegata ad un supporto rigido tramite una flangia a 4 bulloni.
Condurre la verifica ad attrito del giunto

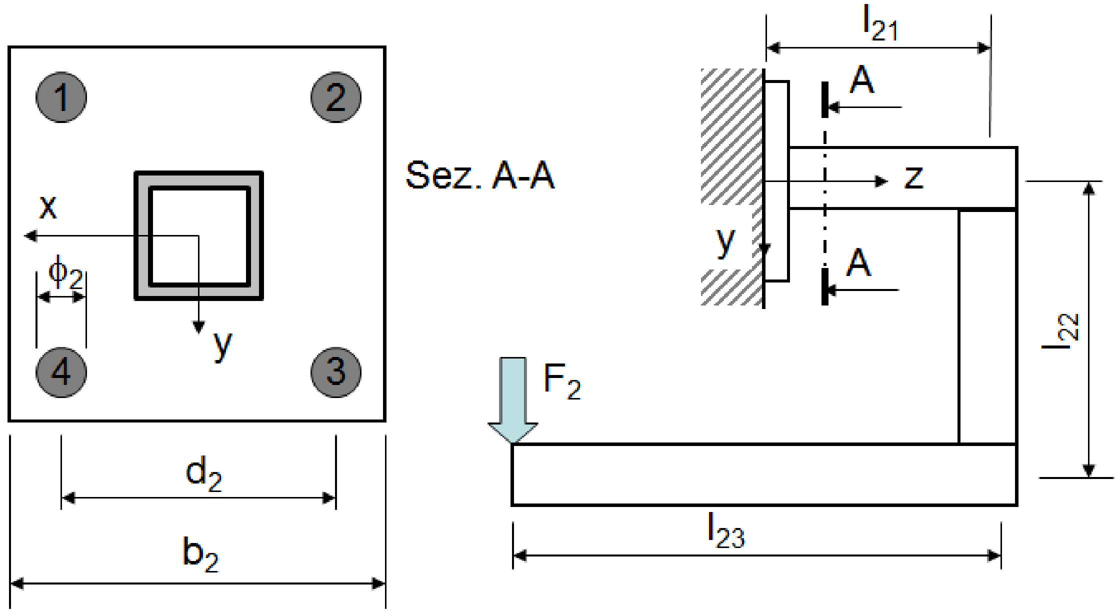

Fig. 2.1

$L_0 := 5000 \cdot mm$ $\quad d_2 := 200 \cdot mm$ $\quad b_2 := 250 \cdot mm$ $\quad F_2 := 1.5 \cdot kN$

$\phi_2 := 9 \cdot mm$ $\quad l_{21} := 1.5 \cdot m$ $\quad l_{22} := 2 \cdot m$ $\quad l_{23} := 3 \cdot m$

$f := 0.1$ Coefficiente di attrito tra le flange

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

$\psi := 1.5$ Coefficiente di sicurezza

Grandezze calcolate

$$A_2 := \frac{\pi \cdot \phi_2^{\,2}}{4} = 63.617 \cdot mm^2$$ sezione bullone

$$N_0 := 0.8 \cdot \sigma_b \cdot A_2 = 4.072 \times 10^4\, N$$ Preserraggio bullone

Forze e momenti da trasmettere da parte del giunto

$$M_x := F_2 \cdot \left(l_{23} - l_{21}\right) = 2.25 \times 10^3 \cdot N \cdot m$$

$$F_y := F_2 = 1.5 \times 10^3\, N$$

Forze agenti sui bulloni

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

$$J_b := 4 \cdot \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 = 0.04\, m^2$$ Modulo di inierzia a flessione del giunto

$$d_2 = 0.2\, m$$

$$N_x := \frac{M_x}{J_b} \cdot \frac{d_2}{2} = 5.625 \times 10^3 \cdot N$$ Azione normale sul bullone dovuta a Mx

Verifica

$N_x = 5.625 \times 10^3\, N$ < $0.8 \cdot N_0 = 3.257 \times 10^4\, N$

$T_y = 375\, N$ < $T_{amm} := \dfrac{f \cdot \left(N_0 - N_x\right)}{\psi} = 2.339 \times 10^3\, N$

Esercizio 3

L'estremità dell'albero in acciaio mostrato nella Fig. 3.1 subisce, a causa di un errore di montaggio, un abbassamento imposto δ sul piano "y-z".
Calcolare il numero di giri che l'albero può compiere senza rottura.

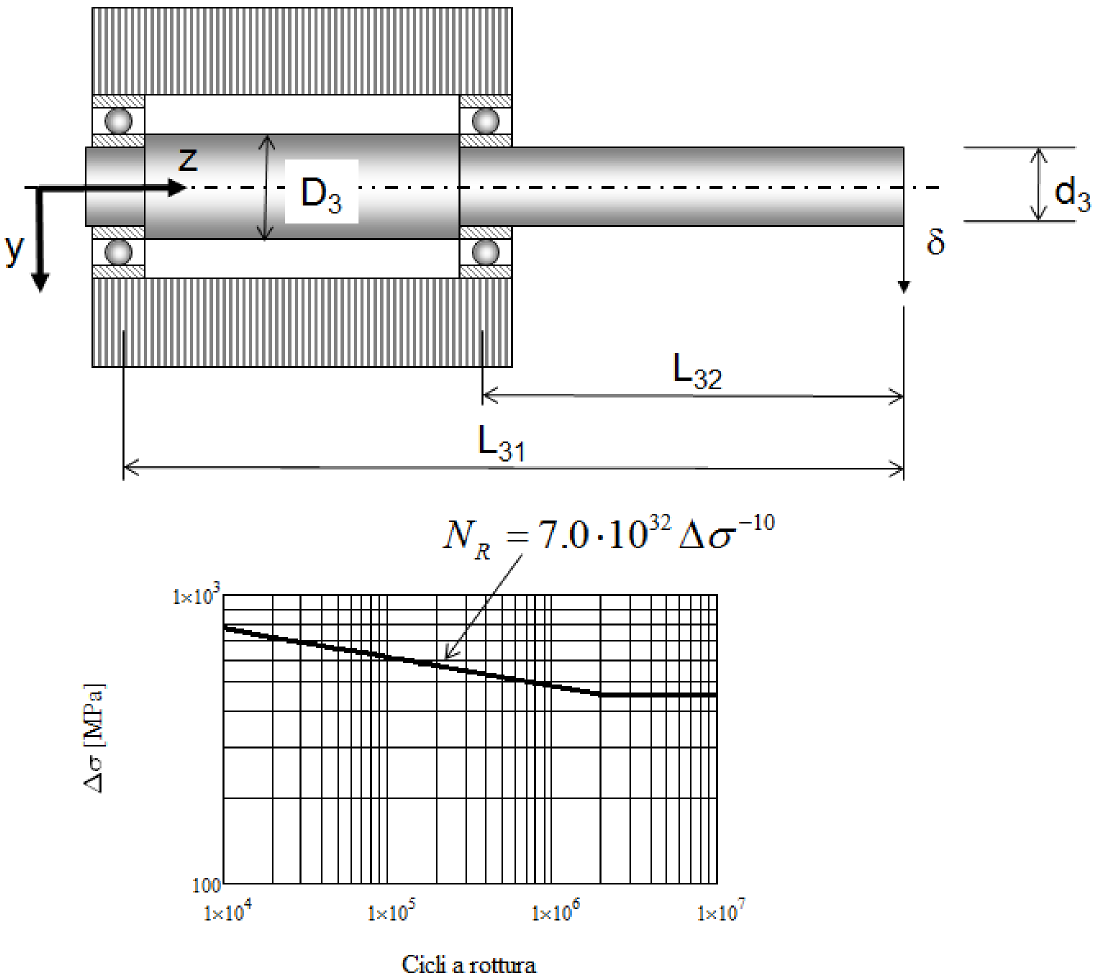

Fig. 3.1

$D_3 := 40\cdot mm$ $\quad d_3 := 25\cdot mm$ $\quad L_{31} := 350\cdot mm$ $\quad L_{32} := 160\cdot mm$

$\delta := 0.35\cdot mm$ $\quad E := 210000\cdot MPa$ $\quad \sigma_{sn} := 450\cdot MPa$

$K_T := 2.5$ Fattore di forma per effetto di intaglio dovuto al cambio di diametro dell'albero

Calcolo spostamento prodotto da una forza unitaria

$$M_{x1}(\xi) := \begin{cases} -\left(\dfrac{L_{32}}{L_{31} - L_{32}} \cdot \xi\right) & \text{if } 0 \le \xi \le L_{31} - L_{32} \\ \left[-\left(L_{31} - \xi\right)\right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$J_{x1} := \frac{\pi \cdot D_3^{\,4}}{64} \qquad\qquad J_{x2} := \frac{\pi \cdot d_3^{\,4}}{64}$$

$$\delta_1 := \int_0^{L_{31}-L_{32}} \frac{M_{x1}(\xi)^2}{E \cdot J_{x1}}\, d\xi + \int_{L_{31}-L_{32}}^{L_{31}} \frac{M_{x1}(\xi)^2}{E \cdot J_{x2}}\, d\xi = 4.005 \times 10^{-4} \cdot \frac{mm}{N}$$

Calcolo forza necessaria a produrre δ

$$P_3 := \frac{\delta}{\delta_1} = 873.888\, N$$

Calcolo momento flettente agente

$$M_{x3} := P_3 \cdot \left(L_{31} - L_{32}\right) = 166.039 \cdot N \cdot m$$

Calcolo tensioni massime

$$\sigma_{max} := \frac{M_{x3}}{J_{x2}} \cdot \frac{d_3}{2} = 108.24 \cdot MPa$$

Calcolo parametri ciclo fatica

$$\Delta\sigma := 2 \cdot \sigma_{max} \cdot K_T = 541.202 \cdot MPa$$

Calcolo numero di cicli a rottura

$$N_R := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma}{MPa}\right)^{-10} = 3.247 \times 10^5$$

$$P_3 := \delta \cdot \frac{3 \cdot J_{x2} \cdot E}{\left(L_{32}\right)^3} = 1.032 \times 10^3\,\mathrm{N}$$