

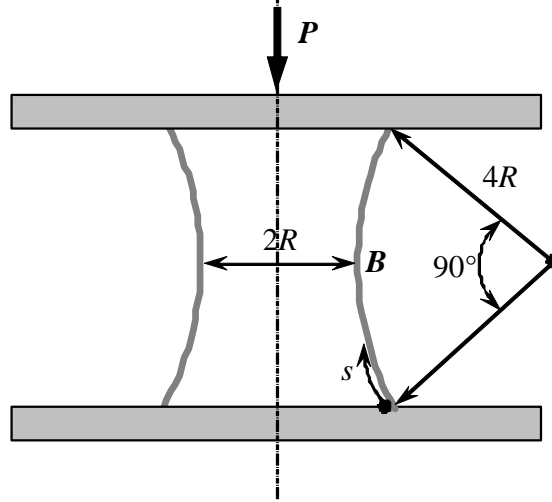
COSTRUZIONI DI APPARECCHIATURE CHIMICHE

Esame del 10/01/2013

Esercizio N. 1

Il supporto assialsimmetrico rappresentato in sezione in figura 1, avente spessore $h=4\text{mm}$ e dimensioni definite da $R=80\text{mm}$, è realizzato in lega leggera ($E = 76\text{GPa}$, $\nu = 0.3$, $\sigma_{am} = 200\text{MPa}$). Il carico può essere considerato una forza $P=300\text{kN}$ applicata in corrispondenza dell'asse di simmetria. Assumendo per il componente un modello strutturale bidimensionale e trascurando gli effetti di bordo:

- fornire le caratteristiche di sollecitazione in corrispondenza del punto centrale B ;
- tracciare i diagrammi qualitativi quotati delle caratteristiche di sollecitazione in funzione dell'ascissa curvilinea s ;
- valutare il valore di P che determina un coefficiente di sicurezza allo snervamento per il supporto pari a $\eta=3$.



Risposta a)

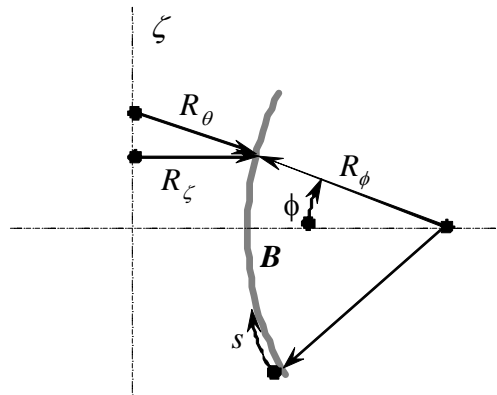
La geometria del guscio è definita dalle relazioni:

$$\phi = \frac{s}{4R} - \frac{\pi}{4}$$

$$R_\zeta = 5R - 4R \cos \phi$$

$$R_\phi = 4R; \quad k_{\phi\phi} = -\frac{1}{R_{\phi\phi}}$$

$$R_\theta = \frac{R_\zeta}{\cos \phi}; \quad k_{\theta\theta} = \frac{1}{R_{\theta\theta}}$$



Per l'equilibrio assiale e la formula di Laplace ($p=0$) in B ($s_B = \pi R$, $\phi_B = 0$) si ha:

$$N_{\theta\theta} = -149.2\text{N/mm}$$

$$N_{\phi\phi} = -596.8\text{N/mm}$$

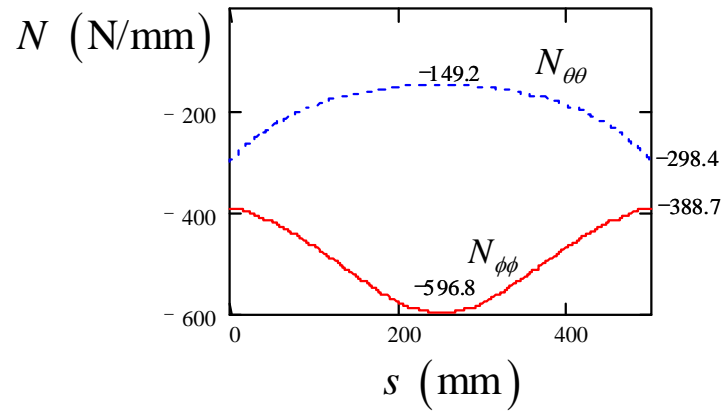
$$N_{\theta} = \frac{\cos \phi}{R_{\theta\theta}}$$

$$p = 0 \quad s_B = \pi R \quad \phi_B = 0$$

$$N_{\theta\theta} = -149.2 \text{ N/mm}$$

$$N_{\phi\phi} = -596.8 \text{ N/mm}$$

Risposta b)



Risposta c)

Punto critico B: $P_{\eta=3} = 134.0 \text{ kN}$

ESERCIZIO 2

La struttura mostrata in Fig. 2.1, viene utilizzata per sollevare ripetutamente la massa M nel 70% dei casi e la massa $M \cdot 1.2$ nel restante 30% dei casi.

Il sollevamento avviene tramite una carrucola, applicando alla fune una forza T inclinata di 45° rispetto alla verticale.

Condurre il calcolo del numero di cicli a rottura per fatica, ipotizzando che il materiale segua la curva di resistenza mostrata in Fig. 2.2. Si trascuri l'effetto di una eventuale forza normale di compressione.

Dati:

- $L = 2 \text{ m}$
- $M = 700 \text{ Kg}$
- $b = 100 \text{ mm}$
- $h = 200 \text{ mm}$
- $s = 5 \text{ mm}$
- $\sigma_s = 400 \text{ MPa}$ (tensione di snervamento del materiale)

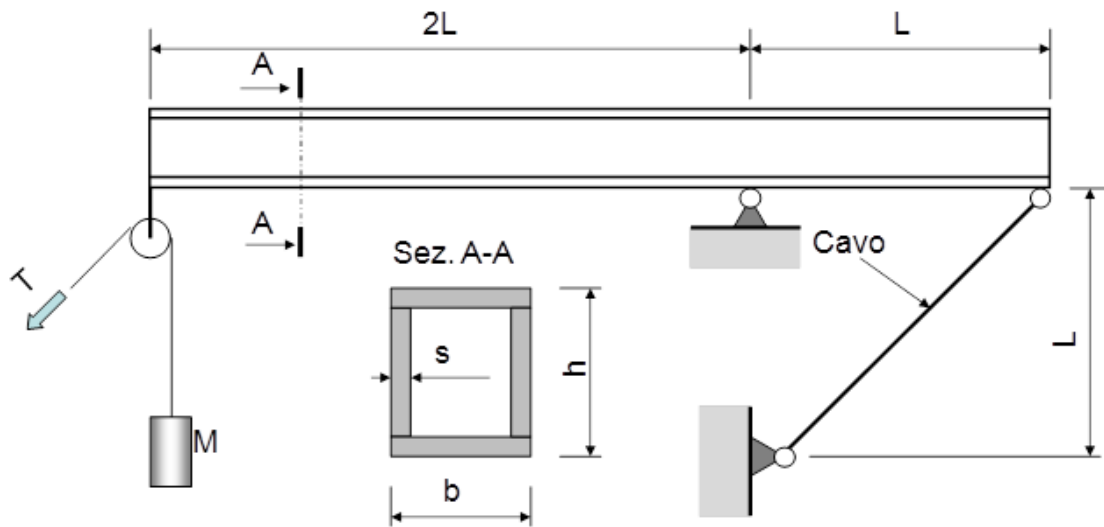


Fig. 2.1

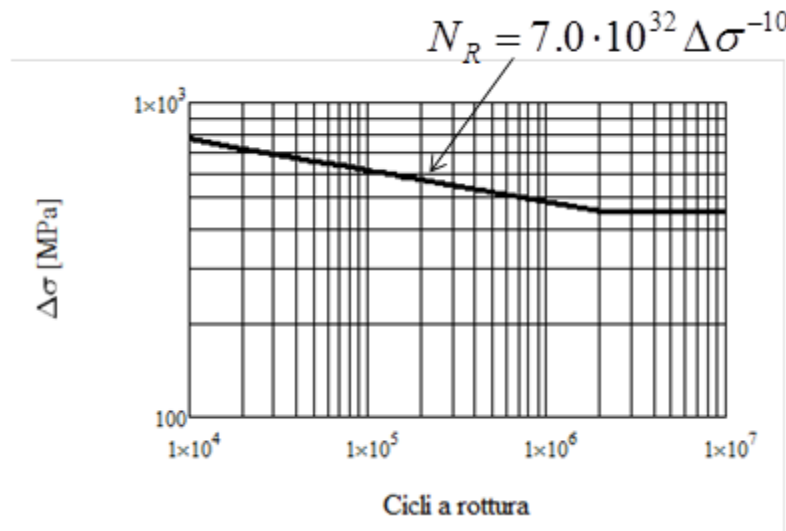


Fig. 2.2

$$L_0 := 2 \cdot \text{m}$$

$$b := 100 \cdot \text{mm}$$

$$h := 200 \cdot \text{mm}$$

$$M_0 := 700 \cdot \text{kg}$$

$$s := 5 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_s := 400 \cdot \text{MPa}$$

$$r_{ap} := 1.2$$

$$\%1 := 0.7$$

Calcolo forze

$$F_p := M_0 \cdot g = 6.865 \times 10^3 \text{ N} \quad T := F_p$$

$$F_v := F_p \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 1.172 \times 10^4 \text{ N} \quad \text{Forza verticale}$$

$$F_o := F_p \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 4.854 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{Forza orizzontale}$$

Calcolo caratteristiche sezione

$$A_0 := h \cdot b - (h - 2 \cdot s) \cdot (b - 2 \cdot s) = 2.9 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$J_0 := \frac{b \cdot h^3 - (b - 2 \cdot s) \cdot (h - 2 \cdot s)^3}{12} = 1.522 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4$$

Momento flettente massimo

$$M_{fmax} := F_v \cdot 2 \cdot L_0 = 4.687 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$N_{max} := F_0 = 4.854 \times 10^3 \text{ N}$$

Momento flettente massimo

Forza normale massima

Tensioni massime

$$\sigma_{maxM} := \frac{M_{fmax}}{J_0} \cdot \frac{h}{2} = 307.897 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{maxN} := \frac{N_{max}}{A_0} = 1.674 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{max} := \frac{M_{fmax}}{J_0} \cdot \frac{h}{2} + \frac{N_{max}}{A_0} = 309.571 \cdot \text{MPa}$$

Ciclo di fatica

$$\Delta\sigma := \sigma_{max}$$

$$\sigma_m := \frac{\sigma_{max}}{2}$$

$$\Delta\sigma_{eq1} := \Delta\sigma \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_s - \sigma_m} = 504.98 \cdot \text{MPa}$$

$$N_{F1} := 7.0 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{eq1}}{\text{MPa}} \right)^{-10} = 6.492 \times 10^5$$

$$\Delta\sigma_{eq2} := \Delta\sigma \cdot r_{ap} \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_s - \sigma_m \cdot r_{ap}} = 693.531 \cdot \text{MPa}$$

$$N_{F2} := 7.0 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{eq2}}{\text{MPa}} \right)^{-10} = 2.719 \times 10^4$$

$$N_{tot} := \frac{1}{\frac{\%1}{N_{F1}} + \frac{(1 - \%1)}{N_{F2}}} = 8.257 \times 10^4$$

ESERCIZIO 3

La trave mostrata in Fig. 3.1 è costituita da due semitravi, ciascuna di lunghezza “L”, unite al centro da una giunzione bullonata a doppio coprigiunto.

La trave è soggetta al carico verticale uniformemente distribuito “p”.

Si conduca la verifica ad attrito dei bulloni.

Dati:

- $L = 5 \text{ m}$
- $p = 1.2 \text{ kN/m}$
- $b = 600 \text{ mm}$
- $a = 200 \text{ mm}$
- $\phi_b = 16 \text{ mm}$ (diametro dei bulloni)
- $\sigma_{amm} = 900 \text{ MPa}$ (tensione ammissibile del materiale del bullone)
- $f = 0.3$ (coefficiente di attrito)
- $\Psi = 1.5$ (coefficiente di sicurezza minimo prescritto)

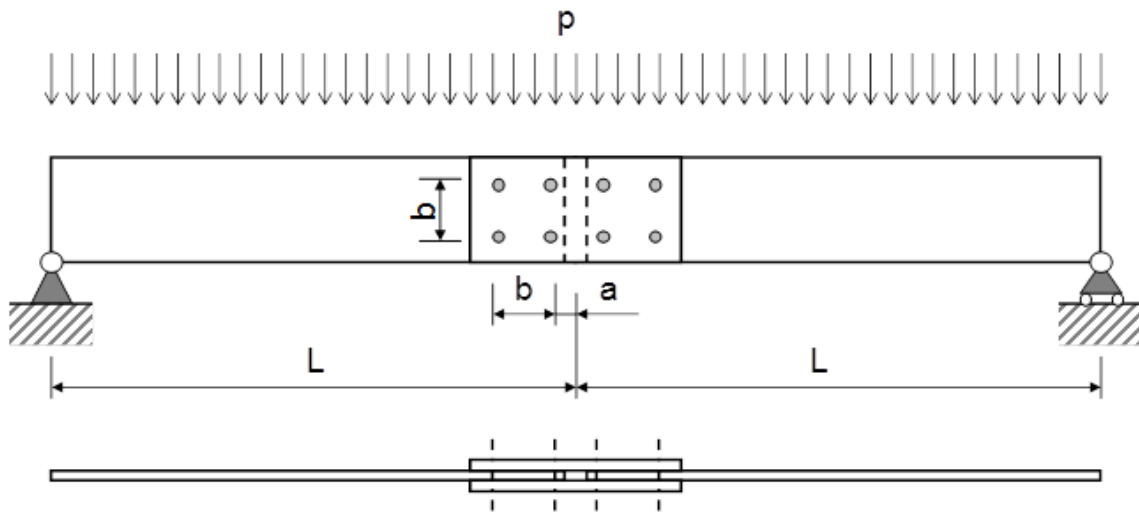


Fig. 3.1

$$\begin{aligned} L_0 &:= 5 \cdot \text{m} & a &:= 0.2 \cdot \text{m} & b &:= 0.6 \cdot \text{m} & p_0 &:= 1200 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}} \\ \phi_b &:= 16 \cdot \text{mm} & \sigma_{amm} &:= 900 \cdot \text{MPa} & f &:= 0.3 & \Psi &:= 1.5 \end{aligned}$$

Caratteristiche sollecitazione massime

$$M_{\max} := \frac{p_0 \cdot L_0^2}{2} = 1.5 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m} \quad r_j := \frac{b}{2} \cdot \sqrt{2}$$

Sforzi di taglio nei bulloni

$$T_j := \frac{M_{\max}}{4 \cdot r_j} = 8.839 \times 10^3 \text{ N}$$

Verifica

$$N_0 := \sigma_{\text{ambb}} \cdot \left(\frac{\pi \phi_b^2}{4} \right) \cdot 0.8 = 1.448 \times 10^5 \text{ N}$$

$$T_{\text{amm}} := \frac{f \cdot N_0 \cdot 2}{\Psi} = 5.791 \times 10^4 \text{ N}$$