COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE
ESAME DEL 02/07/2013

Esercizio 1

E' dato il sistema albero-mozzo con forzamento mostrato in Fig. 1.1. In seguito alla rotazione dell'albero, nascono delle azioni centrifughe schematizzabili con una pressione p_0 applicata all'esterno del mozzo.

Determinare:

1. lo stato di tensione prodotto nel sistema albero-mozzo dal solo forzamento
2. lo stato di tensione prodotto nel sistema albero-mozzo dal forzamento agente insieme alla pressione esterna p_0
3. il coefficiente di sicurezza rispetto allo snervamento del materiale nel più sfavorevole tra i casi dei punti 1 e 2
4. il momento attorno all'asse dell'albero che può essere trasmesso tra quest'ultimo ed il mozzo nei casi 1 e 2

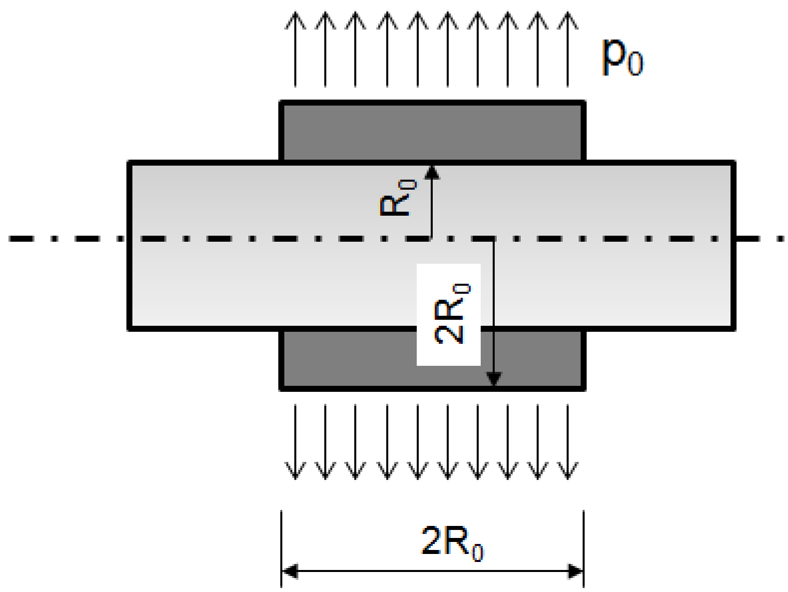


Fig. 1.1

$E := 210000\,MPa$ $\quad \nu := 0.3 \quad \sigma_s := 500 \cdot MPa$ Dati materiale

$R_0 := 25 \cdot mm$ Raggio caratteristico

$i := 0.03 \cdot mm$ Interferenza radiale

$f := 0.3$ Coefficiente di attrito

$p_0 := 30 \cdot MPa$ Pressione esterna

$B := 2 \cdot R_0 = 50 \cdot mm$ Lunghezza mozzo

Quesito 1

Stato di tensione conseguente al solo forzamento

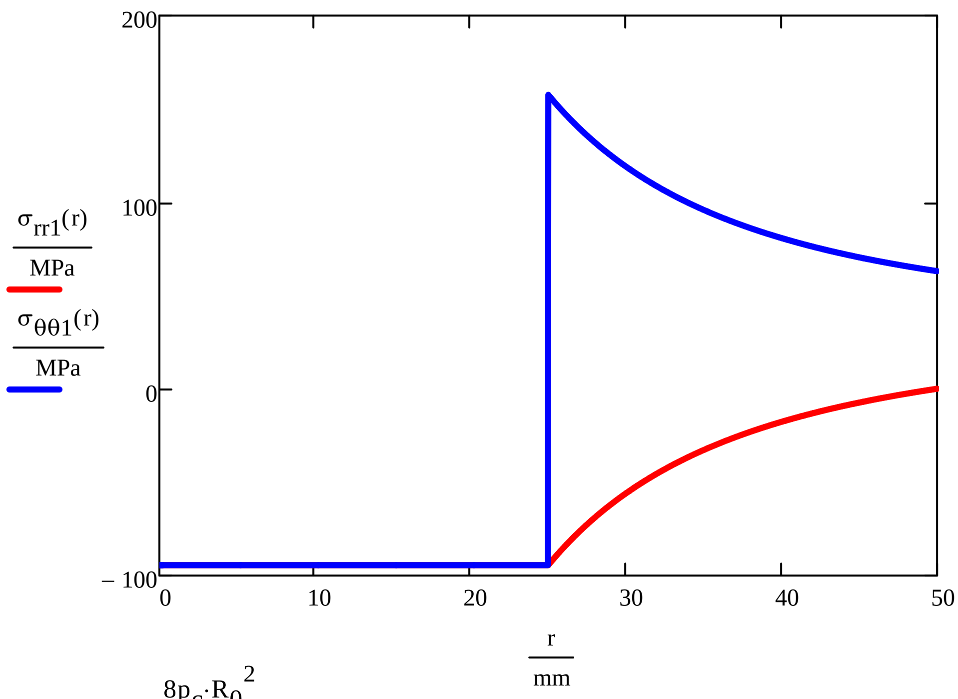
$$p_c := i \cdot E \cdot \frac{\left[\left(2 \cdot R_0\right)^2 - R_0^{\ 2} \right]}{2 \cdot R_0 \cdot \left(2 \cdot R_0\right)^2} = 94.5 \cdot MPa$$

Pressione di contatto

$$:= 0, \frac{R_0}{1000} .. 2R_0$$

$$\sigma_{rr1}(r) := \begin{cases} -p_c & \text{if } r < R_0 \\ \left[\dfrac{p_c \cdot R_0^{\ 2}}{\left(2 \cdot R_0\right)^2 - R_0^{\ 2}} \cdot \left[1 - \dfrac{\left(2 \cdot R_0\right)^2}{r^2} \right] \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\sigma_{\theta\theta1}(r) := \begin{cases} -p_c & \text{if } r < R_0 \\ \left[\dfrac{p_c \cdot R_0^{\ 2}}{\left(2 \cdot R_0\right)^2 - R_0^{\ 2}} \cdot \left[1 + \dfrac{\left(2 \cdot R_0\right)^2}{r^2} \right] \right] & \text{otherwise} \end{cases}$$



$$\sigma_{idmx1} := \frac{8 p_c \cdot R_0^{\ 2}}{\left(2 \cdot R_0\right)^2 - R_0^{\ 2}} = 252 \cdot MPa$$

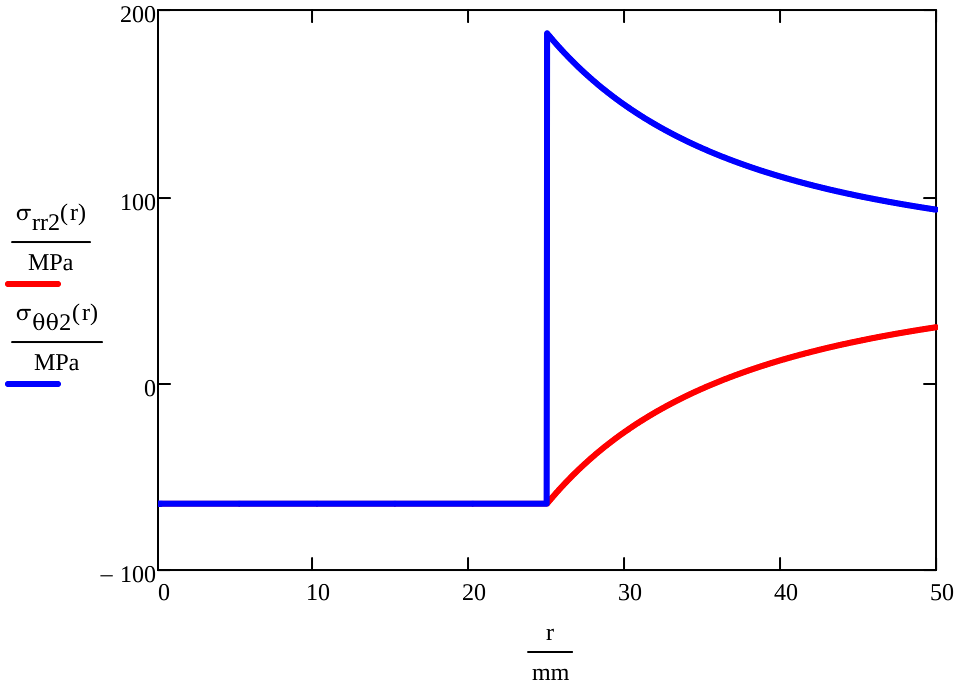
Quesito 2

Stato di tensione dovuto alla presenza contemporanea dell'interferenza e di p_0.

Dato che il sistema unito dal forzamento è un albero pieno, è sufficiente sovrapporre la relativa distribuzione.

$$\sigma_{rr2}(r) := \begin{cases} -p_c + p_0 & \text{if } r < R_0 \\ \left[\dfrac{p_c \cdot R_0^{\,2}}{(2 \cdot R_0)^2 - R_0^{\,2}} \cdot \left[1 - \dfrac{(2 \cdot R_0)^2}{r^2}\right]\right] + p_0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\sigma_{\theta\theta2}(r) := \begin{cases} -p_c + p_0 & \text{if } r < R_0 \\ \left[\dfrac{p_c \cdot R_0^{\,2}}{(2 \cdot R_0)^2 - R_0^{\,2}} \cdot \left[1 + \dfrac{(2 \cdot R_0)^2}{r^2}\right]\right] + p_0 & \text{otherwise} \end{cases}$$



$$\sigma_{idmx2} := \sigma_{idmx1} = 252 \cdot MPa$$

Quesito 3

$\Psi := \frac{\sigma_s}{\sigma_{idmx1}} = 1.984$ Coefficiente di sicurezza rispetto allo snervamento

Quesito 4

$M_{mx1} := p_c \cdot f \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_0 \cdot B \cdot R_0 = 5.567 \times 10^3 \cdot N \cdot m$ Momento trasmissibile caso 1

$M_{mx2} := \left(p_c - p_0\right) \cdot f \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_0 \cdot B \cdot R_0 = 3.799 \times 10^3 \cdot N \cdot m$ Momento trasmissibile caso 2

Esercizio 2

Si consideri il telaio di Fig. 2.1, costruito da una traversa rigida, sostenuta da due lastre verticali. Il telaio è soggetto all'azione della forza F_0. Le traverse contengono due fessure passanti laterali di dimensione "a". Il materiale ha un comportamento schematizzabile come elsatico perfettamente plastico.

Si valuti la dimensione della frattura tale da ridurre del 25% il carico massimo supportabile dalla struttura, rispetto al valore ottenibile con a=0

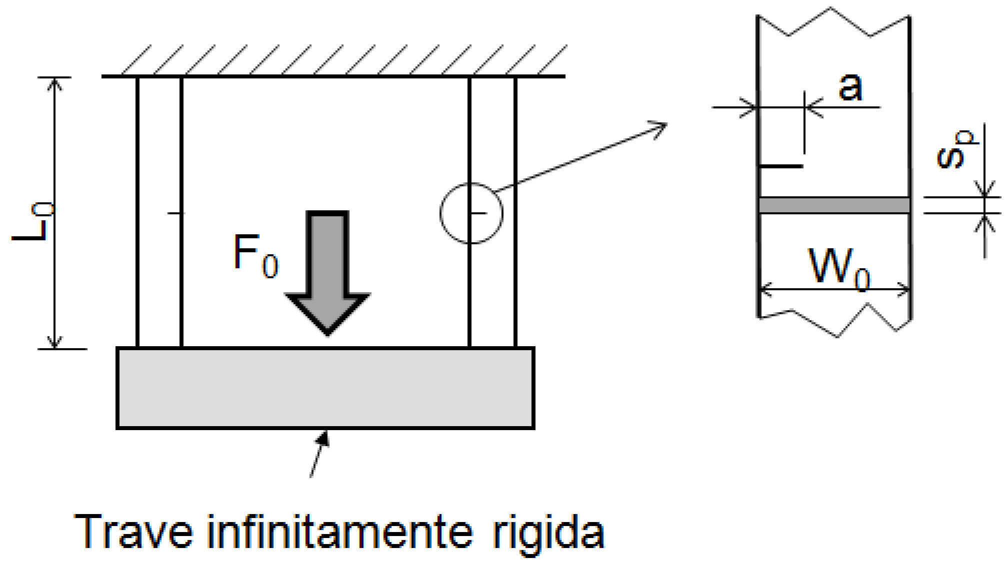


Fig. 2.1

$\sigma_s := 450 \cdot MPa$ $\quad E := 210000 \cdot MPa$ $\quad \nu := 0.3$ Dati materiale (acciaio)

$K_{IC} := 50 \cdot MPa \cdot \sqrt{m}$

$L_0 := 2500 \cdot mm$

$s_p := 12 \cdot mm$ $\quad W_0 := 300 \cdot mm$

$\beta := 1.12$ Fattore correttivo per il calcolo di K_I

Resistenza per a=0

$F_{R0} := \sigma_s \cdot W_0 \cdot s_p \cdot 2 = 3.24 \times 10^6 \, N$ Forza max per collasso plastico

Resistenza ridotta del 25%

$$a_K := \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{K_{IC} \cdot 2 \cdot W_0 \cdot s_p}{\beta \cdot 0.75 \cdot F_{R0}} \right)^2 = 5.569 \cdot mm$$

$$a_P := W_0 - \frac{0.75 \cdot F_{R0}}{2 \cdot \sigma_s \cdot s_p} = 75 \cdot mm$$

$$a_{075} := \min(a_K, a_P) = 5.569 \cdot mm$$

Esercizio 3

La colonna di Fig. 3.1 è pressurizzata internamente con pressione p_0 e presenta una saldatura longitudinale a piena penetrazione.

La struttura è investita da vento laterale, che esercita sulla struttura stessa, sul lato esposto, un carico per unità di altezza della colonna pari a p_w.

Si conduca la verifica della saldatura longitudinale nei due casi di vento proveniente dalla direzione "x" e dalla direzione "y".

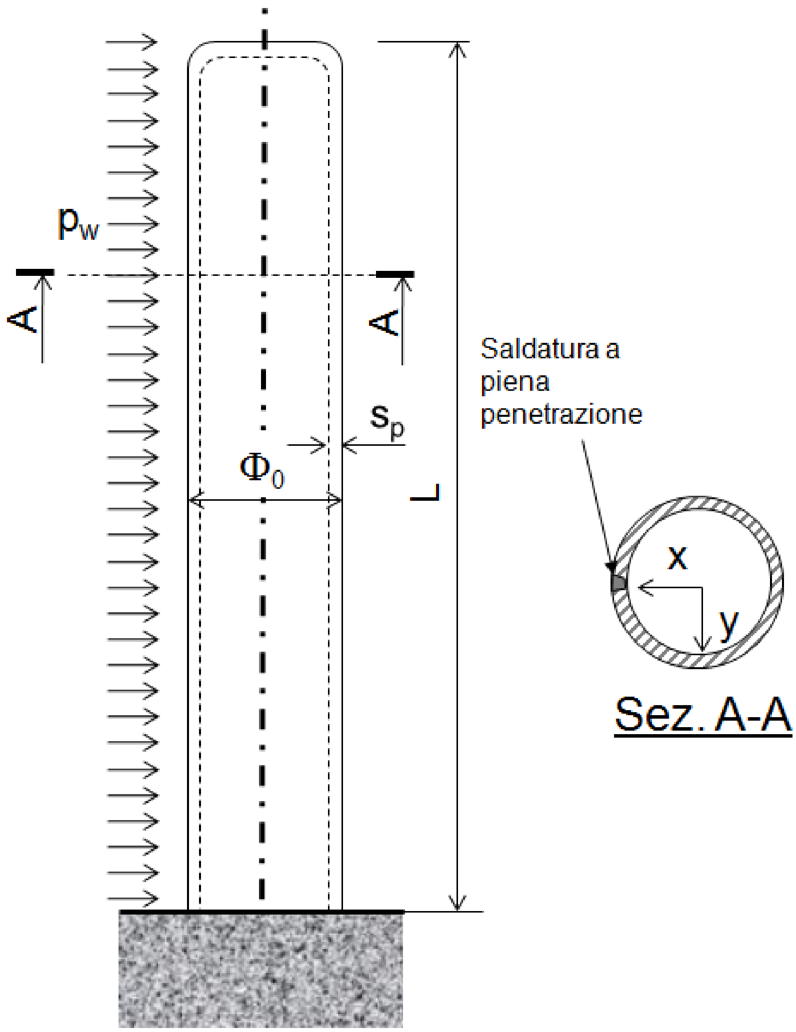


Fig. 3.1

$\sigma_{amm} := 550 \cdot MPa$ $\quad E := 210000 \cdot MPa$ $\quad \nu := 0.3$ $\quad$ Dati materiale (acciaio)

$\Phi_0 := 1.5 \cdot m$ $\quad s_p := 10 \cdot mm$ $\quad L_0 := 15 \cdot m$ $\quad p_0 := 5 \cdot MPa$

$p_w := 10 \cdot \frac{N}{mm}$ $\quad f_w := 0.95$ $\quad$ Efficienza saldatura

Dati sezione

$$A_0 := \frac{\pi}{4}\cdot\left[\Phi_0{}^2 - \left(\Phi_0 - 2\cdot s_p\right)^2\right] = 4.681 \times 10^4\cdot mm^2$$

$$J_x := \frac{\pi}{64}\cdot\left[\Phi_0{}^4 - \left(\Phi_0 - 2\cdot s_p\right)^4\right] = 1.299 \times 10^{10}\cdot mm^4$$

Tensioni dovute a pressione interna

$$\sigma_\varphi := \frac{p_0\cdot\Phi_0}{4\cdot s_p} = 187.5\cdot MPa$$

$$\sigma_\theta := \frac{p_0\cdot\Phi_0}{2\cdot s_p} = 375\cdot MPa$$

Tensioni dovute al vento

$$M_{max} := \frac{p_w\cdot L_0{}^2}{2} = 1.125 \times 10^6\cdot N\cdot m$$

$$T_{max} := p_w\cdot L_0 = 1.5 \times 10^5 N$$

$$\sigma_z := \frac{M_{max}\cdot\Phi_0}{2\cdot J_x} = 64.949\cdot MPa$$

$$\tau_T := \frac{T_{max}}{A_0}\cdot\frac{3}{2} = 4.807\cdot MPa$$

Verifica

Vento proveniente da "x"

$$\sigma_{par} := \sigma_\varphi + \sigma_z = 252.449\cdot MPa$$

$$\sigma_{ort} := \sigma_\theta = 375\cdot MPa$$

$$\tau_{par} := 0\cdot MPa$$

$$\sqrt{\sigma_{par}{}^2 + \sigma_{ort}{}^2 - \sigma_{par}\cdot\sigma_{ort} + 3\cdot\tau_{par}{}^2} = 331.191\cdot MPa \qquad < \qquad f_w\cdot\sigma_{amm} = 522.5\cdot MPa \qquad \text{OK}$$

Vento proveniente da "y"

$\sigma_{par} := \sigma_{\varphi} = 187.5 \cdot MPa$

$\sigma_{ort} := \sigma_{\theta} = 375 \cdot MPa$

$\tau_{par} := \tau_{T} = 4.807 \cdot MPa$

$\sqrt{\sigma_{par}^{2} + \sigma_{ort}^{2} - \sigma_{par} \cdot \sigma_{ort} + 3 \cdot \tau_{par}^{2}} = 324.866 \cdot MPa$ < $f_{w} \cdot \sigma_{amm} = 522.5 \cdot MPa$ OK