COSTRUZIONI DI APPARECCHIATURE CHIMICHE

Esame del 18-07-2012

ESERCIZIO 1

Come mostrato in figura 1.1, un disco forato di PVC ($E_p = 4.0\text{GPa}$, $\nu_p = 0.35$, $\alpha_p = 52\mu\varepsilon/°\text{C}$ e $\sigma_{am,p} = 9.0\text{MPa}$) con $R_1 = 80\text{mm}$, $R_2 = 200\text{mm}$ e $h = 12\text{mm}$ è forzato all'interno di un anello di acciaio inox ($E_a = 190\text{GPa}$, $\nu_a = 0.3$, $\alpha_a = 16\mu\varepsilon/°\text{C}$ e $\sigma_{am,a} = 300\text{MPa}$) avente sezione quadrata ($h \times h$). Sapendo che per effettuare l'operazione di assemblaggio senza necessità di pressa la temperatura deve essere ridotta di almeno $30°\text{C}$, quando l'elemento è riportato alla temperatura ambiente:

a) determinare la pressione di contatto sulla superficie di collegamento,
b) tracciare l'andamento delle componenti tensionali principali in funzione della posizione radiale
c) calcolare il coefficiente di sicurezza a resistenza.

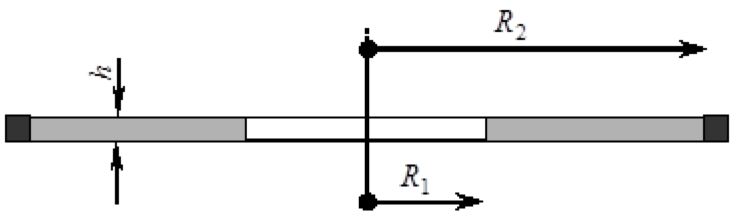


Fig. 1.1

Risposta a)

Le C.C. dei due problemi di Lamé sono:

$$\sigma_{rr}(R_1) = \sigma_{rr}(R_2 + h) = 0$$

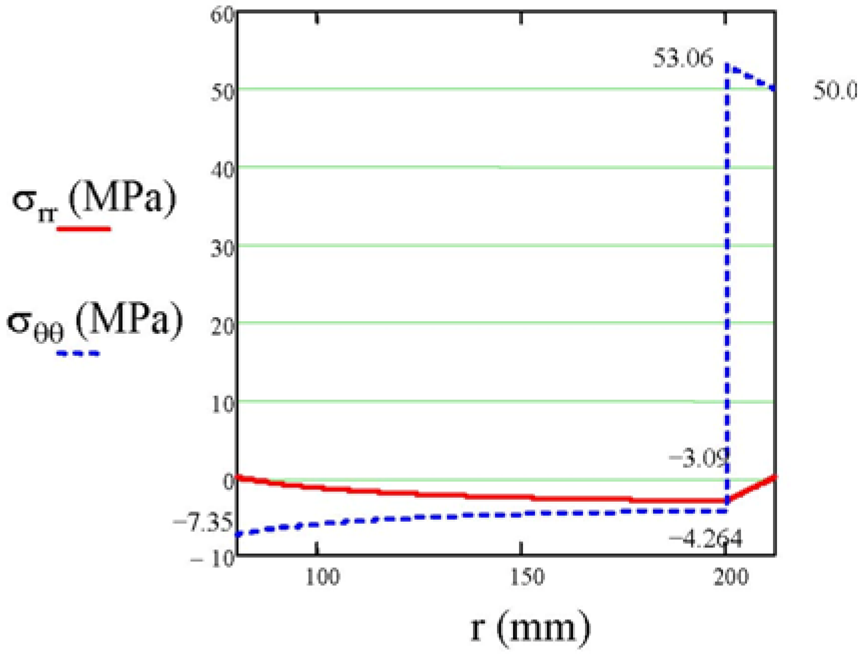
$$\sigma_{rr}(R_2^-) = \sigma_{rr}(R_2^+)$$

$$u(R_2^-) + (\alpha_p - \alpha_a) R_1 \Delta T = u(R_2^+)$$

da cui:

p=3.09 MPa

Risposta b)



Risposta c)
La condizione critica si verifica al bordo del disco:
η = 1.22

ESERCIZIO 2

Nella Fig. 2.1 è mostrato un recipiente chiuso, pressurizzato internamente con una pressione p_0, e soggetto all'azione laterale W dovuta al vento.
Si conduca la verifica della saldatura longitudinale a piena penetrazione
Dati:

- $L = 12$ m
- $W = 3$ kN/m
- $P_0 = 2$ MPa
- $s_p = 20$ mm
- $\Phi = 900$ mm
- $\sigma_{amm} = 300$ MPa tensione ammissibile materiale base
- $f_1 = 0.9$ efficienza della saldatura

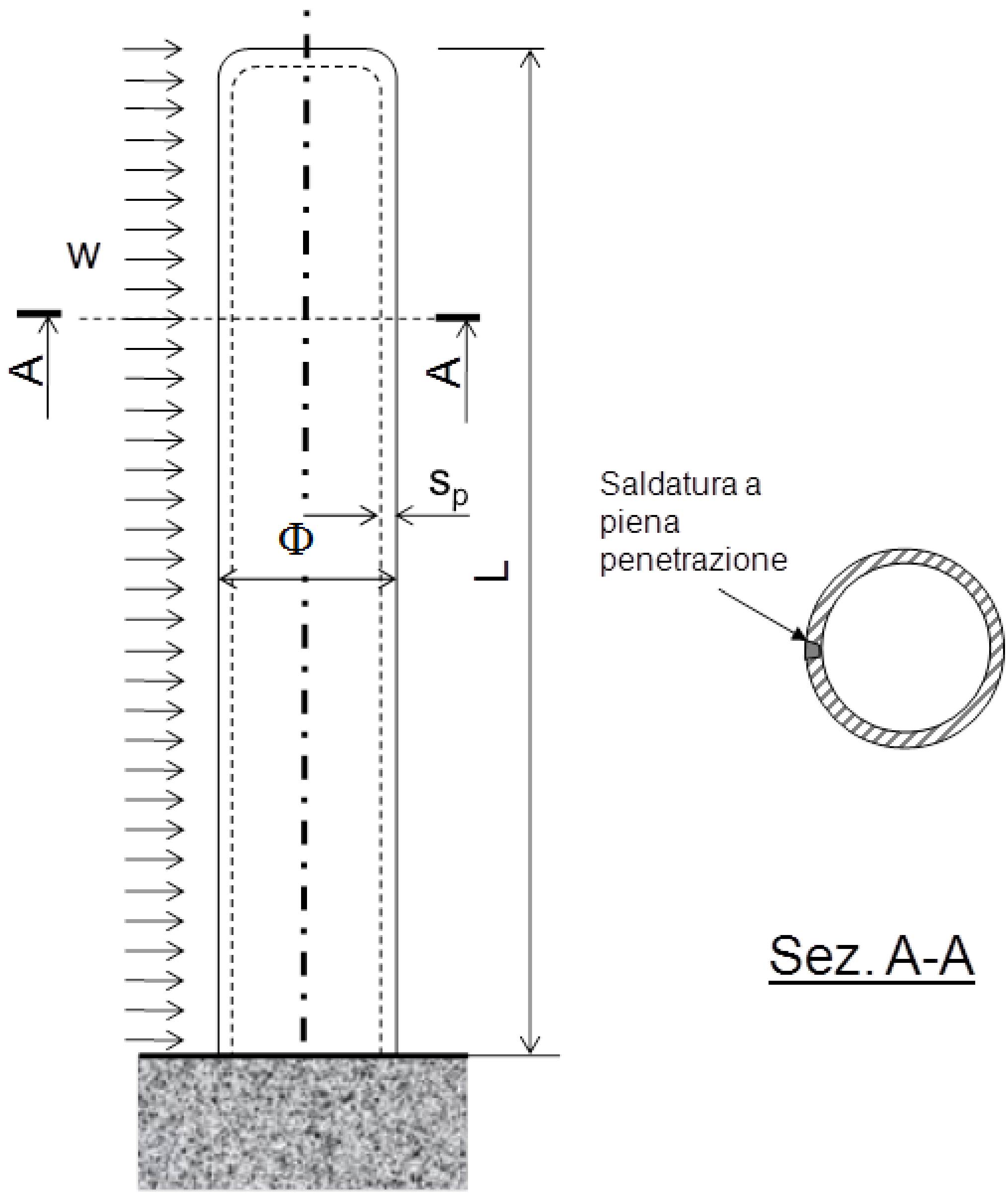


Fig. 2.1

$L_0 := 12 \cdot m$ $\quad W := 3 \cdot \frac{kN}{m}$

$\Phi := 900 \cdot mm$ $\quad s_p := 20 \cdot mm$

$\sigma_{amm} := 300 \cdot MPa$ $\quad f_1 := 0.95$ $\quad p_0 := 2 \cdot MPa$

$$A_0 := \pi \cdot \frac{\left[\Phi^2 - \left(\Phi - 2 \cdot s_p\right)^2\right]}{4} = 0.055\, m^2$$

Area sezione

$$A_i := \pi \cdot \frac{\left(\Phi - 2 \cdot s_p\right)^2}{4} = 0.581\, m^2$$

Area interna

$$J_0 := \pi \cdot \frac{\left[\Phi^4 - \left(\Phi - 2 \cdot s_p\right)^4\right]}{64} = 5.355 \times 10^{-3}\, m^4$$

Momento inerzia sezione

$$M_{mx} := \frac{W \cdot L_0^{\,2}}{2} = 2.16 \times 10^5 \cdot N \cdot m$$

Momento flettente massimo dovuto al vento

$$\sigma_{par\_mx} := \frac{M_{mx}}{J_0} \cdot \frac{\Phi}{2} = 18.151 \cdot MPa$$

Tensione parallela (assiale) dovuta al momento flettente

$$\sigma_{par\_p0} := p_0 \cdot \frac{A_i}{A_0} = 21.011 \cdot MPa$$

Tensione parallela (assiale) dovuta alla pressione

$$\sigma_{ort\_p0} := p_0 \cdot \frac{\Phi}{2 \cdot s_p} = 45 \cdot MPa$$

Tensione ortogonale (circonferenziale) dovuta alla pressione

$$\sigma_{id} := \sqrt{\left(\sigma_{par\_mx} + \sigma_{par\_p0}\right)^2 + \sigma_{ort\_p0}^{\,2} - \left(\sigma_{par\_mx} + \sigma_{par\_p0}\right) \cdot \sigma_{ort\_p0}} = 42.384 \cdot MPa$$

$\sigma_{amm} \cdot f_1 = 285 \cdot MPa$ $\quad$ OK

ESERCIZIO 3

Il recipiente cilindrico in pressione mostrato in Fig. 3.1 presenta, nel fasciame cilindrico, una frattura semi-ellittica. Supponendo che la frattura stessa si espanda (ad esempio per fatica) mantenendo costante il rapporto tra i semi-assi, calcolare quanto deve essere la tenacità minima del materiale affinché si possa verificare una perdita del recipiente (corrispondente al fatto che la frattura è divenuta passante nello spessore) prima della propagazione instabile del difetto.

Dati:

- $p = 5$ MPa — pressione interna
- $b/a=1.0$ — rapporto tra i semiassi del difetto
- $\Phi=3000$ mm — diametro recipiente
- $S_p=20$ mm — spessore mantello
- $\beta_A=1.2$ — coefficiente correttivo per il calcolo del K_I nel punto A
- $\beta_B=1.12$ — coefficiente correttivo per il calcolo del K_I nel punto B

Per il calcolo del K_I nei punti A e B usare le seguenti relazioni:

$$K_{IA} := \beta_A \cdot \sigma \cdot \sqrt{\pi\, a}$$

$$K_{IB} := \beta_A \cdot \sigma \cdot \sqrt{\pi\, b}$$

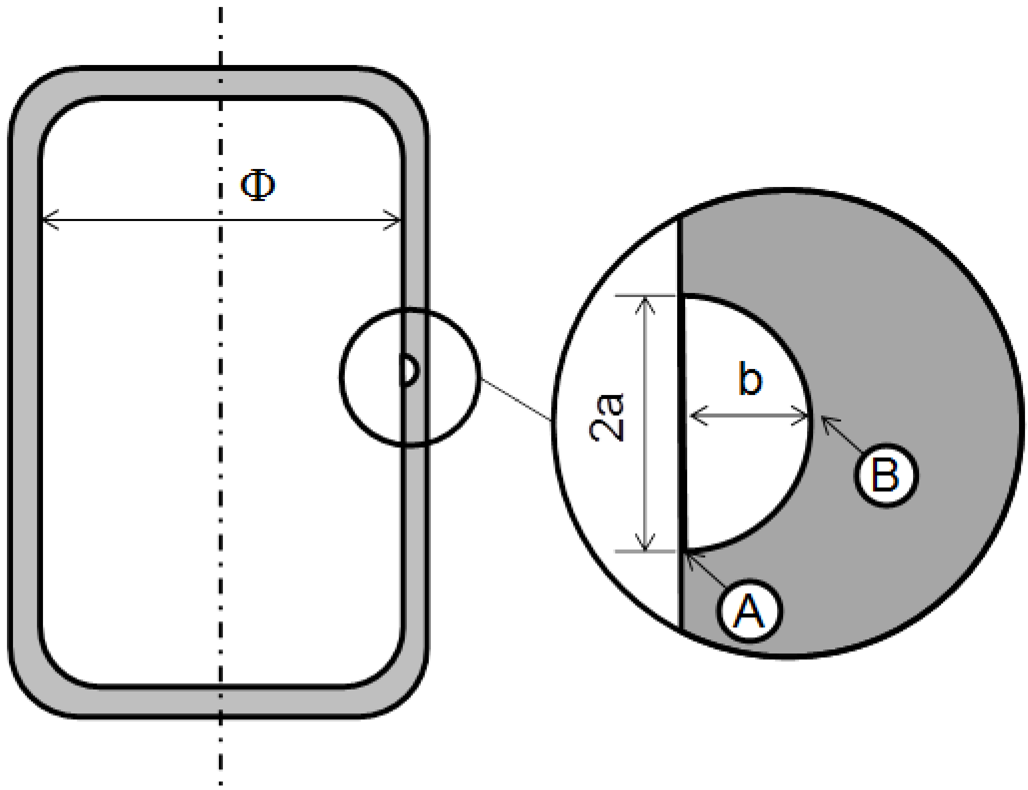


Fig. 3.1

$\Phi := 3000 \cdot mm$ $\quad$ $s_p := 20 \cdot mm$ $\quad$ $p := 5 \cdot MPa$

$\alpha := 1$ $\quad$ $\beta_A := 1.2$ $\quad$ $\beta_B := 1.12$

$\sigma_{\theta\theta} := p \cdot \dfrac{\Phi}{2 \cdot s_p}$ $\quad$ Tensione circonferenziale

Si impone che la fessura sia passante e si calcola il relativo valore di K_I, che costituirà anche il valore minimo richiesto alla tenacità.

$b := s_p$

$a := \alpha \cdot b$

$K_{IA} := \sigma_{\theta\theta} \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \cdot \beta_A = 112.798 \cdot MPa \cdot \sqrt{m}$

$K_{IB} := \sigma_{\theta\theta} \cdot \sqrt{\pi \cdot b} \cdot \beta_B = 105.278 \cdot MPa \cdot \sqrt{m}$

$K_{IC} := \max\left(K_{IA}, K_{IB}\right) = 112.798 \cdot MPa \cdot \sqrt{m}$ $\quad$ Tenacità richiesta