

ES - Convezione

Monday, 13 December 2021 10:04

1) PILO CILINDRICO

PALO $L = 1 \text{ m}$ $D = 10 \text{ mm}$
 ALLUMINIO $K_{\text{Al}} = 270 \text{ W/mK}$ $T_{\text{base}} = T_0$
 POTENZA TERMICA $\dot{Q} = 30 \text{ W}$
 CORRENTE D'ARIA T_{∞} , $Re = \frac{\rho V_{\infty} D}{\mu} = 4000$

CHE SUCCIDE SE RADDOPPIO IL DIAMETRO?

CONNEZIONE ESTERNA

$$Nu_b = 0,26 Re^{0.6} \cdot Pr^{0.37} \left(\frac{Pr_e}{Pr_s} \right)^{0.25} \quad \text{FLUIDO SUPERFICIE}$$

$$h = 107 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

VERIFICA IPOTESI A POSTERIORI?

IPOTESI

COMPORTAMENTO DEL CILINDRO COME ALETTA L_{∞} E T_{base} IMPOSTA

GRADIENTE DI TEMPERATURA SOLO LUNGO X $T(x)$ MONODIMENSIONALITÀ

ALETTA \propto SEZIONE UNIFORME

$$\theta(x) = \theta_B e^{-Mx} \quad \text{Dove} \quad \left| \begin{array}{l} \theta(x) = T(x) - T_{\infty} \\ \theta_B = T_B - T_{\infty} \end{array} \right.$$

$$\frac{T(x) - T_{\infty}}{T_B - T_{\infty}} = e^{-Mx} \quad M = \sqrt{\frac{hP}{KA}} \quad P = \pi D \quad \text{PERIMETRO SEZIONE TRASVERSALE}$$

PROFILO DI TEMPERATURA

$$T(x) = (T_B - T_{\infty}) e^{-Mx} + T_{\infty}$$

POTENZA TERMICA SCANGIATA

$$\dot{Q} = -K_{\text{Al}} \frac{dT}{dx} \Big|_{x=0} = \sqrt{hPK_{\text{Al}}} (T_B - T_{\infty}) \quad (L_{\infty})$$

STUDIAMO COME CAMBIA \dot{Q} CON $D \rightarrow 2D$

$$\dot{Q} \propto h^{0.8} D^{1/2}$$

$$Nu_b = 0,26 Re^{0.6} \cdot Pr^{0.37} \left(\frac{Pr_e}{Pr_s} \right)^{0.25}$$

CONNEZIONE FORZATA ESTERNA DI UN CILINDRO SU CUI INCIDE UNA CORRENTE D'ARIA \perp AL SUO ASSE

$$Nu = f(Re, Pr)$$

NUSSELT E RAYNOULD DIPENDONO DA FLUSSO E GEOMETRIA
PRANDTL DIPENDE SOLO DAL FLUIDO

$$\frac{hD}{K_F} = 0,26 \left(\frac{\rho V_{\infty} D}{K_F} \right)^{0.6} \left(\frac{C_p H}{K} \right)_F^{0.37} \left(\frac{Pr_e}{Pr_s} \right)^{0.25}$$

$$h = \frac{K_F}{D} 0,26 \left(\frac{\rho V_{\infty} D}{K_F} \right)^{0.6} \left(\frac{C_p H}{K} \right)_F^{0.37} \left(\frac{Pr_e}{Pr_s} \right)^{0.25}$$

$$h \propto D ? \quad \text{SI} \quad h \propto D^{0.6-1} = D^{-0.4}$$

DIPENDENZA DELLA POTENZA SCANGIATA DAL DIAMETRO

$$\dot{Q} \propto h^{0.8} D^{3/2} \propto D^{0.5 \cdot (0.4)} = D^{1.3}$$

CHE SUCCIDE SE RADDOPPIA IL DIAMETRO

$$\frac{\dot{Q}_2}{\dot{Q}_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^{1.3} = 2^{1.3} \approx 2.16$$

$$\text{SE } \dot{Q}_1 = 30 \text{ W} \rightarrow \dot{Q}_2 = 73,8 \text{ W}$$

VERIFICA IPOTESI

IPOTESI 1: MONODIMENSIONALITÀ $T(x)$?

$$Bi \ll 1 \quad \frac{hD/4}{K_{\text{Al}}} \approx 9,51 \cdot 10^3 \ll 1 \quad \text{VERIFICATA}$$

IPOTESI 2: ALETTA INFINTA

$$ML > 5 \quad \sqrt{\frac{hP}{KA}} L \approx 13.36 > 5 \quad \text{VERIFICATA}$$

POLCHE' IN APICE ADIABATICO $\tanh(ML) \approx 1$ PER $ML > 5$

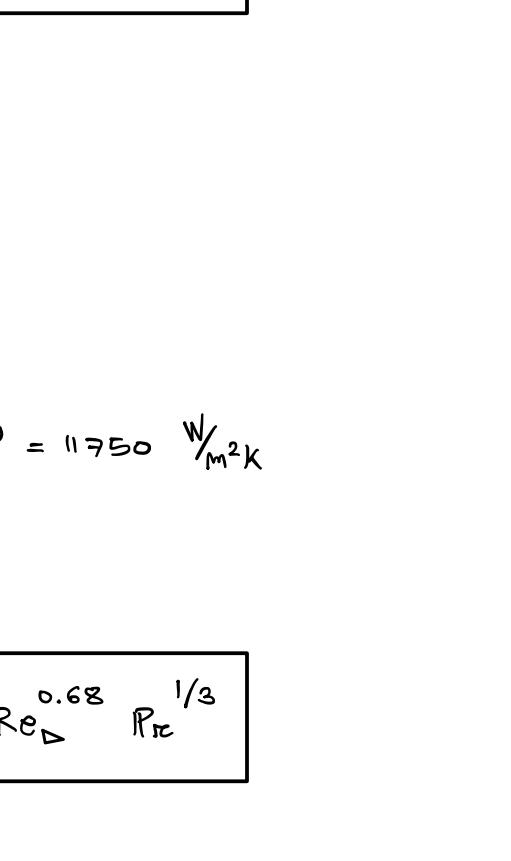
2) BARRETTA CILINDRICA PIANA

RAME $K_{\text{Cu}} = 395 \text{ W/mK}$ $T = 100^\circ\text{C}$ ESTREMITÀ

BARRETTA $D = 6 \text{ mm}$ $L = 60 \text{ cm}$

ARIA $T_{\infty} = 20^\circ\text{C}$ $h = 35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

CALCOLA $T(L/2)$, \dot{Q} ?



VERIFICA APPROCCIO MONODIMENSIONALE

$$Bi = \frac{hA}{PK_{\text{Cu}}} \ll 1 \quad \text{POSso APPlicare PARAMETRI CONCENTRATI}$$

PROBLEMA SIMMETRICO (PONTO DI VISTA TERMICO E GEOMETRICO)

QUINDI $x = L/2$ LINEA ADIABATICA

$$\text{DA QUA RICAVIAMO} \quad \frac{dT(x=L/2)}{dx} = 0 \rightarrow \dot{Q} = 0$$

$$\text{IL PROBLEMA E' SCHEMATIZABILE COME 2 ALETTE CON APICE ADIABATICO}$$

$$\frac{\theta(x)}{\theta_B} = \frac{T(x) - T_{\infty}}{T_B - T_{\infty}} = \frac{\cosh(m(\frac{L}{2}-x))}{\cosh(mL/2)} \quad \cosh(0) = 1$$

TEMPERATURA A MEZZERIA

$$T(L/2) = T_{\infty} + \frac{T_B - T_{\infty}}{\cosh(mL/2)} \approx 35.8^\circ\text{C} \quad \text{Dove} \quad m = \sqrt{\frac{hP}{KA}} = \sqrt{\frac{4h}{K_{\text{Cu}}}} = 7.7 \text{ [m]}$$

POTENZA SCANGIATA DALL'INTERA BARRA

$$\dot{Q}_{\text{BARRA}} = 2 \cdot \dot{Q}_{\text{ALETTA}} = 2 \cdot \sqrt{hPK_{\text{Cu}}} (T_B - T_{\infty}) \tanh(mL/2) = 6,73 \text{ W}$$

3) TUBO A SEZIONE CIRCOLARE

TUBO $D = 20 \text{ mm}$ $S = 2 \text{ mm}$ $K_{\text{TUBO}} = 20 \text{ W/mK}$

ACQUA $V = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ $T_{\text{in}} = 50^\circ\text{C}$ $T_{\text{out}} = 80^\circ\text{C}$

ARIA $T_{\infty} = 12^\circ\text{C}$ $v = 1 \text{ m/s}$

ρ_f, C_p, μ, K ARIA E ACQUA CALCOLATI A $P_{\text{ATM}}, 12^\circ\text{C}, 85^\circ\text{C}$

L TUBO PER SCAMBIO TERMICO?

$$\Delta_{\text{EST}} = D_{\text{INT}} + S$$

FENOMENI DI SCAMBIO TERMICO

1) CONVEZIONE INTERNA TRA FLUIDO E Δ_{INT} DEL TUBO

2) CONDUZIONE IN SPESORE TUBO

3) CONVEZIONE ESTERNA TRA ARIA E Δ_{EST} DEL TUBO

$$\dot{V} = \dot{V}_{\text{IN}} = \dot{V}_{\text{OUT}}$$

$$\dot{V} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{2,5}{3600} \text{ m}^3/\text{s} = 6,944 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

CONDIZIONI STAZIONARIE

ACQUA FLUIDO INCOMPRESSIBILE A P_{COST} $\rightarrow \dot{m} = \dot{m}_{\text{COST}}$

EQUAZIONE DI CONTINUITÀ

$$\dot{V}_{\text{IN}} A_{\text{IN}} = \dot{V}_{\text{OUT}} A_{\text{OUT}} T_{\text{OUT}} \quad (A = \pi D_{\text{INT}}/4)$$

$$\dot{V}_{\text{IN}} = \dot{V}_{\text{OUT}} \quad \text{INCOMPRESSIBILE} \quad \dot{V} = \dot{V}/A = 2,121 \text{ m/s}$$

$$A_{\text{IN}} = A_{\text{OUT}} \quad \text{SEZIONE COSTANTE}$$

PROBLEMA TERMICO 1

- GEOMETRIA CILINDRICA

- CONVEZIONE FORZATA

- FLUSSO INTERNO

$$Nu_D = 0,023 Re^{0.8} Pr^{0.3}$$

$$Nu_D = \left(\frac{hD}{K_{\text{H2O}}} \right)_{\text{H2O}}^{1.3} = 2,0881$$

$$Re_D = \left(\frac{\dot{V} D_{\text{INT}}}{\mu} \right)_{\text{H2O}} = 128563$$

$$Nu_D = 0,023 \dots = 350,71$$

$$Nu_D = \frac{h_{\text{INT}}(H_2O) \cdot D_{\text{INT}}}{K_{\text{H2O}}} \rightarrow h_{\text{INT}}(H_2O) = \frac{Nu_D K_{\text{H2O}}}{D_{\text{INT}}} = 11750 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

PROBLEMA TERMICO 2

CIRCUITO EQUIVALENTE

ARIA TEST TINT RACQUA TACQUA \rightarrow VARIABLE LONGO IL TUBO

$$\sum R_i = R_{\text{TOT}} \quad \text{"IN SERIE"}$$

$$R_{\text{ARIA}} = \frac{1}{h_{\text{ARIA}} A_{\text{EST}}}$$

$$R_{\text{TUBO}} = \frac{1}{k_{\text{TUBO}} A_{\text{INT}}} \quad \rightarrow U_{\text{INT}} = \frac{1}{R_{\text{TOT}} A_{\text{INT}}}$$

$$R_{\text{ACQUA}} = \frac{1}{h_{\text{ACQUA}} A_{\text{INT}}}$$

POTENZA TERMICA SCANGIATA

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{H2O}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 28255,8 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ACQUA}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ACQUA}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ACQUA}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ACQUA}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ACQUA}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ACQUA}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ACQUA}} C_p (T_{\text{in}} - T_{\text{out}}) = 10000 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{ARIA}} C_p (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) = 10000 \text{ W}$$