Esercizi - Convezione

Wednesday, 12 January 2022 10:51

ES 1

PIOLO CILINDRICO $L = 1m$ $C_{Al} = 270\ W/mK$ $D = 10mm$

BASE T_0, POTENZA SCAMBIATA $Q = 30W$

ARIA T_∞, $Re = 4000$ $h = 107\ W/m^2K$

CORRELAZIONE $Nu = 0.26\ Re^{0.6}\ Pr^{0.37} \left(\frac{Pr}{Pr_S}\right)^{0.25}$

CHE SUCCEDE SE RADDOPPIO D?

REYNOLDS

$$Re = \frac{\rho V_\infty D}{\mu} = 4000$$

IPOTESI (DA VERIFICARE)

CILINDRO ~ ALETTA INFINITA $T \sim T(x)$

ALETTA INFINITA DI SEZIONE CIRCOLARE

$$\theta(x) = \theta_B e^{-mx}$$

$$T(x) - T_\infty = (T_B - T_\infty) e^{-mx} \quad \text{CON} \quad m = \sqrt{\frac{hP}{KA_T}}$$

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

POTENZA TERMICA SCAMBIATA

$$\dot{Q} = KA \frac{dT}{dx}\Big|_{x=0} = \sqrt{hPKA_T}\,(T_B - T_\infty)$$

$P = \pi D$

$A_T = \frac{\pi D^2}{4}$

$$\dot{Q} = \sqrt{h \pi D K \pi D^2 \cdot \frac{1}{4}} \propto \sqrt{h D^3}$$

$$\longrightarrow \dot{Q} \propto h^{1/2} D^{3/2}$$

SCAMBIO TERMICO CONVETTIVO

$$Nu = 0.26\ Re^{0.6}\ Pr^{0.37} \left(\frac{Pr}{Pr_S}\right)^{0.25}$$

$$\frac{hD}{K_F} = 0.26 \left(\frac{\rho V_\infty D}{\mu}\right)^{0.6} \left(\frac{C_p \mu}{K_F}\right)^{0.37} \left(\frac{Pr}{Pr_S}\right)^{0.25}$$

ESPLICITO LA DIPENDENZA DI h DA D

$$h \propto D^{-1} \cdot D^{0.6} = D^{-0.4}$$

DIPENDENZA Q DAL DIAMETRO

$$Q \propto h^{1/2} D^{3/2} = (D^{-0.4})^{0.5} D^{3/2} = D^{+1.3}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^{1.3} = 2^{1.3} \longrightarrow Q_2 = 73.86\ W$$

VERIFICO IPOTESI INIZIALI

MONODIMENSIONALITÀ (ΔT SOLO LUNGO x) $\boxed{Bi < 0.1}$

$$Bi = \frac{hL_c}{K} = \frac{hD}{4K} = 9.9 \cdot 10^{-4} << 1$$

$$\text{CON} \quad L_c = \frac{V}{A_S} = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot L \ \frac{1}{\pi D L} = \frac{\pi D^2 L}{4} \frac{1}{\pi D L} = D/4$$

ALETTA DI LUNGHEZZA INFINITA $\boxed{mL > 5}$

$$mL = \sqrt{\frac{hP}{KA_T}} = \sqrt{\frac{h\pi D}{K\pi D^2} \cdot 4} \cdot L = 13.36 > 1$$

ES 2

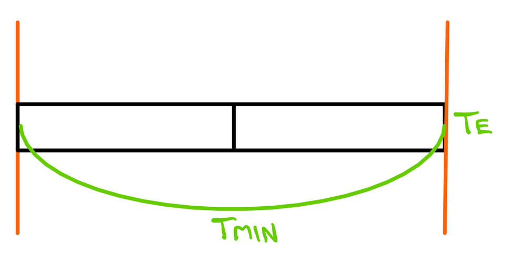
BARRETTA CILINDRICA DI RAME

$K_{Cu} = 395\ W/mK$ $D = 0.006\ m$ $L = 0.6\ m$

ESTREMITÀ MANTENUTE $T_{EST} = 100°C$

ARIA $T_a = 20°C$ $h = 35\ W/m^2K$

TEMPERATURA A METÀ BARRA?



VERIFICO MONODIMENSIONALITÀ

$$Bi = \frac{hD}{4K_{Cu}} = 1.3 \cdot 10^{-4} << 1$$

SIMMETRIA

MINIMO DELLA TEMPERATURA NEL PUNTO MEDIO

NESSUNO SCAMBIO TERMICO

ALETTE AD APICE ADIABATICO

$$\text{PER} \quad x = \frac{L}{2} \quad \frac{dT}{dx} = 0 \longrightarrow Q = -KA_c \frac{dT}{dx}\Big|_{x=L/2} = 0$$

$$m = \sqrt{\frac{hP_T}{KA_T}} = \sqrt{\frac{h\pi D \cdot 4}{K\pi D^2}} = 7.7\ \frac{1}{m}$$

$P_T = \pi D$

$A_T = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$

$$\frac{T(x) - T_\infty}{T_B - T_\infty} = \frac{\cosh\left(m\frac{L}{2} - mx\right)}{\cosh\left(m\frac{L}{2}\right)}$$

$$T(x) = T_\infty + \frac{(T_B - T_\infty)}{\cosh\left(m\frac{L}{2}\right)} \cosh(0) = 35.8\ °C \quad (\cosh(0) = 1)$$

POTENZA TERMICA SCAMBIATA

$$\dot{Q} = \sqrt{PAKh}\,(T_B - T_\infty) \tanh\left(m\frac{L}{2}\right) = 6{,}73\ W$$

ES 3

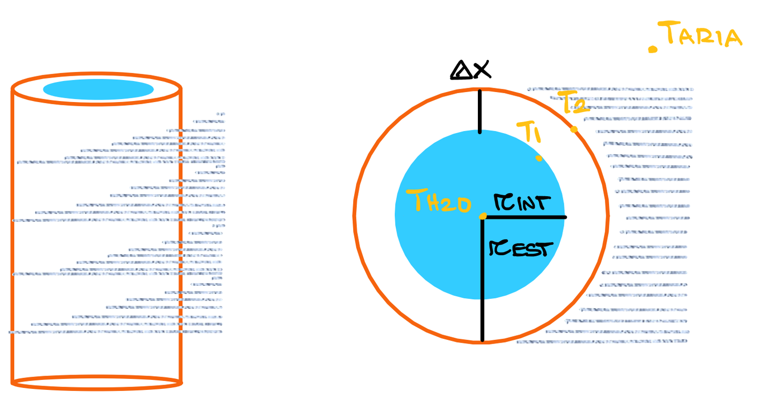
TUBAZIONE SEZIONE CIRCOLARE

$D_{INT} = 20\ mm$	
$\Delta x_{TUB} = 2mm$	$\rho = 968.61\ Kg/m^3$
$K_{TUB} = 20\ W/mK$	$C_p = 4200.7\ J/KgK$
$\dot{V} = 2.5\ m^3/h$	$K = 0.67007\ W/mK$
$T_{IN} = 90°C$	$\mu = 3.33 \cdot 10^{-4}\ Pa$
$T_{OUT} = 80°C$	$P = P_{ATM}$

FLUSSO D'ARIA ESTERNO

$T_\infty = 12°C$	$\rho = 1.2382\ Kg/m^3$
$V = 4\ m/s$	$C_p = 1006.72\ J/KgK$
$\mu = 1.785 \cdot 10^{-5}\ Pa$	$K = 0.02489\ W/mK$

L PER ACQUA A T_{OUT} = ?



$R_{INT} = D_{INT}/2 =$

$R_{EST} = R_{INT} + \Delta x =$

PORTATA VOLUMETRICA

$$\dot{V} = 2.5\ m^3/h = \frac{2.5}{3600}\ \frac{m}{s} = 6.9 \cdot 10^{-4}\ m^3/s$$

EQUAZIONE CONTINUITÀ

$$A_1 \rho_1 V_1 = A_2 \rho_2 V_2 = \dot{m} \longrightarrow \dot{V} = AV$$

$V = \dot{V}/A = 2.21\ m/s$ VELOCITÀ ACQUA

CORRELAZIONI TERMO FLUIDODINAMICHE

1) ACQUA NEL TUBO

CONVEZIONE FORZATA INTERNA

$$\boxed{Nu = 0.023\ Re^{0.8}\ Pr^{0.3}} = 350.71$$

$Pr_{H2O} = \left(\frac{C_p \mu}{K}\right)_{H2O} = 2.0881$ SOLO FLUIDO

$Re_{H2O} = \left(\frac{\rho V D}{\mu}\right)_{H2O} = 128563$ FLUIDO, VELOCITÀ GEOMETRIA

$$Nu = \frac{h_{H2O} D_{IN}}{K_{H2O}} \longrightarrow h_{ACQUA} = 11749.99\ W/m^2K$$

2) ARIA SUL TUBO

CONVEZIONE FORZATA ESTERNA

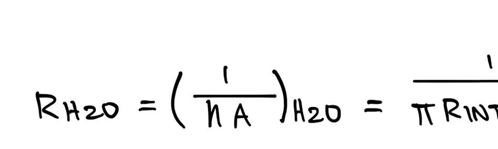
$$\boxed{Nu = 0.193\ Re^{0.82}\ Pr^{1/3}} = 39.916$$

$$Pr_{ARIA} = \left(\frac{C_p \mu}{K}\right)_{ARIA} = 0.7216$$

$$Re_{ARIA} = \left(\frac{\rho V D_{EST}}{\mu}\right)_{ARIA} = 6657.73$$

$$Nu = \frac{h_{ARIA} D_{EST}}{K_{ARIA}} \longrightarrow h_{ARIA} = 41.4\ W/m^2K$$

ANALOGIA ELETTRICA



A = A SCAMBIO (SUP. LATERALE)

$$R_{H2O} = \left(\frac{1}{hA}\right)_{H2O} = \frac{1}{\pi R_{INT} L h_{H2O}}$$

$$R_{ARIA} = \left(\frac{1}{hA}\right)_{ARIA} = \frac{1}{\pi R_{EST} L h_{ARIA}}$$

$$R_{TUBO} = \frac{\ln(r_E/r_I)}{2\pi K_{TUBO} L}$$

$R_{TOT} = R_{H2O} + R_{ARIA} + R_{TUBO}$, $A_{INT} = R_{INT} \pi L$

$$U_{INT} = \frac{1}{R_{TOT} A_{INT}}$$