

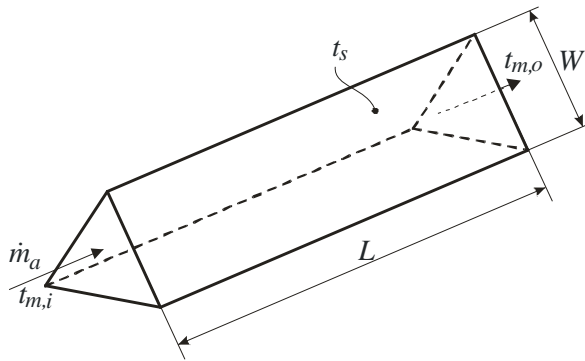
Cognome	Nome	Matricola
---------------	------------	-----------------

Ing. Navale. Ing. Civile

Prova scritta di Fisica Tecnica – Trasmissione del Calore – 13.06.2023

Esercizio

Una portata d'aria \dot{m}_a , alla pressione standard di 101.325 [kPa] e temperatura $t_{m,i}$, entra in un condotto a sezione triangolare equilatera di lato W e di lunghezza L , le cui pareti sono mantenute alla temperatura costante t_s .



Nell'ipotesi che l'aria esca dal condotto alla temperatura $t_{m,o}$, determinare nell'ordine:

- 1) Il coefficiente convettivo h [W/(m² K)];
- 2) La lunghezza L [m] del condotto.

Note:

- Per valutare il coefficiente di scambio termico convettivo dell'aria all'interno del condotto, si utilizzi, giustificando, la correlazione di Dittus-Boelter:

$$Nu_{D_h} = 0.023 Re_{D_h}^{4/5} Pr^n \quad \text{valida per: } 0.7 \leq Pr \leq 160; \quad L / D_h \geq 10; \quad Re_{D_h} \geq 10^4$$

dove L e D_h rappresentano, rispettivamente, la lunghezza ed il diametro idraulico della tubazione.

L'esponente n assume i valori:

$n = 0.4$ nel caso di riscaldamento ($t_s > t_m$)

$n = 0.3$ nel caso di raffreddamento ($t_s < t_m$)

- Si assumano per l'aria, ad un'opportuna temperatura da specificare, le seguenti proprietà termofisiche:

$c = c_p = 1.008$ kJ/(kg K); $k = 0.0280$ W/(m K); $\mu = 1.96 \times 10^{-5}$ kg/(m s);

$\rho = 1.084$ kg/m³; $Pr = 0.704$

TEMA	\dot{m}_a [kg/s]	$t_{m,i}$ [°C]	W [mm]	t_s [°C]	$t_{m,o}$ [°C]
A	0.011	20	25	100	80
B	0.015	25	30	100	70

Teoria

Convezione naturale:

- In cosa differisce dalla convezione forzata?
- Gruppi adimensionali e correlazioni caratteristiche
- Significato del numero di Grashof Gr

Soluzione

Tema A	Tema B
<p>La relazione da utilizzare è:</p> $\frac{\Delta T_o}{\Delta T_i} = \frac{t_s - t_{m,o}}{t_s - t_{m,i}} = \exp\left(-\frac{PL}{\dot{m}_a c} h\right)$ <p>dove P è il perimetro della sezione del condotto, ed h il coefficiente convettivo.</p> <p>Nel nostro caso si richiede L, perciò:</p> $L = \frac{\dot{m}_a c}{Ph} \ln\left(\frac{t_s - t_{m,i}}{t_s - t_{m,o}}\right)$ <p>Le proprietà termofisiche vanno valutate alla temperatura media del fluido:</p> $\bar{t}_m = \frac{t_{m,i} + t_{m,o}}{2} = 50 \text{ °C}$ $A_c = W \cos(30^\circ) \cdot W/2 = 270.63 \text{ mm}^2 = 2.7063 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ $P = 3 \times W = 75 \text{ mm} = 0.075 \text{ m}$ $D_h = \frac{4A_c}{P} = 0.0144 \text{ m}$ $Re_{D_h} = \frac{U_m D_h}{\nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{\rho A_c \nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{A_c \mu} = 29932$ $Re_{D_h} \geq 10^4$ <div style="background-color: #f4b084; padding: 5px;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. $h = \frac{k}{D_h} 0.023 Re_D^{4/5} Pr^{0.4} = 147.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ 2. $L = 1.39 \text{ m}$ </div> <p>$L/D_h = 96.1$ valore ampiamente superiore al limite inferiore (10) per la validità della correlazione utilizzata.</p>	<p>La relazione da utilizzare è:</p> $\frac{\Delta T_o}{\Delta T_i} = \frac{t_s - t_{m,o}}{t_s - t_{m,i}} = \exp\left(-\frac{PL}{\dot{m}_a c} h\right)$ <p>dove P è il perimetro della sezione del condotto, ed h il coefficiente convettivo.</p> <p>Nel nostro caso si richiede L, perciò:</p> $L = \frac{\dot{m}_a c}{Ph} \ln\left(\frac{t_s - t_{m,i}}{t_s - t_{m,o}}\right)$ <p>Le proprietà termofisiche vanno valutate alla temperatura media del fluido:</p> $\bar{t}_m = \frac{t_{m,i} + t_{m,o}}{2} = 47.5 \text{ °C}$ $A_c = W \cos(30^\circ) \cdot W/2 = 389.71 \text{ mm}^2 = 3.897 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ $P = 3 \times W = 90 \text{ mm} = 0.090 \text{ m}$ $D_h = \frac{4A_c}{P} = 0.0173 \text{ m}$ $Re_{D_h} = \frac{U_m D_h}{\nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{\rho A_c \nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{A_c \mu} = 34013$ $Re_{D_h} \geq 10^4$ <div style="background-color: #f4b084; padding: 5px;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. $h = \frac{k}{D_h} 0.023 Re_D^{4/5} Pr^{0.4} = 136.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ 2. $L = 1.13 \text{ m}$ </div> <p>$L/D_h = 65.2$ valore ampiamente superiore al limite inferiore (10) per la validità della correlazione utilizzata.</p>