Ingeniería de Fluidos **21/12/2011**

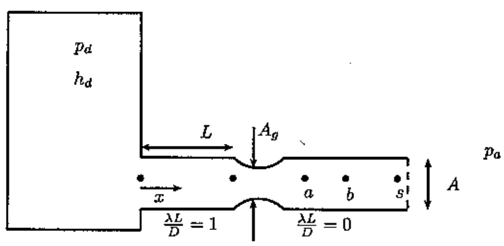
Un depósito contiene un gas de entalpía h_d y presión p_d qué está descargando a través de una tubería de sección D, área A, longitud L y coeficiente de fricción $\lambda L/D = 1$. Tras ese tramo aparece una tobera convergente-divergente de sección mínima A_g que termina en otra tubería de sección A donde la fricción no es importante $\lambda = 0$. Se sabe que justo a la salida del conducto aparece una onda de choque normal, tal como se indica en la figura superior. Con un medidor infrarrojo se ha medido la entalpía del gas del depósito h_d pero, al no tener acceso, no se puede medir ni la presión del depósito p_d/p_a ni la sección mínima de la tobera A_g/A. Para obtener ambas cantidades se procede como sigue:

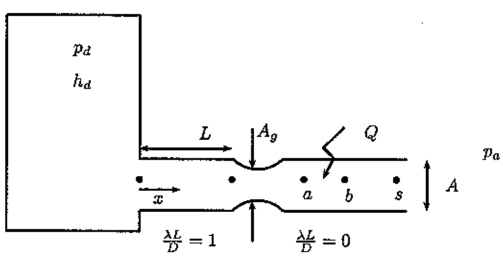
(4) 1. Entre las secciones a y b se introduce una resistencia eléctrica que aporta una cantidad de calor $Q/h_d = 0.125$ que hace desparecer la onda de choque normal, como indica la figura inferior. El número de Mach a la salida del conducto es ahora $M_s = 0.75$. Con estos datos, obtenga los valores del número de Mach en las secciones a y b y el valor de la sección mínima del conducto A_g/A.

(2) 2. Al retirarse la resistencia, la onda de choque vuelve a aparecer en la sección de salida (figura superior). Obtenga, entonces, el valor del salto de presiones en la onda de choque p_s/p_a, el valor de la presión en $x = L$ referida a su presión de remanso $p(L)/p_0$ y el valor del número de Mach en esa sección $M(L)$.

(2) 3. Obtenga el número de Mach en $x = 0$, $M(0)$, y la relación de presiones $p_d/p(L)$.

(2) 4. Obtenga, finalmente, la presión del depósito p_d/p_a.





1) $h_{0a} = h_d \Rightarrow \frac{Q}{h_a} = \frac{Q}{h_d} = 0'125 \Rightarrow M_b = M_s = 0,75$

$F(M_s) = 0,45 \Rightarrow F(M_a) = \frac{F(M_e)}{(1+Q/h_d)^{1/2}} = \frac{0'44}{(1+0'125)^{1/2}} = 0'414 \Rightarrow \boxed{M_a \simeq 1,95}$

$\frac{A^*}{A} = M_a \cdot \left[\frac{2+(\gamma-1)\cdot M_a^2}{1+\gamma}\right]^{-\frac{1-\gamma}{2(\gamma-1)}} \Rightarrow \boxed{\frac{A^*}{A} = 0'6175}$

2) $M_s = M_a = 1'95 \Rightarrow \boxed{\frac{p_a}{p_s} = 4'269}$ De tablas con $\frac{A^*}{A} = 0'6175 \Rightarrow M_L \simeq 0'4$

Como en $x = L$ $M_L < 1 \Rightarrow$

$\frac{p_0}{p_L} = \left(1+\frac{\gamma-1}{2} M_L^2\right)^{\gamma/\gamma-1} \Rightarrow \boxed{\frac{p_L}{p_0} = 0'9}$

$\left(1+\frac{\gamma-1}{2} M_s^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 7'239$

3) $\left.\begin{array}{l}\frac{\lambda L}{D} = 1 \\ M_L = 0'4\end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l}M(0) = 0'35 \\ \frac{p_d}{p(L)} = 1'25\end{array}}$

4) $\frac{p_d}{p_a} = \frac{p_d}{p(L)} \cdot \frac{p(L)}{p_0} \cdot \frac{p_0}{p_s} \cdot \frac{p_s}{p_a} = 1'25 \cdot 0'9 \cdot 7'239 \cdot \frac{1}{4'269} = 1'911$

Ingeniería de Fluidos **21/12/2011**

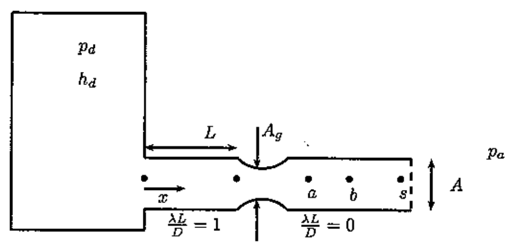
Un depósito contiene un gas de entalpía h_d y presión p_d qué está descargando a través de una tubería de sección D, área A, longitud L y coeficiente de fricción $\lambda L/D = 1$. Tras ese tramo aparece una tobera convergente-divergente de sección mínima A_g que termina en otra tubería de sección A donde la fricción no es importante $\lambda = 0$. Se sabe que justo a la salida del conducto aparece una onda de choque normal, tal como se indica en la figura superior. Con un medidor infrarrojo se ha medido la entalpía del gas del depósito h_d pero, al no tener acceso, no se puede medir ni la presión del depósito p_d/p_a ni la sección mínima de la tobera A_g/A. Para obtener ambas cantidades se procede como sigue:

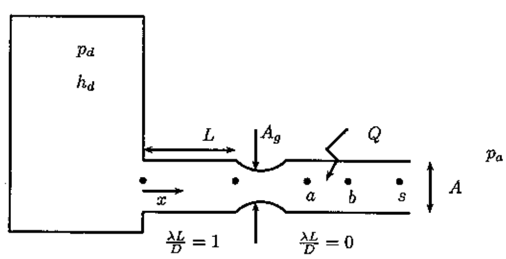
(4) 1. Entre las secciones a y b se introduce una resistencia eléctrica que aporta una cantidad de calor $Q/h_d = 0.125$ que hace desparecer la onda de choque normal, como indica la figura inferior. El número de Mach a la salida del conducto es ahora $M_s = 0.75$. Con estos datos, obtenga los valores del número de Mach en las secciones a y b y el valor de la sección mínima del conducto A_g/A.

(2) 2. Al retirarse la resistencia, la onda de choque vuelve a aparecer en la sección de salida (figura superior). Obtenga, entonces, el valor del salto de presiones en la onda de choque p_s/p_a, el valor de la presión en $x = L$ referida a su presión de remanso $p(L)/p_0$ y el valor del número de Mach en esa sección $M(L)$.

(2) 3. Obtenga el número de Mach en $x = 0$, $M(0)$, y la relación de presiones $p_d/p(L)$.

(2) 4. Obtenga, finalmente, la presión del depósito p_d/p_a.





1) $h_a = h_d \Rightarrow \frac{Q}{h_a} = \frac{Q}{h_d} = 0'125 \Rightarrow M_b = M_s = 0,75$

$F(M_s) = 0,45 \Rightarrow F(M_a) = \frac{F(M_b)}{(1+Q/h_d)^{1/2}} = \frac{0'44}{(1+0'125)^{1/2}} = 0'414 \Rightarrow \boxed{M_a = 1,95}$

$\frac{A^*}{A} = M_a \left[\frac{2+(\gamma-1)\cdot M_a^2}{1+\gamma}\right]^{-\frac{1-\gamma}{2(\gamma-1)}} \Rightarrow \boxed{\frac{A^*}{A} = 0'6175}$

2) $M_s = M_a = 1'95 \Rightarrow \boxed{\frac{p_a}{p_s} = 4'269}$ De tallas con $\frac{A^*}{A} = 0'6175 \Rightarrow M_L = 0'4$

Como en $x = L$ $M_L < 1 \Rightarrow$

$\frac{p_0}{p_L} = \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M_L^2\right)^{\gamma/\gamma-1} \Rightarrow \boxed{\frac{p_L}{p_0} = 0'9}$

$\left(1 + \frac{\gamma-1}{2} \cdot M_s^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 7'239$

3) $\left.\begin{array}{l} \frac{\lambda L}{D} = 1 \\ M_L = 0'4 \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} M(0) = 0'35 \\ \frac{p_d}{p(L)} = 1'25 \end{array}}$

4) $\frac{p_d}{p_a} = \frac{p_d}{p(L)} \cdot \frac{p(L)}{p_0} \cdot \frac{p_0}{p_s} \cdot \frac{p_s}{p_a} = 1'25 \cdot 0'9 \cdot 7'239 \cdot \frac{1}{4'269} = 1'911$