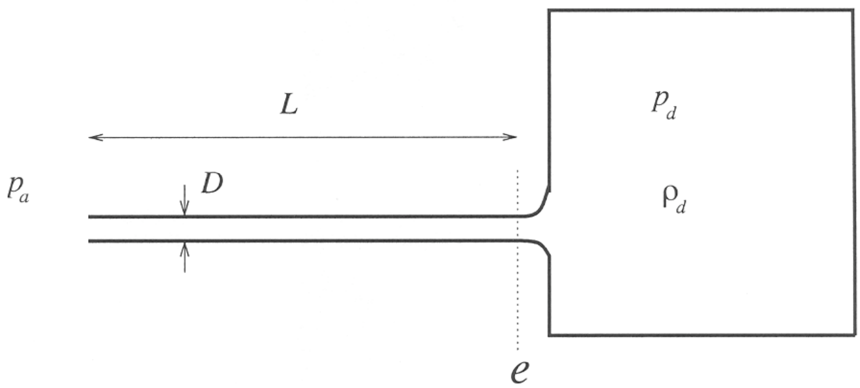
ENERO 2005

INGENIERÍA DE FLUIDOS MOVIMIENTO TURBULENTO

Un depósito de volumen V contiene aire a presin y densidad inicial $p_d = p_i = 6p_a$ y $\rho_d = \rho_i$. El depósito se descarga a la atmósfera a través de un conducto de longitud L y diámetro $D \ll L$. Sabiendo que el conducto y el depósito están aislados térmicamente y que el aire circula por el conducto con movimiento turbulento sin influencia de la viscosidad en la pérdida de carga, siendo $2\lambda L/D = 1$, se pide:

- Determinar la evolución de la presión p_d/p_a y la densidad ρ_d/ρ_i en el depósito como función del tiempo.
- Calcular el instante de tiempo $t = t^*$ en el que el conducto se desbloquea, así como los valores de la presión y densidad en el depósito en dicho instante, p^*/p_a y ρ^*/ρ_i.
- Obtener la cantidad de calor por unidad de tiempo Q que habría que aportar al depósito para que éste continue bloqueado para $t > t*$, calculando también la evolución de la presión y densidad en el depósito.



$t=0$: $p_d = 6p_a$

$\rho_d = \rho_i$

$a_d = a_i = \sqrt{\gamma ...}$

PARA $2\lambda\frac{L}{D}$, MIENTRAS $\frac{p_d}{p_a} \gtrsim 2.3$ EN CONDUCTO SE ENCUENTRA BLOQUEADO, CON $M(L)=1$, $M_e=0.6$ Y $\frac{p_d}{p(L)} \approx 2.3$

DURANTE ESA ETAPA $$G = \rho_d a_d \overbrace{\frac{\pi D^2}{4}}^{A} \overbrace{\frac{M_e}{\left[1+\frac{\gamma-1}{2}M_e^2\right]^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}}}^{f(M_e)}$$

EC. CONTINUIDAD PARA DEPOSITO $$V\frac{d\rho_d}{dt} = -\rho_d a_d A f(M_e) = -\rho_d\left(\frac{\rho_d}{\rho_i}\right)^{\frac{\gamma-1}{2}} a_i A f(M_e)$$

LA EC. ENERGIA SE REDUCE A $$\left(\frac{\rho_d}{\rho_i}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{p_d}{6p_a}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left(\frac{a_d}{a_i}\right)^2$$

$$\int_1^{\rho_d/\rho_i} \frac{d\,\rho_d/\rho_i}{(\rho_d/\rho_i)^{\frac{\gamma+1}{2}}} = -\frac{a_i A}{V} f(M_e)\int_0^t dt \Rightarrow \left(\frac{\rho_d}{\rho_i}\right)^{-\frac{\gamma-1}{2}} - 1 = \frac{\gamma-1}{2}\frac{a_i A}{V} f(M_e)\, t \Rightarrow \frac{\rho_d}{\rho_i} = \left[1+\frac{\gamma-1}{2}\frac{a_i A}{V} f(M ...\right.$$

$t=t^*$ CUANDO $\frac{p^*}{p_a}=\frac{p_d}{p_a}=2.3$ Y $\left(\frac{a^*}{a_i}\right)^2 = \left(\frac{2.3}{6}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left(\frac{\rho^*}{\rho_i}\right)^{\gamma-1}$

$t>t^*$, $p_d = p^* = 2.3p_a$, $M(L)=1$, $M_e=0.6$

$$V\frac{d\rho_d}{dt} = -\rho_d a_d A f(M_e) = -\rho_d \frac{a^*}{\sqrt{\rho_d/\rho^*}} A f(M_e) \Rightarrow \int^{\rho_d/\rho^*} \frac{d\,\rho_d/\rho^*}{\sqrt{\rho_d ...}} = -\frac{a^* A}{V} f(M_e)\int^t dt$$