

FLUJOS UNIDIMENSIONALES Y ONDAS DE CHOQUE

Contenidos temáticos: toberas — ondas de choque — relaciones de Rankine-Hugoniot.

□ Problema 1.

Considere un propulsor de cohete como una cámara donde se genera gas a alta presión, con velocidad prácticamente nula, que es descargado al exterior a través de una tobera. Si alrededor del vehículo la presión puede considerarse uniforme e igual a p_0 , determine el empuje que sufre el cohete aplicando el teorema del flujo de la cantidad de movimiento. Tenga en cuenta que el propulsor presenta dos superficies; la externa en contacto con la atmósfera a presión p_0 , y la interna (cámara de combustible y tobera) en contacto con los gases de la combustión. En particular, muestre que el empuje es máximo si la tobera es adaptada; esto es, si la presión de los gases en el área de salida de la tobera es igual a la presión externa p_0 .

□ Problema 2.

La cámara de combustión de un cohete produce G kilogramos por segundo de gas a alta temperatura T^* (puede considerarse el gas como perfecto con exponente γ , y despreciarse la energía cinética con que es inyectado en la cámara). Si la tobera de descarga tiene un cuello de área A_m , determine la presión que soporta la cámara de combustión. (suponga que la presión externa es suficientemente baja, menor que p_c). Calcule el empuje para el caso de ser la tobera adaptada.

□ Problema 3.

Determine la forma de una tobera cuya sección de entrada es A_0 , y en la que ingresa un gas ideal de exponente γ con número de Mach M_0 , para que, en régimen adaptado, alcance un número de Mach M_s a la salida. Grafique cualitativamente para todos los casos posibles: subsónico-supersónico, supersónico-subsubsónico, subsónico-subsubsónico con $M_0 < M_s$; ídem con $M_0 > M_s$, supersónico-supersónico con $M_0 < M_s$; ídem con $M_0 > M_s$.

□ Problema 4.

Un avión supersónico se mueve a 3000 km/h a través del aire, a una altura en la que la presión vale 0.5 atm, y la temperatura es de 270 K. Si se forma un choque normal en el frente del avión, determine la temperatura y la presión inmediatamente detrás del choque.

□ Problema 5.

A través de un tubo de área constante fluye aire a 300 K de temperatura, presión 1 atm y velocidad 60 m/s. Súbitamente se cierra una válvula, con lo que una onda de choque se propaga corriente arriba. Calcule la velocidad del frente de choque (aclare el sistema de referencia) y la presión y temperatura del aire detrás de dicho frente.

□ Problema 6.

En aire quieto a presión p_0 y temperatura T_0 se propaga una onda de choque con número de Mach M . Dicha onda incide normalmente sobre una pared rígida plana y rebota sobre ella. Determine el estado del aire inmediatamente detrás del choque reflejado.