Información adicional obtenida con base en el perfil de velocidad

Velocidad máxima

En ocasiones, es posible determinar la velocidad máxima por "simple inspección". Cuando esto no es posible, lo que se necesita es aplicar el criterio de máximos y mínimos del cálculo diferencial.

1. Obtener la derivada del perfil de velocidad respecto a la variable independiente.
2. La derivada obtenida se iguala a cero, y de ahí se despeja la variable independiente.
3. Este valor de la variable independiente sólo indica dónde se localiza la velocidad máxima; hay que sustituirlo en el perfil de velocidad para obtener la velocidad máxima.

Velocidad media

La velocidad media se obtiene a partir del flujo volumétrico, ya que sólo hay que dividirlo entre el área:

$$\langle v \rangle = \frac{\dot{V}}{A} \tag{1}$$

donde A es la misma área usada para obtener $\dot{V}$.

Flujo volumétrico

El flujo volumétrico está definido como la integral de la velocidad respecto a un área. Ya que tanto la velocidad como la orientación del área son vectores, el flujo volumétrico es entonces:

$$\dot{V} \equiv \iint \mathbf{v} \cdot d\mathbf{A} \tag{2}$$

donde $d\mathbf{A}$ depende del sistema de coordenadas y de la orientación del área sobre la cual se está integrando.

En el caso particular en el que la velocidad del fluido es perpendicular al área de integración, el producto punto se vuelve simplemente el producto de las magnitudes:

$$\dot{V} = \iint v_i dA \tag{3}$$

donde v_i es la componente de la velocidad perpendicular al área.

Flujo másico

El flujo másico se define de manera similar al flujo volumétrico, incluyendo la densidad del fluido en la integración:

$$\dot{m} \equiv \iint \rho \mathbf{v} \cdot d\mathbf{A} \tag{4}$$

Si la densidad es uniforme en toda la superficie en la que se integra, se puede sacar como constante:

$$\dot{m} = \rho \iint \mathbf{v} \cdot d\mathbf{A} \tag{5}$$

y se identifica que el flujo másico es simplemente el producto de la densidad por el flujo volumétrico:

$$\dot{m} = \rho \dot{V} \tag{6}$$

Esfuerzo cortante

Se obtiene directamente con la ley de Newton de la viscosidad, derivando el perfil de velocidad.

Fuerza sobre una superficie

Se obtiene integrando el producto punto del tensor esfuerzo con el diferencial de área sobre la cual se realiza la integración:

$$\mathbf{F} \equiv \iint \boldsymbol{\tau} \cdot d\mathbf{A} \tag{7}$$

Si el componente de interés del tensor esfuerzo es paralelo a la superficie, el producto punto se simplifica:

$$F = \iint \tau_{ij} dA \tag{8}$$

donde τ_{ij} es el componente del esfuerzo paralelo a la superficie. Si además τ_{ij} es uniforme en la superficie:

$$F = \tau_{ij} A \tag{9}$$

NOTAS:

La fuerza calculada de esta manera puede tener signo positivo o negativo debido a la tercera ley de Newton. El signo adecuado se determina por inspección del caso que se está analizando.

Esta fuerza es sólo la debida al esfuerzo viscoso. Si la presión también es importante, se debe incluir en la integración sobre el área considerada.