

HIDROAEROMECÁNICA

Ecuación de Equilibrio de un Fluido:

Ante todo debemos recordar que la presión p , es una magnitud escalar, y por lo tanto puedo definir el grad de p y un grad transforma una función escalar en un vectorial, entonces:

$$F_x = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, F_y = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, F_z = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}$$

donde F_x , F_y , F_z son las proyecciones sobre los ejes de un sistema de coordenadas rectangulares del vector F (fuerza), que actúa sobre el fluido, esto también se puede expresar:

$$F = \frac{1}{\rho} \nabla p$$

El equilibrio de un fluido sometido a la acción de fuerzas de masa, es posible si se cumple:

$F \cdot \nabla \times F = 0$, donde el rot F , es el rotacional del vector F .

Si la densidad ρ del fluido no depende de las coordenadas, $\frac{1}{\rho} \nabla p = \text{grad } p / \rho$ y el equilibrio es posible si tenemos un campo de fuerzas potencial:

$\phi = -p/\rho + \text{const.}$, las superficies de igual presión coinciden con las superficies de igual potencial.

Si $F = g = \text{const.}$ y $F_x = F_y = 0$ y $F_z = F = -g$ nos queda la ecuación de equilibrio:

$$dp/\rho = -g dz$$

Resolviendo $\int_{p_0}^p dp = -\rho g dz$, nos queda $p + \rho g z = p_0$, donde p_0 es la presión en el nivel z .

Esta es la Ecuación Fundamental de la hidrostática para los fluidos incompresibles.

Para los fluidos compresibles que se hallan en equilibrio térmico y mecánico la suma $\Phi + gz$, deberá ser igual en todo el volumen que ocupa, Φ es el potencial isobárico-isotérmico de la unidad de masa del fluido en el campo gravitacional.

$\Phi = H - TS = U + pV - TS$, donde H es la entalpía, p presión, T temperatura, S entropía, V volumen y U energía interna, esta función es el potencial termodinámico de Gibbs.

El equilibrio mecánico de un fluido es posible aunque no exista equilibrio térmico, siempre y cuando el gradiente térmico sea a lo largo del eje z.

Este equilibrio será estable si se cumple la condición de ausencia de convección:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \frac{dp}{dz} > 0, \text{ donde el subíndice } p \text{ indica que es a presión constante.}$$

Para un gas perfecto se cumple :

$$\frac{dT}{dz} > -\frac{g}{c_p}, \text{ } c_p \text{ calor específico a presión constante.}$$

La ecuación $E = \rho g V$, es el Principio de Arquímedes, que dice:

“Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje E (fuerza) de abajo hacia arriba, igual al peso del volumen del fluido desplazado”

ρ es la densidad del fluido y V el volumen desalojado.

Esta fuerza está aplicada en el centro de presión o sea en el centro de gravedad del volumen de la parte sumergida del cuerpo.

Prof. Dr. Raúl Roberto Podestá

Presidente LIADA

Coordinador de los Cursos LIADA