

Regel

Vanlig energibalanse brukes for å beregne temperaturendringer
 Mekanisk energibalanse brukes for å beregne temperaturendringer

Vanlig energibalanse

$$\dot{H}_2 + \dot{m}\alpha_2 \frac{v_2^2}{2} + \dot{m}gz_2 = \dot{H}_1 + \dot{m}\alpha_1 \frac{v_1^2}{2} + \dot{m}gz_1 + \dot{Q} + \dot{W}_s$$

$$v_i \equiv \frac{V_i}{A_i} = \frac{\dot{m}_i}{\rho_i A_i} \quad [\text{m/s}]$$

V_i - volumstrøm

v_i - lineær strømningshastighet

A_i - tverrsnitt

α - korrigerer for at hastigheten ikke er den samme over hele tverrsnittet

$\alpha = 1$ for turbulent strømning

$\alpha = 2$ for laminær strømning

Mekanisk energibalanse

$$m\alpha_2 \frac{v_2^2}{2} + mgz_2 + m \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{\rho} + \Phi = m\alpha_1 \frac{v_1^2}{2} + mgz_1 + W_s$$

Likningen kan også skrives:

$$\alpha_2 \frac{v_2^2}{2} + gz_2 + \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{\rho} + \frac{\Delta p_f}{\rho} = \alpha_1 \frac{v_1^2}{2} + gz_1 + \frac{W_s}{m}$$

$$\frac{\Phi}{m} = \frac{\Delta p_f}{\rho}$$

For stasjonær kontinuerlig prosess

Δp_f - friksjonstrykkfall

Φ - friksjonstap

Friksjonsleddet

Kompressor/pumpe $\Phi = W_s - W_s^{rev}$

Rette rør $\Phi = (m\Delta p_f) / \rho$

$$\Delta p_f = 4f (L/D)\rho / (v^2/2)$$

L - rørlengde

D - rørdiameter

f - friksjonsfaktor

Reynoldtallet $Re = \rho v D / \mu$

μ - viskositet av fluidet

$Re > 2300$ ved turbulent strømning

Reversibelt akselarbeid og friksjon

$$W_s^{rev} = m \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{\rho} + m \left(\alpha_2 \frac{v_2^2}{2} - \alpha_1 \frac{v_1^2}{2} \right) + mg(z_2 - z_1)$$

$$W_s = W_s^{rev} + \Phi$$

Bernoullilikningen for inkompressibel strømning

$$p_2 + \rho gz_2 + \rho \alpha_2 \frac{v_2^2}{2} + \Delta p_f = p_1 + \rho gz_1 + \rho \alpha_1 \frac{v_1^2}{2} + \Delta p_{\text{loft}}$$

Bernoullilikningen: kommentar

Δp_f - friksjonstap

Δp_{loft} - tilført mekanisk arbeid med pumpe, vifte eller kompressor

$$\Delta p_{\text{loft}} = W_s V \text{ (volumstrøm)} = W_s \rho / m$$

Bernoullilikningen m/ antakelser

$$p_i + \rho gz_i + \rho \frac{v_i^2}{2} = \text{konstant}$$

Antakelser:

1. Neglisjerer friksjon $\Delta p_f = 0$
2. Antar at $\alpha = 1$ ved turbulent strømning
3. Mekanisk arbeid $W_s = 0$

Massebalanse og mekanisk energibalanse

Kontinuitetslikning $m_1 = \rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2 = m_2$

For inkompressibelt fluid $A_1 v_1 = A_2 v_2$

Viktig om friksjonsfaktor

Typer Franning (f_F) og Darcy (f_D)

$$f_D = 4f_F$$

Laminær strømning $f_F = 16 / Re$

Turbulent strømning $f_F = \text{funksjon av relativ ruhet og } Re$

Relativ ruhet ϵ / D

ϵ - absolutt ruhet [m]

Friksjonstap

Rette rør $\Delta p_f = 4f (L/D) \rho (v^2/2)$

Armaturog rørdeler $\Delta p_f = n v^2 / 2$

n - tapte hastighetshøyder

