101

Rychlost plynu na výtoku z trysky

Tuto rychlost lze dobře odvodit z rovnice I. zákona termodynamiky [43.288]:

$$da_i = dq - di - \frac{dc^2}{2} - g \cdot dh \qquad \text{(a).}$$

Plyn při průtoku tryskou nekoná práci, děj je velice rychlý lze tedy zanedbat sdílení tepla s okolím (adiabatický děj). Vliv změny potenciální energie při proudění plynu je nevýznamný:

$$da_i = 0 \ \ J \cdot kg^{-1}; \ dq \approx 0 \ \ J \cdot kg^{-1};$$
$$g \cdot dh \approx 0 \ \ J \cdot kg^{-1}.$$

Dosazením do Rovnice (a) vznikne rovnost mezi entalpií a kinetickou energií:

$$di = -\frac{dc^2}{2}.$$

Změna rychlosti a měrné entalpie mezi vstupem a libovolným průřezem trysky např. na výtoku:

$$\int_{i,i}^{i,e} di = -\int_{c,i}^{c,e} \frac{dc^2}{2},$$
$$i_e - i_i = \frac{c_i^2}{2} - \frac{c_e^2}{2},$$
$$c_e = \sqrt{2(i_i - i_e) + c_i^2}.$$

Pro rozdíl entalpií v otevřené termodynamické soustavě lze použít vzorec [13.450] odvozený pro změnu entalpie v tepelné turbíně, která tvoří také otevřenou termodynamickou soustavu:

$$i_i - i_e = \frac{\kappa}{\kappa - 1} r \cdot T_i \left[1 - \left(\frac{p_e}{p_i} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right].$$

Při proudění beze ztrát (izoentropické proudění) lze použít rovnost $n = \kappa$:

$$i_i - i_e = \frac{\kappa}{\kappa - 1} r \cdot T_i \left[1 - \left(\frac{p_e}{p_i} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right].$$

Potom při proudění beze ztrát bude na výtoku z trysky rychlost:

$$c_e = \sqrt{\frac{2 \cdot \kappa}{\kappa - 1} r \cdot T_i \left[1 - \left(\frac{p_e}{p_i} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right] + c_i^2}.$$

Při výpočtech se často vychází z celkového stavu plynu před tryskou:

$$c_e = \sqrt{2(i_{ic} - i_e)} = \sqrt{\frac{2 \cdot \kappa}{\kappa - 1} r \cdot T_{ic} \left[1 - \left(\frac{p_e}{p_{ic}} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right]}.$$