

FELADAT 6

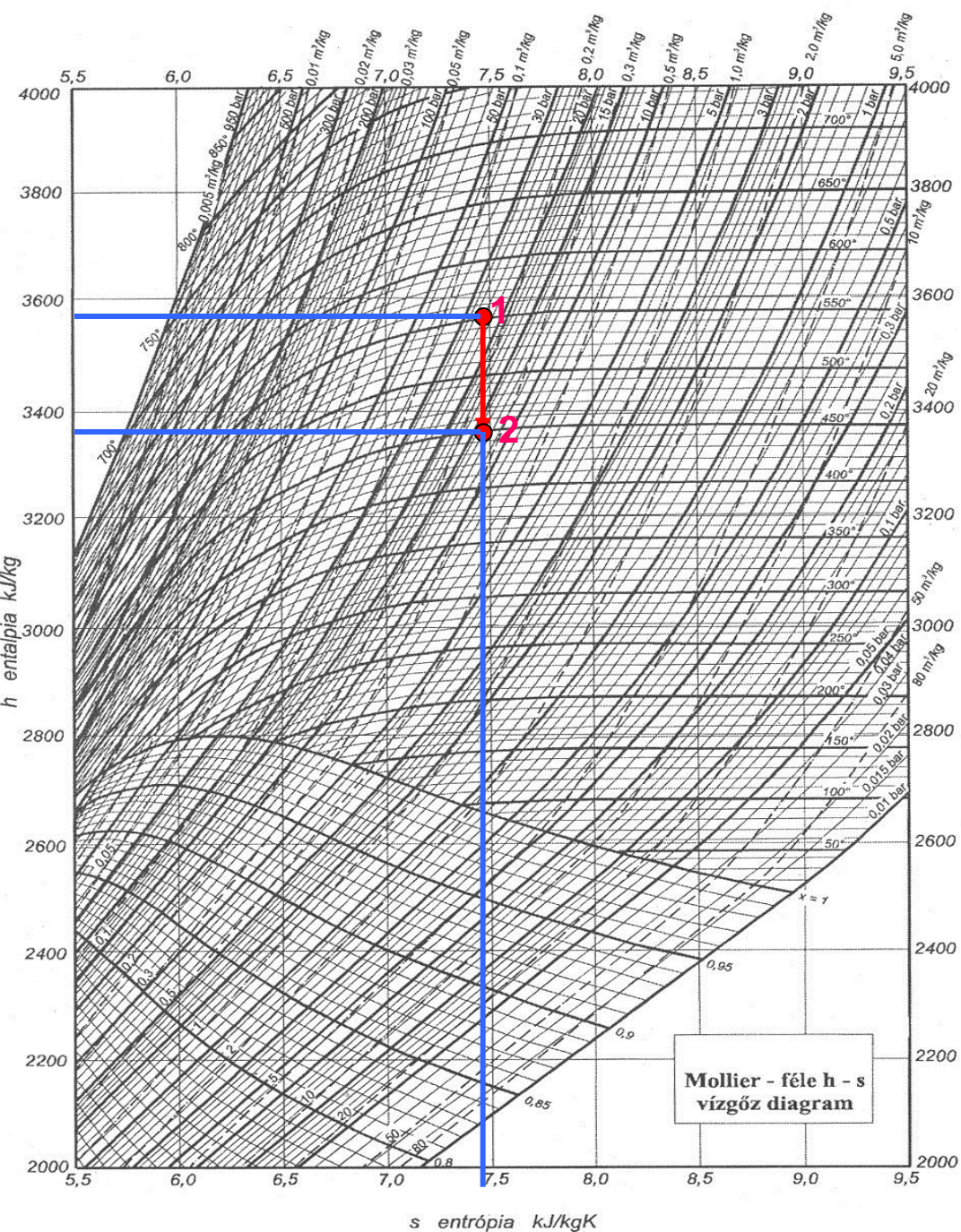
Gázok és gőzök kiömlése

Az egyszerű legömbölyített fúvóka legszűkebb keresztmetszetének átmérője $d = 22$ mm. Mekkora lesz a fúvókán átáramló legnagyobb közegmennyiség, annak sebessége és kritikus nyomásviszony ill. a p_{kr} nyomás, túlhevített gőz valamint levegő esetén? A kiindulási adatok mindkét közegre $p_1 = 25$ bar, $t_1 = 550$ °C.

Túlhevített gőzre $\kappa = 1,3$

A kritikus nyomásviszony:
$$\beta_{kr} = \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\kappa/(\kappa - 1)} = \left(\frac{2}{1,3 + 1} \right)^{1,3/(1,3 - 1)} = 0,546$$

A kritikus nyomás:
$$p_{kr} = \beta_{kr} \cdot p_1 = 0,546 \cdot 25 = 13,64 \text{ bar}$$



$$p_1 = 25 \text{ bar}$$

$$p_{kr} = 13,65 \text{ bar}$$

$$h_1 = 3575 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{kr} = 3356 \text{ kJ/kg}$$

$$t_1 = 550^\circ\text{C}$$

$$t_{kr} = 450^\circ\text{C}$$

$$v_1 = 0,153 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_{kr} = 0,24 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$s_1 = 7,45 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$s_{kr} = 7,45 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

A kritikus sebesség

$$c_{kr} = \sqrt{2 \frac{\kappa}{\kappa + 1} p_1 v_1} = \sqrt{2 \frac{1,3}{1,3 + 1} 25 \cdot 10^5 \cdot 0,153} = 657,56 \text{ m/s}$$

A kiömlő gőzmennyiség (gőzfogyasztás)

$$A_{\min} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,022^2}{4} = 0,00038 \text{ m}^2$$

$$G_{\max} = A_{\min} \sqrt{\kappa \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{(\kappa + 1)/(\kappa - 1)} \frac{p_1}{v_1}} = 0,00038 \cdot \sqrt{1,3 \cdot \left(\frac{2}{1,3 + 1} \right)^{(1,3 + 1)/(1,3 - 1)} \frac{25 \cdot 10^5}{0,153}} = 1,025 \text{ kg/s}$$

Levegőre $\kappa = 1,4$

A kritikus nyomásviszony: $\beta_{kr} = \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\kappa/(\kappa-1)} = \left(\frac{2}{1,4 + 1} \right)^{1,4/(1,4-1)} = 0,528$

A kritikus nyomás: $p_{kr} = \beta_{kr} \cdot p_1 = 0,528 \cdot 25 = 13,21 \text{ bar}$

A fajtérfogat az 1. és kritikus pontban:

$$v_1 = \frac{RT_1}{p_1} = \frac{10^3 \cdot 0,287 \cdot 823}{25 \cdot 10^5} = 0,0945 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v_{kr} = v_1 \left(\frac{p_1}{p_{kr}} \right)^{\frac{1}{\kappa}} = 0,0945 \cdot \left(\frac{25}{13,2} \right)^{\frac{1}{1,4}} = 0,149 \text{ m}^3/\text{kg}$$

A hőmérséklet a kritikus pontban

$$T_{kr} = T_1 \left(\frac{p_{kr}}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 823 \cdot \left(\frac{13,2}{25} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 685,83 \text{ K}$$

A kritikus sebesség:

$$c_{kr} = \sqrt{2 \frac{\kappa}{\kappa+1} p_1 v_1} = \sqrt{2 \frac{1,4}{1,4+1} 25 \cdot 10^5 \cdot 0,0945} = 524,95 \text{ m/s}$$

A kiömlő gőzmennyiség:

$$G_{\max} = A_{\min} \sqrt{\kappa \left(\frac{2}{\kappa+1} \right)^{(\kappa+1)/(\kappa-1)} \frac{p_1}{v_1}} = 0,00038 \cdot \sqrt{1,4 \cdot \left(\frac{2}{1,4+1} \right)^{(1,4+1)/(1,4-1)} \frac{25 \cdot 10^5}{0,0945}} = 1,338 \text{ kg/s}$$