PŘÍLOHA 336: Dynamika tekutin, Proudění plynů a par tryskami, Výpočet rozměrů Lavalovy trysky pro proudění vodní páry

V této úloze nejprve ověříme, zda dojde ke kritickému proudění a zda návrh Lavalovy trysky má smysl. Poměr tlaků za a před tryskou je 1:8, přičemž kritický tlakový poměr vodní páry závisí na vlhkosti páry. Ze zadaných parametrů úlohy je patrné, že teplota páry je vysoko nad kritickou teplotou (374,15 °C), takže lze očekávat, že v trysce bude expandovat přehřátá pára, která má kritický tlakový poměr kolem hodnot 0,546, (viz strana 5). Při výpočtu budeme postupovat tak, že nejprve stanovíme stavové veličiny v kritické průřezu a na výstupu z trysky a suchost páry. Z těchto veličin vypočítáme rozměry trysky. Výpočet bude proveden pro proudění beze ztrát podle h-s digramů na OBRÁZCÍCH 103 (s. 8) a 101 (s. 4) Při výpočtech rozměrů lze vycházet z ROVNIC 703 (s. 10).

Zadané parametry úlohy jsou:

p_i	t_i	p_e	m	α
80	500	10	0,3	10

p [bar]; t [°C]; m [m·kg^{-1}]; α [°]

P336/2: Ze vstupních parametrů lze odečíst entalpie h_i, entropii s_i měrný objem v_i, přičemž není zadaná rychlost páry V_i, takže budeme tyto parametry považovat i za celkové. Odečet těchto stavů lze z termodynamických tabulek H_2O, například z [Mareš et al., 1999].

Parametry v hrdle trysky lze stanovit z kritického tlaku p^*, který lze určit z kritického tlakového poměru uvedeného v P336/1 a tlaku p_i. V h-s diagramu H_2O je nyní možné odečíst z průsečíku izobary p^* a izoentropy s_i další stavové veličiny. Stejně lze odečíst parametry na výstupu z trysky z průsečíku izobary p_e a izoentropy s_i:

s_i	h_{is}	v_i	p^*	h^*	v^*	v_e	h_e	x
6,7266	3399,5	41,767	43,68	3210,1	66,977	209,44	2843,1	1 (přehřátá)

s [kJ·K^{-1}·kg^{-1}]; h [kJ·kg^{-1}]; v [dm^3·kg^{-1}]; p [bar]; x [1] suchost páry

P336/3: Kritickou rychlost V^* lze vypočítat pomocí ROVNICE 516 (s. 6) a výtokovou rychlost pomocí ROVNICE 101 (s. 4):

V^*	V_e
615,42	1054,9

[m·s^{-1}]

P336/4: Průtočné průřezy A a A_e lze stanovit z ROVNICE 334 (s. 4). Jednotlivé poloměry pak z rovnice pro plochu kruhu:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}.$$

A*	A_e	r*	r_e	r_r	t	r_t	l
32,650	59,560	3,2238	4,3542	1,2315	0,1073	3,2285	12,974

A [mm²]; *r*, *t*, *l* [mm]