

in enačba krajevnega vektorja dobi obliko

$$\begin{aligned} \mathbf{r}_1(\varphi, \psi) = & (\bar{y}_1 \sin \varphi + \bar{x}_1 \cos \varphi) \mathbf{i}_1 + \\ & + (\bar{y}_1 \cos \varphi - \bar{x}_1 \sin \varphi) \mathbf{j}_1 + \\ & + (\bar{z}_1 + R_m \tan \gamma_m \varphi) \mathbf{k}_1 \end{aligned} \quad (11)$$

2.2. Enačba bočnice v osni ravnini²

Ker je glavna prerezna ravnina Π (= osna ravnina) koordinatna ravnina y_1, z_1 , je za vse točke na njej prva koordinata $x_1 = 0$. Pri valjastem polžu ZK je $\bar{y}_1 \sin \varphi + \bar{x}_1 \cos \varphi = 0$; odtod je

$$\varphi = \arctan \left(-\frac{\bar{x}_1}{\bar{y}_1} \right) \quad (12)$$

Tako je enačba bočnice v vektorski obliki

$$\mathbf{r}_1''(\psi) = \frac{\bar{y}_1}{\cos \varphi} \mathbf{j}_1 + (\bar{z}_1 + R_m \tan \gamma_m \varphi) \mathbf{k}_1 \quad (13)$$

ozziroma zapisana v parametrični obliki

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{\bar{y}_1}{\cos \varphi} \\ z_1 &= \bar{z}_1 + R_m \tan \gamma_m \varphi \end{aligned} \quad (14)$$

kjer so veličine $\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_1$ in φ vse odvisne od parametra ψ . Bočnica je izbokla krivulja.

3. Diagram potekov

Zaporedje ukazov za obdelavo podatkov na računalniku PDP 11/70 je izdelano v programskejem jeziku fortran 4+ na Fakulteti za strojništvo Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani. Na sliki 5 je prikazan diagram poteka za določitev bočnice standardnega valjastega polža ZK v osni ravnini. Iz

² Izpeljana enačba velja za desno bočnico.

UDK 536.7:621.564

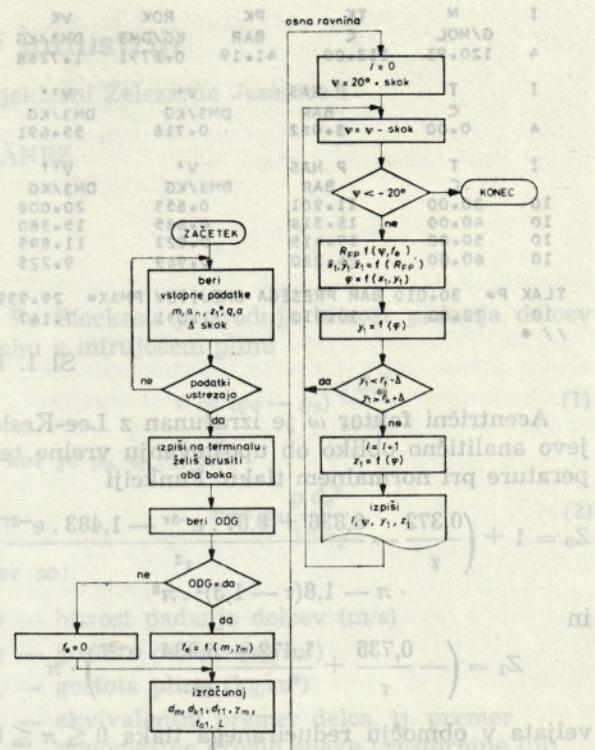
Termodinamične lastnosti hladilnih sredstev

MIRAN OPREŠNIK

Oписан je računalniški program za izračunavanje termodinamičnih lastnosti 43 hladilnih sredstev

ITERTARATURA

Vse širša uporaba računalnikov omogoča, da tudi v hladilni tehniki hitro preverjamo uporabnost različnih hladilnih sredstev in optimiramo procese. V ta namen je seveda treba poznati termodinamične lastnosti teh sredstev in jih imeti prilagojene za uporabo na elektronskem računal-



Sl. 5. Diagram poteka za določitev bočnice v osni ravnini za standardni valjasti polž ZK

izpisanih vrednosti, ki jih je računalnik izračunal po že omenjenem programu, je mogoče grafično ponazoriti bočnico v osni ravnini.

(V literaturi je navedeno 22 del.)

Avtorjev naslov: dr. mag. Jože Puhar, dipl. inž.
Fakulteta za strojništvo,
Ljubljana

2. Izpeljana enačba velja za desno bočnico.

I	M	TK	PK	ROK	VK	TB	TS		S'	S''
	G/MOL	C	BAR	KG/DM3	DM3/KG	C	C		KJ/KG K	KJ/KG K
4	120.91	112.00	41.19	0.5791	1.7268	-29.74	-155.9			
I	T	P NAS	V'	V''	H'	H''	R	S'	S''	
	C	BAR	DM3/KG	DM3/KG	KJ/KG	KJ/KG	KJ/KG	KJ/KG K	KJ/KG K	
4	0.00	3.082	0.716	55.691	500.000	652.153	152.153	2.000	2.557	
I	T	P NAS	V'	V''	H'	H''	R	S'	S''	
	C	BAR	DM3/KG	DM3/KG	KJ/KG	KJ/KG	KJ/KG	KJ/KG K	KJ/KG K	
10	30.00	11.901	0.853	20.008	536.170	716.335	180.165	2.123	2.717	
10	40.00	15.318	0.885	15.380	549.307	719.200	169.893	2.165	2.707	
10	50.00	19.415	0.923	11.895	563.193	721.545	158.352	2.207	2.697	
10	60.00	24.280	0.969	9.225	577.981	723.205	145.223	2.251	2.687	
TLAK P = 30.010 BAR PRESEG A OMJEJITEV PMAX = 29.939 BAR										
10	70.00	30.010	1.031	7.147	593.893	723.975	130.081	2.296	2.675	
// *										

Sl. 1. Primer izpisov

Acentrični faktor ω je izračunan z Lee-Keslerjevo analitično obliko ob upoštevanju vrelne temperature pri normalnem tlaku. Funkciji

$$Z_0 = 1 + \left(\frac{0.372}{\tau} - \frac{0.836 + 8.87 \cdot e^{-5\tau} - 1.483 \cdot e^{-2\tau}}{\tau^2} \right) \cdot \pi - 1.8(\tau - 1.3)^2 \cdot \pi^2$$

in

$$Z_1 = \left(-\frac{0.735}{\tau} + \frac{1.472 - 5.934 \cdot e^{-2\tau}}{\tau^2} \right) \cdot \pi$$

veljata v območju reduciranega tlaka $0 \leq \pi \leq 0.6$ in v območju reducirane temperature $0.5 \leq \tau \leq 1.3$.

Entalpijo h in entropijo s dobimo z znanimi termodynamičnimi razmerjem:

$$h - h_{id} = \int_0^p \left(v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right) dp$$

in

$$s - s_{id} = - \int_0^p \left(\left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p - \frac{R}{p} \right) dp$$

Specifična topota v idealnem plinastem stanju je določena [2] z enačbo

$$\frac{c_v id}{R} = \frac{a_1}{T} + a_2 + a_3 T + a_4 T^2$$

za izračun tlaka nasičenja pa je privzeta Riedlova modifikacija poteka krivulje napetosti [2]. Po istem viru so vzete tudi potrebne konstante za izračun zgornjih vrednosti.

Vrednost specifične prostornine vrele kapljevine je izračunana [2] z enačbo

$$\ln \varrho' = \ln \varrho_k + b_1(1-\tau)^{1/3} + b_2 s(\tau)$$

vrednost specifične entalpije in entropije vrele kapljevine pa s Clausius-Clapeyronovo enačbo

$$s'' - s' = (v'' - v') \frac{dp}{dT}$$

$$h'' - h' = (s'' - s') T$$

Program za vsako snov ob dani temperaturi izračuna ustrezni tlak nasičenja, specifični prostor-

nini, entalpiji in entropiji na vredni in rosilni krivulji ter uparjalno entalpijo. Če je poleg temperature podan še tlak, ki ni enak tlaku nasičenja, izračuna program tlaku in temperaturi ustrezone vrednosti specifične prostornine, entalpije in entropije. V področju kapljevine izračuna program temperaturi ustrezeno vrednost prostornine, entalpije in entropije na vredni krivulji. Če je poleg temperature podana še suhost pare x , izračuna program tlak nasičenosti in veličine stanja v področju mokre pare. Lahko pa dobimo tudi izpis molske mase, kritičnih veličin stanja ter temperatur vrelišča in tališča pri normalnem tlaku. Če podamo temperaturno razliko ΔT in število korakov K , izpiše računalnik tabelo za področje mokre pare. Preglednica danih in izračunanih vrednosti je predstavljena v razpredelnici 1.

Razpredelnica 1: Pregled podanih in izračunanih vrednosti

Podano	Izračunano
T	$p_{nas}, v', v'', h', h'', r, s', s''$
T, p	v, h, s (pregreta para)
T, p	p_{nas}, v', h', s' (kapljevina)
T, x	p_{nas}, v, h, s (mokra para)
$p = -1$	$M, t_k, p_k, \varrho_k, v_k, t_b, t_s$
$T, \Delta T, K$	$p_{nas}, v', v'', h', h'', r, s', s''$ (razpr.)

V program je vstavljeni tudi omejitve veljavnosti. V primeru prekoračitve sporoči program to z navedbo omejitvenega področja, vendar vrednosti vseeno izračuna. Odločitev o upoštevanju takšne vrednosti je prepuščena uporabniku. Primer izpisov je prikazan na sl. 1.

LITERATURA

[1] H. J. Löffler: Eine Ergänzung zum erweiterten Korrespondenzprinzip für Kältemittel. Kältetechnik-Klimatisierung 20 (1968) 3, 72—77.

[2] I. I. Perlštejn, E. B. Parušin: Sistema uravnenij dlja rasčeta termodinamičeskikh svojstv rabočih vescstv. Holodil'naja tehnika, 1981 (3), 40—42.

Avtorjev naslov: prof. dr. ing. Miran Oprešnik, Fakulteta za strojništvo v Ljubljani