

OBSAH

Predslov 3

1. Základné pojmy termodynamiky 5

1.1 Termodynamický systém a okolie 5

1.2 Termodynamické veličiny 5

1.3 Základné stavové veličiny 5

Riešené príklady a zadania 6

2. Vlastnosti čistých látok 11

2.1 Čistá látka 11

2.2 Ideálny plyn 11

2.3 Zmes ideálnych plynov, Daltonov zákon 12

2.4 Stredná špecifická tepelná kapacita 13

Riešené príklady a zadania 13

3. Prvý zákon termodynamiky (I. ZTD) 22

3.1 Uzavretý termodynamický systém 22

3.2 Otvorený termodynamický systém 22

Riešené príklady a zadania 23

4. Základné vratné procesy ideálnych plynov 29

4.1 Izochorický proces ($v = \text{const}$; $dv = 0$) 29

4.2 Izobarický proces ($p = \text{const}$; $dp = 0$) 29

4.3 Izotermický proces ($T = \text{const}$; $dT = 0$) 29

4.4 Adiabatický proces ($dq = 0$) 30

4.5 Polytropický proces 30

Riešené príklady a zadania 31

5. Druhý zákon termodynamiky (II. ZTD) 44

5.1 Tepelné termodynamické obeh (cykly) a ich hodnotenie 44

5.2 Maximálne hodnoty účinností a výkonových faktorov tepelných cyklov – Carnotov cyklus 45

5.3 Entropia – princíp vzrastu entropie 45

5.4 Vratná práca, užitočná práca, exergia, strata nevratnosťou 46

Riešené príklady a zadania 47

6. Vlastnosti skutočných plynov a pár 62

6.1 Stavové rovnice reálnych plynov 62

6.2 Všeobecné vzťahy pre určovanie, vnútornej energie, entalpie, entropie, Jouleov-Thomsonovho súčiniteľa a špecifických tepelných kapacít reálnych plynov 63

6.3 Teoréma korešpondujúcich stavov 64

6.4 Termodynamika pár 65

6.4.1 Základné pojmy používané v oblasti pár 65

6.4.2 Určovanie stavu sýtej kvapaliny a sýtej pary 65

Riešené príklady a zadania	67
7. Plynovoparné zmesi a klimatizácia (vlhký vzduch)	80
7.1 Vyjadrenie vlhkosti vzduchu	80
7.2 Entalpia vlhkého vzduchu	81
7.3 Mollierov h - x diagram vlhkého vzduchu	81
Riešené príklady a zadania	82
8. Prúdenie stlačiteľných tekutín (plynov a pár)	88
8.1 Základné rovnice stacionárneho izoentropického prúdenia	88
8.2 Rýchlosť zvuku a Machovo číslo	88
8.3 Dynamické funkcie izoentropického prúdenia plynov	89
8.4 Výtok plynov a pár otvorom a dýzou pri izoentropickom prúdení	89
8.5 Hmotnostný tok plynov a pár dýzou	90
Riešené príklady a zadania	91
9. Porovnávacie obehы tepelných motorov	103
9.1 Porovnávacie obehы spaľovacích motorov	103
9.2 Porovnávacie obehы plynových turbín	105
9.3 Clausius – Rankinov parný obeh	106
Riešené príklady a zadania	108
10. Porovnávacie obehы kompresorov	120
10.1 Piestové kompresory	120
10.2 Viacstupňové kompresory	120
10.3 Energetické hodnotenie kompresorov	121
Riešené príklady a zadania	121
11. Obehы chladiacich zariadení a zariadení tepelných čerpadiel	127
11.1 Parný chladiaci kompresorový obeh	127
11.1.1 Efektívnosť chladiaceho zariadenia	128
11.2 Obeh tepelného čerpadla a jeho efektívnosť	128
Riešené príklady a zadania	128
12. Prenos tepla – termokinetika	135
12.1 Vedenie tepla - kondukcia	135
12.2 Stacionárne vedenie tepla	135
12.3 Nestacionárne vedenie tepla	136
Riešené príklady a zadania	137
13. Prestup tepla pri voľnom prúdení – prirodzená konvekcia	143
13.1 Prestup tepla konvekciou do neobmedzeného priestoru	143
13.2 Prestup tepla konvekciou do obmedzeného priestoru	144
Riešené príklady a zadania	144
14. Prestup tepla pri vynútenom prúdení tekutín v rúrkach	148

14.1 Laminárne prúdenie v rúrke	148
14.2 Turbulentné prúdenie v rúrkach a kanáloch	149
Riešené príklady a zadania	149
15. Prestup tepla pri obtekaní telies	155
Riešené príklady a zadania	156
16. Prestup tepla pri zmene skupenstva	163
16.1 Prestup tepla pri kondenzácii pár	163
16.2 Prestup tepla pri vare tekutiny	163
Riešené príklady a zadania	164
17. Prechod tepla cez jednoduchú a zloženú deliacu stenu a vo výmenníkoch tepla	170
17.1 Prechod tepla cez deliacu stenu	170
17.2 Ekonomická hrúbka tepelnej izolácie na rovinnej stene	170
17.3 Prechod tepla vo výmenníkoch tepla	171
Riešené príklady a zadania	172
18. Prenos tepla žiarením	182
Riešené príklady a zadania	184

PRÍLOHY189

Tabuľky

Tab. P-1	Špecifická tepelná kapacita plynov v závislosti od teploty $c_p = a + b \cdot t$; $c_v = a' + b' \cdot t$ (v rozmedzí teplôt 0 až 1000 °C)	191
Tab. P-2	Mólová tepelná kapacita plynov v závislosti od teploty $\bar{c}_{p_o}(T) = a + bT + cT^2 + dT^3$	191
Tab. P-3	Výhrevnosť tuhých a kvapalných palív	191
Tab. P-4	Má tri časti	192
	a) Fyzikálne parametre technických plynov pri 0,10133 MPa a 0 °C	
	b) Ďalšie parametre technických plynov	
	c) a, b konštanty VDW rovnice	
Tab. P-5	Fyzikálne vlastnosti transformátorového oleja	193
Tab. P-6	Fyzikálne vlastnosti dymových plynov pri $p = 0,10133$ MPa	193
Tab. P-7	Pomocné hodnoty komplexov pre výpočet súčiniteľa prestupu tepla pri vare vody	193
Tab. P-8	Fyzikálne parametre suchého vzduchu pri tlaku 0,10133 MPa	194
Tab. P-9	Fyzikálne parametre vody na dolnej medznej krivke	194
Tab. P-10	Základné údaje pre výpočet parametrov vlhkého vzduchu	195
Tab. P-11	Koeficient tepelnej vodivosti niektorých materiálov	195

Tab. P-12	Termodynamické parametre vody na medziach sýtosti (pri danej teplote)	196
Tab. P-13	Normálna pomerná pohltivosť niektorých materiálov	201

GRAFY

Graf 1	Generalizovaný diagram stlačiteľnosti (pre $p_R \leq 1,0$)	202
Graf 2	Generalizovaný diagram stlačiteľnosti (pre $p_R \leq 10$)	203
Graf 3	T - s diagram vodnej pary (H_2O) v sústave SI	204
Graf 4	h - s diagram vodnej pary	205
Graf 5	h - x diagram vlhkého vzduchu	206
Graf 6	p - h diagram čpavku (NH_3)	207
Graf 7	p - h diagram R22 ($CHClF_2$)	208
Graf 8	p - h diagram R134a	209
Graf 9	Závislosť bezrozmernej teploty (θ) od Fourierovho čísla (F_o) a od Biotovho čísla (B_i) pre nestacionárne vedenie tepla (nekonečná doska)	210
Literatúra		211