

# OBSAH

Obsah .....	3
Předmluva .....	7
I. Termomechanika plynů .....	9
1.0 Základní určující veličiny .....	9
1.1 Měrný tlak plynů ( $p$ ) .....	9
1.2 Měrný objem, měrná hmotnost, měrná tíha, normální stav látek .....	9
1.3 Teplota .....	10
2.0 Základní tepelné pojmy .....	11
2.1 Teplo ( $Q$ ) .....	11
2.2 Měrná tepelná kapacita ( $c$ ) .....	11
2.3 Isobarická roztažnost látek teplem .....	14
2.4 Teplotní isochorická rozpínavost plynů .....	16
2.5 Isotermická stlačitelnost plynů .....	16
2.6 Vzájemná závislost součinitelů $\gamma, \beta, \delta$ .....	17
2.7 Skupenská tepla .....	18
3.0 Ideální plyny .....	19
3.1 Stavová rovnice ideálního plynu .....	20
3.2 Normální kubický metr ( $m_n^3$ ) .....	25
3.3 Měrné tepelné kapacity ideálních plynů ( $c_p, c_v$ ) .....	25
3.4 Vnitřní energie a vnější objemové práce plynu .....	28
3.5 První věta termodynamická .....	30
3.6 Entalpie plynů ( $I, i$ ) .....	31
3.7 Tlaková vnitřní práce plynu ( $A_t$ ) .....	32
3.8 Vztah mezi objemovou vnější a tlakovou vnitřní prací plynu .....	33
3.9 Entropie plynů .....	34
3.10 První zákon termodynamiky pro otevřené systémy .....	36
4.0 Základní změny stavu plynu .....	38
4.1 Rovnovážný stav .....	38
4.2 Děje vratné a nevratné .....	38
4.3 Změny stavu plynu .....	40
4.3.1 Změna stavu při stálém objemu – isochorická změna .....	40
4.3.2 Změna stavu při stálém tlaku – isobarická změna .....	43
4.3.3 Změna stavu při stálé teplotě – isotermická změna .....	47
4.3.4 Změna stavu při stálé entropii – adiabatická či isoentropická změna .....	49
4.3.5 Změna při stálé měrné tepelné kapacitě – polytropická změna .....	59
5.0 Druhá věta termodynamická .....	67
5.1 Kruhový proces - cyklus .....	68
5.2 Carnotův cyklus .....	71
5.3 Obrácený Carnotův cyklus .....	74
5.4 Zvýšení účinnosti Carnotova přímého a obráceného cyklu .....	75
5.5 Účinnost nevratného Carnotova cyklu .....	76
5.6 Verbální a matematická formulace II. Hlavní věty termodynamiky .....	77
5.7 Absolutní termodynamická stupnice teplot .....	80
5.8 Nerstova věta – III. Věta termodynamická .....	82
5.9 Skutečné termodynamické děje .....	83
5.10 Degradace tepla a míra nevratnosti děje .....	84
5.11 Typicky nevratné děje .....	85

5.11.1 Tření .....	85
5.11.2 Sdílení tepla .....	85
5.11.3 Škrčení (ideálního) plynu .....	86
5.11.4 Difúze plynů .....	89
5.12 Entropie pracovní látky při nevratné změně .....	90
5.13 Srovnání tlakového a entropického diagramu .....	91
5.14 Tepelná smrt vesmíru .....	92
II. Termomechanika směsi plynů, par a vlhkého vzduchu .....	93
1.0 Směsi plynů .....	93
1.1 Poměr složek směsi plynů .....	93
1.2 Měrný objem ( $v$ ) a měrná hmotnost ( $\rho$ ) směsi .....	94
1.3 Stavová rovnice směsi .....	95
1.4 Parciální tlak složek .....	95
1.5 Měrná tepelná kapacita směsi .....	96
1.6 Směšování tekutin o různých teplotách .....	96
2.0 Skutečné plyny .....	97
2.1 Rovnice Van der Waalsova .....	99
3.0 Páry .....	101
3.1 Určující veličiny syté vody .....	102
3.2 Určující veličiny syté páry .....	104
3.3 Určující veličiny mokré páry .....	106
3.4 Určující veličiny přehřáté páry .....	107
3.5 Diagramy par .....	109
3.5.1 Pracovní p-V diagram vodní páry .....	109
3.5.2 Tepelný – entropický T-s diagram vodní páry .....	110
3.5.3 Srovnání pracovního a tepelného diagramu páry .....	112
3.5.4 Diagram p-i .....	113
3.5.5 Změny stavu par .....	114
3.5.5.1 Isobarická změna páry .....	114
3.5.5.2 Isotermická změna páry .....	116
3.5.5.3 Isochorická změna páry .....	117
3.5.5.4 Adiabatická změna páry .....	119
3.5.6 Škrčení par .....	121
4.0 Vlhký vzduch .....	123
4.1 Vlhkost vzduchu .....	124
4.1.1 Absolutní vlhkost vzduchu .....	124
4.1.2 Relativní vlhkost vzduchu .....	125
4.1.3 Měrná vlhkost vzduchu .....	125
4.2 Stavová rovnice vlhkého vzduchu .....	126
4.3 Měrná hmotnost a měrný objem vlhkého vzduchu .....	128
4.4 Měrná tepelná kapacita vlhkého vzduchu .....	129
4.5 Entalpie vlhkého vzduchu .....	129
4.6 Mollierův i-x diagram vlhkého vzduchu .....	130
4.7 Změny stavu vlhkého vzduchu .....	132
4.7.1 Změny stavu vzduchu při $x = \text{konst}$ .....	133
4.7.2 Směšování dvou různých stavů vlhkého vzduchu .....	134
4.7.3 Vlhčení vlhkého vzduchu .....	136
4.7.3.1 Pračky vzduchu .....	137
4.8 Odpařování vody z vodní hladiny do vzduchu .....	139
5.0 Termomechanika procesu sušení .....	141

5.1 Význam zpracování produktů sušením .....	141
5.2 Vyjádření vlhkosti a průběhu sušení sušeného materiálu.....	141
5.3 Rovnovážná vlhkost a sorpční izotermy.....	143
5.4 Výpočet teoretické sušárny.....	145
5.4.1 Výpočet množství sušícího media teoretické sušárny .....	147
5.4.2 Výpočet množství tepelné energie teoretické sušárny.....	147
5.5 Znázornění teoretické sušárny v i-x diagramu .....	149
6.0 Termomechanika a termokinetika procesu spalování .....	152
6.1 Adiabatická spalná teplota.....	155
6.2 i – t diagram spalin .....	156
III. Termodynamika proudících plynů a par.....	159
1.0 Druhy proudění.....	159
1.1 Jednorozměrné proudění.....	159
1.2 Laminární a turbulentní proudění .....	159
1.3 Proudění adiabatické a izoentropické .....	161
1.4 Machovo číslo .....	162
1.5 Zákon o zachování hmoty a rovnice kontinuity .....	164
1.6 Zákon o zachování energie .....	165
1.7 Expanze plynu při proudění – výtoku tryskou a otvorem .....	168
1.7.1 Expanze při výtoku tryskou - nátrubkem .....	168
1.7.2 Expanze při výtoku otvorem v nádobě.....	170
IV. Termomechanika tepelných strojů .....	173
1.0 Porovnávací oběhy motorů.....	175
1.1 Porovnávací oběhy spalovacích motorů.....	175
1.1.1 Cyklus zážehových motorů .....	176
1.1.2 Rovnotlaký cyklus .....	178
1.1.3 Smíšený cyklus.....	180
1.2 Porovnávací oběhy turbin a proudových motorů .....	183
2.0 Kompresory .....	185
2.1 Princip činnosti kompresoru.....	186
2.2 Změny stavu kompresí v kompresoru .....	187
2.3 Kompresní práce kompresoru.....	188
2.3.1 Kompresní práce ideálního kompresoru.....	189
2.3.2 Kompresní práce skutečného kompresoru.....	190
2.4 Vícestupňový kompresor .....	191
2.5 Objemová účinnost skutečného kompresoru.....	194
2.6 Mechanická účinnost kompresoru ( $\eta_m$ ) .....	196
3.0 Chladicí oběhy .....	196
3.1 Ideální a skutečný chladicí oběh.....	197
3.2 Výpočet chladicího oběhu .....	198
3.3 Druhy chladících zařízení.....	199
3.3.1 Kompresorové chladící zařízení .....	200
3.3.2 Absorpční chladící zařízení .....	200
V. Termomechanika a termokinetika sdílení tepla.....	202
1.0 Druhy sdílení tepla .....	202
1.1 Vedení tepla v tělesech .....	202
1.2 Sdílení tepla prouděním.....	208
1.2.1 Bezrozměrná kritéria a jejich význam .....	212
1.2.2 Určení hodnoty součinitele přestupu tepla ( $\alpha$ ).....	214
1.3 Sdílení tepla sáláním.....	219

1.4 Prostup tepla .....	220
2.0 Výpočet výměníku tepla.....	223
2.1 Konvenční výměníky.....	223
2.2 Solární výměník - kolektor .....	228
Seznam literatury.....	235