

# Obsah

	Předmluva . . . . .	9
I.	ÚVODNÍ ČÁST . . . . .	11
1	Úvod . . . . .	11
2	Seznámek . . . . .	12
3	Účel a význam chladicí techniky . . . . .	14
4	Historie chladicí techniky . . . . .	16
4.1	Způsoby chlazení a zařízení . . . . .	16
4.2	Užití chladu . . . . .	19
5	Chladicí technika v ČSSR . . . . .	19
II.	PRACOVNÍ LÁTKY . . . . .	22
6	Druhy a základní vlastnosti chladiv . . . . .	22
6.1	Druhy chladiv . . . . .	22
6.2	Označování chladiv . . . . .	22
6.3	Požadavky na chladiva . . . . .	24
6.4	Bezpečnost při práci s chladivy . . . . .	27
7	Vlastnosti hlavních používaných chladiv . . . . .	30
7.1	Voda . . . . .	30
7.2	Čpavek . . . . .	30
7.3	Oxid uhličitý . . . . .	30
7.4	Uhlovodíky . . . . .	30
7.5	Halogenované uhlovodíky . . . . .	31
8	Vlastnosti binárních směsí . . . . .	33
9	Teplonosné látky . . . . .	37
9.1	Rozdělení a druhy . . . . .	37
9.2	Solanky . . . . .	38
10	Výpočtové podklady . . . . .	38
10.1	Tepelné vlastnosti . . . . .	38
10.2	Přenosové a jiné vlastnosti . . . . .	40
10.3	Výpočtové podklady pro jednotlivé látky . . . . .	41
III.	TERMODYNAMICKÉ ZÁKLADY STROJNÍHO CHLazenÍ . . . . .	63
11	Způsoby dosahování nízkých teplot . . . . .	63
12	Základní teorie chladicích oběhů . . . . .	64
13	Parní oběh . . . . .	67
13.1	Všeobecné pojmy . . . . .	67
13.2	Výparník . . . . .	69
13.3	Kompresor . . . . .	70
13.4	Škrtkový orgán . . . . .	71
13.5	Kondenzátor . . . . .	71
13.6	Podchlazovač . . . . .	72
13.7	Vicestupňová zapojení . . . . .	73
13.8	Kaskádní zapojení . . . . .	77
14	Proudový oběh . . . . .	78
14.1	Základní funkce a pojmy . . . . .	78
14.2	Pochod v ejektoru . . . . .	79
14.3	Výpočet termodynamických stavů . . . . .	81

15	Sorpční oběhy . . . . .	82
15.1	Všeobecné pojmy . . . . .	82
15.2	Jednostupňový absorpční oběh se čpavkem a vodou . . . . .	83
15.3	Difúzní oběh . . . . .	87
16	Plynové oběhy . . . . .	89
16.1	Oběhy v oblasti plynu . . . . .	89
16.2	Zkapalňovací oběhy . . . . .	92
17	Ostatní způsoby chlazení . . . . .	96
17.1	Vírová trubice . . . . .	96
17.2	Termoelektrické chlazení . . . . .	97
17.3	Adiabatické odmagnetování . . . . .	98
IV.	OBJEMOVÉ KOMPRESORY . . . . .	99
18	Druhy a uspořádání kompresorů . . . . .	99
18.1	Rozdělení kompresorů . . . . .	99
18.2	Kompresory s vratným pohybem pístu . . . . .	100
18.3	Kompresory membránové . . . . .	104
18.4	Kompresory rotační s jedním hřídelem . . . . .	105
18.5	Kompresory rotační se dvěma hřídeli . . . . .	106
19	Teorie pochodů v pístovém kompresoru . . . . .	108
19.1	Ideální kompresor . . . . .	108
19.2	Skutečný kompresor . . . . .	110
19.3	Dělení komprese do více stupňů . . . . .	114
20	Výpočet kompresoru . . . . .	115
20.1	Výpočet rozměrů pístového kompresoru . . . . .	115
20.2	Výpočet příkonu pístového kompresoru . . . . .	116
21	Regulace výkonosti pístových kompresorů . . . . .	118
21.1	Všeobecné pojmy . . . . .	118
21.2	Regulace zastavováním kompresoru . . . . .	119
21.3	Regulace změnou otáček . . . . .	120
21.4	Regulace zásahy vně stroje . . . . .	120
21.5	Regulace zásahy uvnitř stroje . . . . .	121
22	Zvláštnosti kompresorů pro jednotlivé látky . . . . .	122
22.1	Chladivové kompresory . . . . .	122
22.2	Kompresory plynové . . . . .	123
23	Príslušenství kompresorů . . . . .	123
23.1	Chladiče . . . . .	124
23.2	Odlučovače a filtry . . . . .	124
23.3	Sací filtry . . . . .	125
23.4	Vzdušníky . . . . .	125
V.	ČÁSTI CHLADICÍHO OKRUHU A KOMPRESOROVÝCH STANIC . . . . .	126
24	Výměníky tepla — všeobecné pojmy . . . . .	126
24.1	Tepelný výpočet . . . . .	126
24.1.1	Výpočet výměníku jako celku . . . . .	126
24.1.2	Turbulentní proudění v trubkách a kanálech . . . . .	131
24.1.3	Proudění napříč trubkovým svazkem . . . . .	131
24.2	Hydraulický výpočet . . . . .	134
24.3	Pevnostní výpočet . . . . .	137
25	Kondenzátory . . . . .	139
25.1	Rozdělení a druhy . . . . .	139
25.2	Sdílení tepla při kondenzaci . . . . .	141
25.2.1	Kondenzace s gravitačním odtokem kondenzátu . . . . .	141
25.2.2	Kondenzace uvnitř trubky . . . . .	141
25.3	Konstrukce a výpočet jednotlivých typů . . . . .	143
25.3.1	Prútočné kondenzátory . . . . .	143
25.3.2	Sprehové kondenzátory . . . . .	143
25.3.3	Odpáňovací kondenzátory . . . . .	144
25.3.4	Kondenzátory chlazené vzduchem . . . . .	145
26	Výparníky . . . . .	146
26.1	Rozdělení a druhy . . . . .	146
26.2	Sdílení tepla při varu . . . . .	147

26.3	Konstrukce a výpočet jednotlivých typů . . . . .	148
26.3.1	Kotlový ležatý výparník zaplavený . . . . .	148
26.3.2	Svazkový otevřený výparník . . . . .	149
27	Chladiče plynů . . . . .	150
27.1	Rozdělení chladičů plynů . . . . .	150
27.2	Tepelný výpočet . . . . .	150
27.3	Chladiče plynů v kompresorových stanicích . . . . .	155
27.3.1	Chladiče rekuperační . . . . .	155
27.3.2	Chladiče směšovací . . . . .	155
27.4	Chladiče vzduchu pro chladičí zařízení . . . . .	156
27.4.1	Chladiče pro přirozenou cirkulaci vzduchu . . . . .	156
27.4.2	Chladiče pro nucenou cirkulaci vzduchu . . . . .	157
27.4.3	Odstraňování námrazy . . . . .	158
27.4.4	Chladiče směšovací . . . . .	159
28	Pomočné výměníky a zařízení . . . . .	159
28.1	Podchlazovače kapalného chladiwa . . . . .	159
28.2	Sběrače kapalného chladiwa . . . . .	159
28.3	Středotlaké nádoby . . . . .	160
28.4	Odstraňování oleje z okruhu chladiwa . . . . .	161
28.5	Odstraňování vzduchu z okruhu chladiwa . . . . .	161
28.6	Odstraňování vlhkosti z okruhu chladiwa . . . . .	162
29	Potrubi a armatura . . . . .	163
29.1	Výpočet rozměrů . . . . .	163
29.2	Dispozice potrubí . . . . .	165
29.3	Konstrukce potrubí . . . . .	165
29.4	Rozvody stlačeného vzduchu . . . . .	166
29.5	Armatura . . . . .	166
30	Automatika chladičích zařízení . . . . .	167
30.1	Všeobecné pojmy . . . . .	167
30.2	Řízení výkonu zařízení . . . . .	167
30.3	Automatické řízení provozních funkcí . . . . .	168
30.4	Zabránění havarijním stavům . . . . .	169
31	Tepelné izolace . . . . .	169
<b>VI.</b>	<b>CHLADIČÍ ZAŘÍZENÍ JAKO CELKY . . . . .</b>	<b>172</b>
32	Stanovení základní koncepce zařízení . . . . .	172
32.1	Všeobecné pojmy . . . . .	172
32.2	Technická hlediska pro volbu druhu zařízení . . . . .	173
32.3	Ekonomická hlediska pro volbu druhu zařízení . . . . .	174
32.4	Volba chladičícího systému . . . . .	175
32.5	Uspořádání chladičícího zařízení . . . . .	179
33	Potřeba chladu a její krytí . . . . .	179
33.1	Chladičí výkon . . . . .	179
33.2	Doba provozu . . . . .	181
33.3	Výpočty zařízení jako celků . . . . .	181
34	Projektování strojoven a bezpečnostní předpisy . . . . .	183
34.1	Projektování strojoven . . . . .	183
34.2	Bezpečnostní předpisy . . . . .	184
35	Chladičí zařízení a tepelná čerpadla v energetickém hospodářství . . . . .	184
35.1	Způsoby zapojení . . . . .	184
35.2	Zvláštnosti netradičních zapojení . . . . .	187
<b>VII.</b>	<b>UŽITÍ CHLADU . . . . .</b>	<b>190</b>
36	Potravinářský průmysl . . . . .	190
36.1	Účel použití chladu . . . . .	190
36.2	Konzervace potravin chladem . . . . .	190
36.3	Chladičí řetěz . . . . .	195
36.4	Technologie výroby a zpracování potravin a nápojů . . . . .	199
37	Ostatní obory . . . . .	201
37.1	Chemický průmysl . . . . .	201
37.2	Klimatizace . . . . .	202
37.3	Výroba vodního ledu . . . . .	204

37.4	Výroba kapalného a tuhého CO <sub>2</sub> . . . . .	205
37.5	Zimní sporty . . . . .	207
37.6	Lékařství a biologie . . . . .	208
37.7	Strojírenská výroba . . . . .	209
37.8	Inženýrské stavby . . . . .	210
37.9	Zemědělská výroba . . . . .	211
38	Kryogenní oblast . . . . .	211
38.1	Oblast kapalného zemního plynu . . . . .	211
38.2	Oblast zkapalněného vzduchu . . . . .	213
38.3	Oblast vodíkových a heliových teplot . . . . .	215
38.4	Oblast milikelvinových teplot . . . . .	215
VIII.	PŘÍKLADY . . . . .	216
39	Výpočty oběhů . . . . .	216
39.1	Příklad 1 — Výpočet jednostupňového parního oběhu . . . . .	216
39.2	Příklad 2 — Výpočet dvoustupňového parního oběhu . . . . .	218
39.3	Příklad 3 — Výpočet absorpčního oběhu . . . . .	220
39.4	Příklad 4 — Výpočet proudového oběhu . . . . .	223
40	Výpočty kompresorů . . . . .	225
40.1	Příklad 5 — Výpočet pístového chladičového kompresoru . . . . .	225
40.2	Příklad 6 — Výpočet proudového kompresoru . . . . .	227
40.3	Příklad 7 — Výpočet pístového vzduchového kompresoru . . . . .	228
41	Výpočty chladicího zařízení a jeho částí . . . . .	232
41.1	Příklad 8 — Výpočet kondenzátoru . . . . .	232
41.2	Příklad 9 — Výpočet výparníku . . . . .	235
41.3	Příklad 10 — Výpočet tepelné izolace . . . . .	238
41.4	Příklad 11 — Chladicí zařízení jako celek . . . . .	241
	LITERATURA . . . . .	243
	REJSTRÍK . . . . .	244