

	Předmluva . . . . .	9
I.	<b>ZÁKLADNÍ POJMY</b> . . . . .	11
1	Seznam značek a symbolů . . . . .	11
1.1	Písmenové značky ve vzorcích a zkratky . . . . .	11
1.2	Grafické a písmenové značky ve schématech . . . . .	15
2	Netradiční energetika a její význam . . . . .	16
2.1	Rozdělení . . . . .	16
2.2	Význam a problematika tepelných čerpadel . . . . .	19
3	Historický vývoj a současný stav tepelných čerpadel . . . . .	22
4	Hodnocení hospodárnosti tepelných čerpadel . . . . .	24
4.1	Způsoby hodnocení . . . . .	24
4.2.	Hodnocení energetické . . . . .	24
4.2.1	Metodika hodnocení . . . . .	24
4.2.2	Topný faktor . . . . .	33
4.3	Hodnocení ekonomické . . . . .	36
4.3.1	Obecná hlediska . . . . .	36
4.3.2	Hodnocení z hlediska společenského . . . . .	37
4.3.3	Hodnocení z hlediska uživatele . . . . .	47
II.	<b>VÝPOČET A KONSTRUKCE TEPELNÝCH ČERPATEL</b> . . . . .	51
5	Chladiva . . . . .	51
5.1	Druhy a vlastnosti chladiv . . . . .	51
5.1.1	Druhy chladiv . . . . .	51
5.1.2	Vlastnosti chladiv . . . . .	51
5.1.3	Vlastnosti jednotlivých druhů chladiv . . . . .	57
5.2	Výpočtové podklady pro chladiva . . . . .	58
6	Parní oběh s jednosložkovým chladivem . . . . .	71
6.1	Základní uspořádání jednostupňového oběhu . . . . .	81
6.2	Varianty uspořádání oběhů . . . . .	74
6.2.1	Základní pojmy . . . . .	74
6.2.2	Podchlazení kapalného chladiva . . . . .	75
6.2.3	Přehřátí nasávaných par . . . . .	77
6.2.4	Zařazení výměníku před kondenzátor . . . . .	79
6.2.5	Zapojení vícestupňové a kaskádní . . . . .	80
6.3	Výpočty oběhů . . . . .	81
6.3.1	Výpočtové postupy . . . . .	81
6.3.2	Příklad č. 1 . . . . .	86
7	Oběh parní s dvousložkovým chladivem . . . . .	92

8	Kompresory . . . . .	96
8.1	Základní pojmy . . . . .	96
8.2	Pístové kompresory . . . . .	97
8.3	Šroubové kompresory . . . . .	103
8.4	Turbokompresory . . . . .	105
9	Výměníky tepla . . . . .	106
9.1	Obecné výpočty výměníků tepla . . . . .	106
9.1.1	Základní pojmy . . . . .	106
9.1.2	Tepelný výpočet výměníku jako celku . . . . .	107
9.1.3	Součinitel prostupu tepla . . . . .	108
9.1.4	Hydraulický výpočet . . . . .	114
9.2	Přestup tepla a průtočné odpory pro typické příklady . . . . .	114
9.2.1	Turbulentní proudění v kanálech . . . . .	114
9.2.2	Proudění kolmo na svazek hladkých rovnoběžných trubek . . . . .	116
9.2.3	Proudění kolmo na svazek rovnoběžných, příčně žebrovaných trubek . . . . .	119
9.2.4	Blánová kondenzace s gravitačním odtokem kondenzátu . . . . .	120
9.2.5	Blánová kondenzace bez gravitačního odtoku kondenzátu . . . . .	122
9.2.6	Bublinový var na ploše ponořené ve vroucí kapalině . . . . .	123
9.2.7	Var při dvoufázovém proudění . . . . .	123
9.3	Teplosměnné plochy . . . . .	126
9.3.1	Proudění tekutiny kolmo na trubkový svazek . . . . .	126
9.3.2	Proudění tekutin uvnitř trubek . . . . .	127
9.3.3	Var a kondenzace . . . . .	128
9.4	Konstrukce výměníků tepla . . . . .	129
9.4.1	Základní konstrukční koncepce . . . . .	129
9.4.2	Kondenzátory . . . . .	135
9.4.3	Výparníky . . . . .	135
9.4.4	Další výměníky . . . . .	136
10	Konstrukce jednotek . . . . .	137
10.1	Koncepční řešení . . . . .	137
10.2	Vyráběné a připravované typy . . . . .	138
11	Sorpční tepelná čerpadla . . . . .	149
11.1	Základní údaje . . . . .	149
11.2	Absorpční tepelná čerpadla . . . . .	151
11.3	Resorpční tepelná čerpadla . . . . .	155
11.4	Sorpční tepelné transformátory . . . . .	156
12	Tepelná čerpadla jiných principů . . . . .	159
12.1	Paroproudá tepelná čerpadla . . . . .	159
12.2	Plynová tepelná čerpadla . . . . .	163
12.3	Termoelektrické tepelné čerpadlo . . . . .	166
III.	PROJEKTOVÁNÍ SYSTÉMŮ S TEPELNÝMI ČERPADLY . . . . .	169
13	Vazby mezi zdrojem a odběrem tepla . . . . .	169
13.1	Obecné závislosti . . . . .	169
13.2	Řešení vazeb . . . . .	171
13.2.1	Bivalence . . . . .	171
13.2.2	Akumulace tepla . . . . .	173
13.2.3	Stabilizace teploty a odvod přebytečného tepla . . . . .	174
13.2.4	Systém zpětného získávání tepla . . . . .	177

14	Vnitřní vazby v otopném systému . . . . .	179
14.1	Otopná plocha . . . . .	179
14.2	Spotřeba tepla za otopnou sezónu . . . . .	184
14.3	Stanovení bivalentního bodu . . . . .	185
15	Vazby tepelného čerpadla se systémem zpětného získávání tepla . . . . .	188
15.1	Systémy zpětného získávání tepla . . . . .	188
15.1.1	Základní pojmy . . . . .	188
15.1.2	Systém s jedním rekuperačním výměníkem . . . . .	188
15.1.3	Systém se dvěma rekuperačními výměníky a teplotonosnou kapalinou . . . . .	189
15.1.4	Systém s tepelnými trubicemi . . . . .	191
15.1.5	Systém se směšovacími výměníky . . . . .	196
15.1.6	Systém s regeneračním výměníkem . . . . .	196
15.2	Hodnocení systémů zpětného získávání tepla . . . . .	198
15.2.1	Hodnocení podle uspořené tepla . . . . .	198
15.2.2	Hodnocení podle uspořené energie . . . . .	198
15.2.3	Hodnocení podle uspořené nákladů . . . . .	299
15.3	Zapojení systémů zpětného získávání tepla do tepelných čerpadel . . . . .	202
16	Zdroje tepla . . . . .	203
16.1	Venkovní vzduch . . . . .	203
16.2	Sluneční záření . . . . .	210
16.3	Půda . . . . .	216
16.4	Podzemní voda . . . . .	221
16.5	Povrchová voda . . . . .	222
16.6	Geotermální vody . . . . .	223
17	Akumulace tepla . . . . .	224
17.1	Účel a principy akumulátorů . . . . .	224
17.2	Využití citelného tepla . . . . .	225
17.2.1	Akumulace tepla do vody . . . . .	225
17.2.2	Akumulace tepla do půdy . . . . .	227
17.2.3	Akumulace tepla do šterku . . . . .	228
17.3	Využití skupenského tepla . . . . .	228
17.4	Využití chemických reakcí . . . . .	229
17.5	Využití adsorpčního tepla . . . . .	231
17.6	Porovnání různých způsobů akumulace tepla . . . . .	232
18	Pohony tepelných čerpadel . . . . .	235
19	Odpadní teplo jako poháněcí energie . . . . .	238
19.1	Využití pro přečerpání tepla . . . . .	238
19.2	Využití pro výrobu elektrické energie . . . . .	240
20	Využívání odpadních tepel chladicích zařízení a kompresorů . . . . .	243
20.1	Druhy a zásady využívání . . . . .	243
20.2	Množství využitelného tepla . . . . .	245
20.3	Výměníky tepla . . . . .	247
20.4	Příklady využívání odpadních tepel . . . . .	251
21	Čerpadla a ventilátory . . . . .	256
22	Tepelné izolace . . . . .	259
22.1	Základní pojmy . . . . .	259
22.2	Tepelněizolační materiály . . . . .	259
22.3	Tepelný výpočet . . . . .	261

23	Bezpečnostní a hygienické předpisy . . . . .	264
23.1	Základní pojmy . . . . .	264
23.2	Československé státní normy . . . . .	265
23.3	Předpisy a nařízení . . . . .	266
IV.	UŽITÍ TEPELNÝCH ČERPADEL . . . . .	269
24	Tepelné čerpadlo v otopném systému . . . . .	269
25	Příprava teplé užitkové vody . . . . .	284
26	Příklad určení úspor dosažitelných použitím tepelného čerpadla nebo využitím odpadního tepla z chladicího zařízení . . . . .	291
26.1	Tepelné čerpadlo v systému vytápění a přípravy TUV v rodinném domku . . . . .	291
26.2	Využití odpadního tepla z chladicího zařízení pro účely vytápění . . . . .	296
27	Klimatizace . . . . .	299
28	Sušení . . . . .	302
29	Ostatní použití . . . . .	307
29.1	Dělení směsí . . . . .	307
29.2	Sportovní a tělovýchovná zařízení . . . . .	310
29.2.1	Areály s umělými kluzišti . . . . .	310
29.2.2	Otevřené plavecké bazény . . . . .	312
29.2.3	Kryté plavecké bazény . . . . .	314
29.3	Zemědělství a potravinářství . . . . .	316
29.3.1	Chladírny, mrazírny, sklady . . . . .	316
29.3.2	Potravinářská výroba . . . . .	318
29.3.3	Živočišná výroba . . . . .	320
29.3.4	Rostlinná výroba . . . . .	323
29.4	Ostatní obory . . . . .	327
29.4.1	Dřevařský průmysl . . . . .	327
29.4.2	Průmysl stavebních dělů . . . . .	329
29.4.3	Ostatní obory . . . . .	329
	Literatura . . . . .	330
	Rejstřík . . . . .	337