

OBSAH

	Předmluva	9
I.	ZÁKLADNÍ POJMY	11
1	Seznam značek a symbolů	11
1.1	Písmenové značky ve vzorcích a zkratkách	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.	VÝPOČET A KONSTRUKCE TEPELNÝCH ČERPATEL	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 trubiciemi	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 štěrku	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