

# Obsah

	<b>ZOZNAM HLAVNÝCH SYMBOLOV</b> . . . . .	9
	<b>ÚVOD</b> (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .	11
<b>I</b>	<b>TERMODYNAMICKÉ ZÁKLADY TEPELNÝCH ČERPADIEL</b> (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .	13
1.1	Podmienky využitia tepelných čerpadiel . . . . .	13
1.2	Základné poznatky o tepelných čerpadlách . . . . .	17
1.3	Porovnávacie obehы tepelných čerpadiel . . . . .	20
1.3.1	Carnotov porovnávací obeh tepelného čerpadla . . . . .	21
1.3.2	Lorenzov porovnávací obeh tepelného čerpadla . . . . .	22
1.3.3	Porovnávací C-Rankinov obeh kompresorového tepelného čerpadla . . . . .	24
1.3.4	Rovnotlakový porovnávací obeh tepelného čerpadla . . . . .	30
1.3.5	Energetické hodnotenie tepelných čerpadiel . . . . .	31
1.3.6	Exergetické hodnotenie tepelných čerpadiel . . . . .	34
1.4	Pracovné látky tepelných čerpadiel . . . . .	37
1.4.1	Druhy a vlastnosti pracovných látok tepelných čerpadiel . . . . .	37
1.4.2	Výpočtové podklady pracovných látok tepelných čerpadiel . . . . .	41
1.4.3	Spracovanie výpočtových podkladov s použitím výpočtovej techniky . . . . .	42
1.4.4	Výkonové čísla kompresorových tepelných čerpadiel . . . . .	45
1.4.5	Vplyv izoentropickej účinnosti kompresora na výkonové čísla tepelných čerpadiel . . . . .	47
1.4.6	Analýza základných vplyvov na určenie výkonových čísel tepelných čerpadiel (Doc. Ing. V. Havelský, CSc.) . . . . .	50
1.5	Tepelné motory a tepelné čerpadlá (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .	54
1.5.1	Spojenie Carnotových porovnávacích obehov tepelného čerpadla a tepelného motora . . . . .	54
1.5.2	Tepelné čerpadlá a tepelné motory s otvoreným obehom . . . . .	57
1.5.3	Tepelné čerpadlá a tepelné motory s uzavretým obehom . . . . .	59
1.6	Sorpčné tepelné čerpadlá . . . . .	61
1.7	Iné typy tepelných čerpadiel . . . . .	65
1.7.1	Termoelektrické tepelné čerpadlá . . . . .	65
1.7.2	Tepelné čerpadlá s paroprúdovým obehom . . . . .	66
1.7.3	Tepelné čerpadlá pracujúce so Stirlingovým obehom . . . . .	71
1.8	Transformácia energetických tokov tepelnými čerpadlami . . . . .	71

1.8.1	Carnotove porovnávacie obehы v procese transformácie energetických tokov . . .	71
1.8.2	Návrh systému zapojenia tepelných čerpadiel . . . . .	78
<b>2</b>	<b>ZDROJE NÍZKOTEPLOTNEJ ENERGIE (Doc. Ing. V. Havel'ský, CSc.) . . .</b>	<b>82</b>
2.1	Prírodné zdroje . . . . .	84
2.1.1	Vzduch . . . . .	85
2.1.2	Povrchové a spodné vody . . . . .	88
2.1.3	Geotermálne vody (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .	90
2.1.3.1	Definícia geotermálnych vôd . . . . .	90
2.1.3.2	Využitelný energetický potenciál geotermálnych vôd . . . . .	92
2.1.3.3	Podmienky využitia geotermálnych vôd na Slovensku <sup>1)</sup> . . . . .	93
2.1.4	Pôda (Doc. Ing. V. Havel'ský, CSc.) . . . . .	95
2.1.5	Slnčné žiarenie . . . . .	97
2.1.5.1	Určenie skutočného množstva energie získanej zo slnečného kolektora . . . . .	99
2.1.5.2	Systémy tepelných čerpadiel s využitím slnečnej energie . . . . .	101
2.2	Druhotné zdroje . . . . .	104
2.3	Akumulácia tepla . . . . .	106
2.3.1	Použitie akumulácie tepla v systéme tepelného čerpadla . . . . .	108
2.3.1.1	Návrh akumulátora tepla . . . . .	112
<b>3</b>	<b>EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ TEPELNÝCH ČERPADIEL (Doc. Ing. V. Havel'ský, CSc.) . . . . .</b>	<b>116</b>
3.1	Súčasná energetická situácia a perspektívy jej vývoja . . . . .	118
3.2	Technicko-ekonomické hodnotenie tepelných čerpadiel . . . . .	119
3.2.1	Hodnotenie palivovoenergetickej úspory . . . . .	120
3.2.2	Hodnotenie ekonomickej efektívnosti . . . . .	125
3.2.3	Výpočet technicko-ekonomických parametrov použitia tepelných čerpadiel pre vykurovanie . . . . .	126
3.3	Tepelné čerpadlá a vykurovacie systémy z hľadiska exergetického hodnotenia . . .	129
<b>4</b>	<b>KOMPONENTY TEPELNÝCH ČERPADIEL (Doc. Ing. Havel'ský, CSc.) . . .</b>	<b>135</b>
4.1	Kompresory . . . . .	135
4.1.1	Požiadavky na kompresory v systéme tepelného čerpadla . . . . .	135
4.1.2	Typy kompresorov — ich hodnotenie z hľadiska použitia v tepelných čerpadlách	137
4.1.2.1	Piestové kompresory . . . . .	138
4.1.2.2	Rotačné kompresory . . . . .	140
4.1.2.3	Rýchlostné kompresory . . . . .	143
4.1.3	Vplyv reálnych procesov v kompresore na hodnotu výkonového čísla tepelného čerpadla . . . . .	145
4.1.4	Návrh piestového kompresora pre tepelné čerpadlo . . . . .	146
4.2	Výmenníky tepla (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .	150
4.2.1	Všeobecne o výmenníkoch tepla . . . . .	150
4.2.2	Tepelno-hydraulický výpočet výmenníkov tepla . . . . .	153
4.3	Automatizácia, riadenie a zabezpečovanie prevádzky tepelných čerpadiel (Ing. B. Fúri) . . . . .	157

4.3.1	Expanzné prístroje . . . . .	158
4.3.2	Bezpečnostné armatúry . . . . .	163
4.3.3	Ďalšie bezpečnostné zariadenia . . . . .	166
4.3.4	Automatické riadenie a prevádzkovanie tepelných čerpadiel . . . . .	167
4.3.5	Úlohy automatickej regulácie vykurovacích systémov s tepelnými čerpadlami . . . . .	173
4.3.6	Riešenie úloh regulácie vykurovacích systémov s tepelnými čerpadlami . . . . .	175
<b>5</b>	<b>PRAKTICKÉ APLIKÁCIE (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .</b>	<b>178</b>
5.1	Vykurovacie systémy s tepelnými čerpadlami . . . . .	178
5.1.1	Základné typy vykurovacích systémov s tepelnými čerpadlami . . . . .	178
5.1.2	Hodnotenie vykurovacích systémov s tepelnými čerpadlami . . . . .	180
5.2	Súčasný stav vo vývoji a výrobe tepelných čerpadiel (Ing. B. Fúri) . . . . .	186
5.2.1	Vývoj tepelných čerpadiel v Československu . . . . .	186
5.2.1.1	Výhľady potrieb, očakávané energetické prínosy . . . . .	186
5.2.1.2	Výroba a aplikácia tepelných čerpadiel . . . . .	187
5.2.1.3	Ďalší vývoj tepelných čerpadiel v ČSSR . . . . .	196
5.2.2	Vývoj tepelných čerpadiel v NDR . . . . .	196
5.2.3	Vývoj tepelných čerpadiel v ZSSR . . . . .	200
5.2.4	Kompresorové tepelné čerpadlá s tepelným motorom (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .	206
5.2.5	Absorpčné tepelné čerpadlá (Ing. B. Fúri) . . . . .	215
5.2.6	Tepelné čerpadlá veľkých výkonov . . . . .	218
5.2.7	Perspektívne vývojové oblasti . . . . .	221
5.2.7.1	Tepelné čerpadlá na báze Stirlingovho regeneračného obehu (Doc. Ing. V. Havelský, CSc.) . . . . .	222
5.3	Odporúčanie k aplikáciám tepelných čerpadiel (Ing. B. Fúri) . . . . .	225
5.3.1	Kombinované vykurovanie a chladenie . . . . .	226
5.3.2	Technologické podmienky vhodné na použitie tepelných čerpadiel . . . . .	230
5.4	Oblasti použitia tepelných čerpadiel . . . . .	236
5.4.1	Priemyselné aplikácie . . . . .	237
5.4.1.1	Separácia Zmesí látok ohrievaním . . . . .	237
5.4.1.2	Sušenie a vysušovanie vzduchu . . . . .	241
5.4.1.3	Priemyselné objekty s klimatizáciou . . . . .	244
5.4.2	Poľnohospodárstvo a potravinársky priemysel . . . . .	244
5.4.2.1	Chladenie a chladiarenské skladovanie . . . . .	244
5.4.2.2	Živočíšna a rastlinná výroba . . . . .	251
5.4.3	Komunálne objekty . . . . .	254
5.4.3.1	Veľké objekty s klimatizáciou . . . . .	254
5.4.4	Rodinné domy . . . . .	262
5.4.5	Rekreačno-turistické centrá a kúpaliská (Ing. K. Mečárik, CSc.) . . . . .	267
5.4.5.1	Možnosti využitia tepelných čerpadiel v rekreačno-turistických areáloch . . . . .	267
5.4.5.2	Výpočtové podklady pre návrhy a projekciu vykurovacích systémov pre otvorené bazény . . . . .	267
5.4.5.3	Príklady energocentrál areálov kúpalísk . . . . .	272
5.5	Geotermálne tepelné centrály . . . . .	276
5.5.1	Všeobecné zásady navrhovania a projekcie geotermálnych tepelných centrál . . . . .	276
5.5.2	Geotermálna tepelná centrála s doplnkovým zdrojom tepla . . . . .	277
5.5.3	Geotermálna tepelná centrála s kompresorovými tepelnými čerpadlami s plynovým motorom . . . . .	279

5.5.4	Geotermálna tepelná centrála bez doplnkových zdrojov tepla . . . . .	279
5.5.5	Príklad matematického modelovania geotermálnej tepelnej centrálly . . . . .	282
	<b>LITERATÚRA</b> . . . . .	289
	<b>REGISTER</b> . . . . .	326