

	Úvod .....	5
1	Zdroje a spotreba energie .....	7
1.1	Zdroje energie .....	7
1.2	Energetická situácia v ČSSR a v štátoch RVHP..	9
1.3	Energetické charakteristiky a merná spotreba energie .....	11
1.4	Energetické zdroje hutí .....	12
2	Základné pojmy a vzťahy v tepelnej technike...	14
2.1	Základné pojmy .....	14
2.2	Základné plynové zákony .....	17
2.3	Zmesi plynov .....	24
2.4	Špecifická tepelná kapacita .....	26
2.5	Entalpia .....	28
2.6	Vlhkosť plynov .....	30
3	Meracie prístroje .....	32
3.1	Meracie prístroje na meranie teplôt .....	33
3.1.1	Dilatačné teplomery .....	33
3.1.2	Odporové teplomery .....	36
3.1.3	Termoelektrické teplomery (termočlánky).....	38
3.1.4	Radiačné teplomery (žiarivé, bezkontaktné)....	38

3.2	Meracie prístroje na meranie tlaku .....	43
3.2.1	Deformačné tlakomery .....	43
3.2.2	Tlakomery so silovým účinkom .....	46
3.2.3	Hydrostatické (diferenčné) tlakomery .....	48
3.3	Meracie prístroje na meranie množstva (prietoku) .....	51
3.4	Prístroje na meranie vlhkosti .....	58
3.5	Meracie prístroje na analýzu plynov .....	60
3.5.1	Chemické analyzátory .....	61
3.5.2	Fyzikálne (elektrické) analyzátory .....	62
3.5.3	Infračervené analyzátory .....	63
4	Palivá .....	65
4.1	Základné zdroje tepelnej energie v priemysle..	65
4.1.1	Prvotné zdroje .....	65
4.1.2	Elektrická energia .....	70
4.1.3	Jadrová energia .....	73
4.1.4	Slnečná energia .....	74
4.2	Vlastnosti palív .....	75
4.2.1	Chemické zloženie .....	75
4.2.2	Výhrevnosť paliva .....	76
4.2.3	Vlhkosť paliva .....	78
4.2.4	Obsah prchavých látok .....	79
4.2.5	Obsah popola .....	80
4.2.6	Teplota vzplanutia .....	81
4.2.7	Porovnávanie palív .....	81
4.2.8	Zmeny vlastností palív pri ohrievaní .....	82
4.3	Spaľovanie palív .....	83
4.3.1	Spaľovanie plynných palív .....	84
4.3.2	Spaľovanie tuhých palív .....	87
4.3.3	Spaľovanie kvapalných palív .....	88
4.3.4	Difúzny a kinetický spôsob horenia .....	89

4.3.5	Výpočet teoretického množstva kyslíka s vzduchu na spaľovanie .....	91
4.3.6	Určenie skutočnej spotreby vzduchu na spaľovanie .....	92
4.3.7	Stanovenie množstva spalín .....	95
4.3.8	Kontrola spaľovacieho procesu .....	96
4.3.9	Spaľovacia teplota .....	98
4.4	Zušľachtovanie palív .....	104
4.5	Oceňovanie palív .....	107
4.6	Uskladňovanie a rozvody vykurovacích plynov a olejov .....	110
4.6.1	Uskladňovanie a rozvody vykurovacích plynov..	110
4.6.2	Uskladňovanie a rozvody vykurovacích olejov..	113
4.7	Výpočet spotreby vzduchu a množstva spalín...	114
5	Základy prúdenia plynu v pecných systémoch...	122
5.1	Základné vzťahy .....	122
5.2	Základy teórie prúdenia plynu .....	124
5.2.1	Rozloženie rýchlosti pri prúdení potrubím...	126
5.2.2	Rovnice prúdenia plynov .....	128
5.3	Straty tlaku pri prúdení v pecných systémoch .....	129
5.3.1	Straty tlaku v dôsledku trenia .....	130
5.3.2	Straty tlaku miestnymi odpormi .....	132
5.3.3	Straty tlaku pri prekonávaní geometrického tlaku .....	134
5.4	Praktické prípady prúdenia plynu .....	135
5.4.1	Prúdenie plynov otvormi .....	135
5.4.2	Prúdenie plynov v peciach .....	137
5.4.3	Odvod spalín z priemyselných pecí .....	139
5.5	Recirkulácia plynu .....	143

6	Základy prestupu tepla .....	146
6.1	Základné pojmy a druhy prestupu tepla .....	146
6.2	Prestup tepla vedením .....	149
6.2.1	Ustálené (stacionárne) šírenie tepla vedením .....	149
6.2.1.1	Prestup tepla vedením rovnou stenou .....	150
6.2.1.2	Prestup tepla vedením zloženou (viacvrst- vovou) stenou .....	151
6.2.1.3	Prestup tepla vedením valcovou stenou .....	153
6.2.2	Neustálené (nestacionárne) šírenie tepla vedením .....	155
6.2.2.1	Prestup tepla vedením nekonečnou doskou ...	156
6.3	Prestup tepla prúdením (konvekciou) .....	158
6.3.1	Prestup tepla pri voľnom prúdení .....	162
6.3.2	Prestup tepla pri nútenom prúdení .....	163
6.3.2.1	Prestup tepla prúdením pri obtekaní dosky..	163
6.3.2.2	Prestup tepla prúdením v rúrach a kanáloch	164
6.3.2.3	Prestup tepla prúdením do zväzku rúr .....	166
6.3.2.4	Prestup tepla prúdením pri priečnom obteka- ní rúry .....	167
6.4	Prenos tepla sálaním .....	169
6.4.1	Zákony, ktoré platia pri sálaní telies.....	171
6.4.2	Sálanie tepla medzi dvoma telesami .....	175
6.4.3	Straty tepla sálaním .....	177
6.4.4	Sálanie plynmi .....	178
6.4.5	Sálavosť plameňa .....	180
6.5	Kombinovaný prenos tepla .....	181
6.5.1	Prestup tepla prúdením a sálaním .....	182
6.5.2	Prestup tepla vedením a prúdením (prechod tepla) .....	184
6.5.2.1	Prestup tepla jednoduchou valcovou stenou..	185
6.5.2.2	Výmenníky tepla .....	187

6.6	Cvičenie: Výpočet množstva tepla prenášaného kombinovaným spôsobom .....	188
7	Ohrievanie a ochladzovanie kovov .....	193
7.1	Fyzikálne vlastnosti kovov pri rôznych teplotách .....	193
7.2	Prenos tepla v pracovnom priestore pece ....	198
7.2.1	Vonkajší prestup tepla v pracovnom priestore pece .....	198
7.2.2	Vnútorňý prestup tepla v pracovnom priestore pece .....	201
7.3	Ohrievanie jednotlivých druhov telies .....	202
7.3.1	Ohrievanie tenkých telies .....	202
7.3.2	Ohrievanie masívnych telies .....	204
7.4	Režim ohrievania kovov .....	208
7.5	Technologické zásady ohrievania kovov .....	212
7.5.1	Dovolená rýchlosť ohrievania .....	213
7.5.2	Konečná teplota materiálu pri ohrievaní ....	215
7.5.3	Prípustná teplota pece .....	216
7.5.4	Voľba režimu ohrievania .....	217
7.5.5	Uloženie materiálu v peci .....	218
7.6	Oxidácia kovov pri ohrievaní .....	219
7.7	Ochrana kovov pre zakujnením pri ohrievaní..	221
7.7.1	Ochraňovanie materiálu pred oxidáciou zlepšením tepelnej práce pece .....	221
7.7.2	Ohrievanie materiálu v špeciálnych zariadeniach alebo špeciálnymi postupmi .....	223
7.8	Približné výpočty času a rýchlosti ohrievania materiálu .....	225
7.9	Cvičenie: Výpočet času a rýchlosti ohrievania materiálu a množstva pecných okovín ....	228

8	Priemyselné pece .....	237
8.1	Materiály na stavbu pecí .....	237
8.1.1	Vlastnosti žiaruvzdorných materiálov ....	237
8.1.2	Druhy žiaruvzdorných materiálov .....	240
8.1.3	Uskladnenie žiaruvzdorných materiálov ...	247
8.2	Zloženie priemyselných pecí .....	247
8.2.1	Základné pojmy .....	247
8.2.2	Stavebné časti pecí .....	249
8.2.3	Vykurovací systém .....	254
8.2.3.1	Horáky na plynné palivo .....	255
8.2.3.2	Horáky na kvapalné palivo .....	260
8.2.4	Výmenníky tepla .....	268
8.2.4.1	Ohrievače vetra (Cowperove ohrievače) ...	276
8.3	Typy priemyselných pecí .....	277
8.3.1	Rozdelenie priemyselných pecí .....	277
8.3.2	Vysoká pec .....	280
8.3.3	Kuplové pece .....	283
8.3.4	Siemensove-Martinove pece .....	286
8.3.5	Tandemové pece .....	290
8.3.6	Konvertory .....	291
8.3.7	Miešače .....	294
8.3.8	Taviace pece používané v zlievárňach.....	297
8.3.9	Ohrievacie pece .....	301
8.3.10	Pece na tepelné spracovanie .....	308
8.3.11	Automatizácia priemyselných pecí .....	312
8.3.11.1	Základné pojmy automatizovaného systému..	312
8.3.11.2	Automatizácia vysokopecného procesu.....	313
8.3.11.3	Automatizácia Siemensovho-Martinovho procesu .....	317
8.3.11.4	Automatizácia ohrevu v hlbínnej peci.....	319
8.3.11.5	Automatizácia narážacích pecí .....	322
8.3.11.6	Automatizácia výroby ocele v kyslíkovom konvertore .....	324

8.3.12	Zásady bezpečnosti pri práci pri priemysel- ných peciach .....	325
9	Tepelná bilancia .....	329
9.1	Bilancovanie vykurovacích palív .....	329
9.2	Tepelné bilancie priemyselných pecí .....	330
9.3	Stanovenie základných veličín tepelnej bilancie pece .....	331
9.3.1	Veličiny privedeného tepla do pece .....	331
9.3.2	Veličiny spotreby (výdaja) tepla v peci.....	333
9.4	Stanovenie spotreby paliva .....	343
9.5	Účinnosť pece .....	344
9.6	Cvičenie: Stanovenie tepelnej bilancie priemyselnej pece .....	346
10	Druhotné energetické zdroje .....	358
10.1	Charakteristika a možnosti využitia .....	358
10.2	Využitie citeľného (fyzikálneho) tepla odchádzajúcich spalín .....	360
10.3	Typy chladenia priemyselných pecí .....	363
10.4	Využitie citeľného tepla žeravého kovu.....	370
10.5	Využitie citeľného tepla žeravej trosky.....	372
10.6	Využitie citeľného tepla žeravého koksu.....	374
	Prehľad použitých matematických vzťahov.....	378
	Literatúra .....	386