

ÚVOD	3
I. VONKAJŠIA VÝMENA TEPLA V PRACOVNOM PRIESTORE PECÍ	4
I.1 Sálavý režim	5
I.1.1 Rovnomerný sálavý režim	6
I.1.2 Usmernený priamy sálavý režim	7
I.1.3 Usmernený nepriamy sálavý režim	7
I.1.4 Bilancia tepelných tokov	8
I.1.4.1 Bilancia tepelných tokov na povrchu ohrievaného mate- riálu	8
I.1.4.2 Bilancia tepelných tokov na povrchu vymurovky	10
I.1.5 Výsledná rovnica vonkajšieho prestupu tepla	11
I.1.6 Graficko-analytické riešenie vonkajšieho prestupu tepla .	15
I.1.7 Oblasť použitia sálavých režimov	17
I.1.7.1 Oblasť použitia rovnomerného sálavého režimu	17
I.1.7.2 Oblasť použitia usmerneného priameho sálavého režimu ..	18
I.1.7.3 Oblasť použitia usmerneného nepriameho sálavého režimu	19
I.1.8 Palivo a spôsoby spaľovania u sálavých režimov	20
I.2 Konvektívny režim	21
I.2.1 Určenie súčiniteľa prestupu tepla konvekciou	23
I.2.2 Prírodná konvekcia	28
I.2.3 Nútená konvekcia	31
I.2.4 Stredný rozdiel teplôt pri konvektívnom režime	36
I.2.5 Graficko-analytické riešenie konvekčnej zložky	39
I.2.6 Príbližný výpočet vonkajšieho tepelného toku	41
I.2.7 Prenos tepla prúdením v kvapalnom prostredí	42
I.2.8 Ochladzovanie vsádzky na vzduchu	46
I.2.9 Oblasť použitia konvektívneho režimu	48
I.2.10 Metódy spaľovania paliva pri konvektívnom režime	50
I.3 Pohyb tepla vo vrstve vsádzky	52
I.3.1 Pohyb tepla v súdržnej vrstve vsádzky	53
I.3.1.1 Oblasť použitia výmeny tepla v súdržnej vrstve vsádzky	60
I.3.2 Pohyb tepla vo fluidnej vrstve	64
I.3.2.1 Niektoré základné poznatky o fluidnej vrstve	64
I.3.2.2 Výmena tepla vo vnútri fluidnej vrstvy	69
I.3.2.3 Výmena tepla medzi fluidnou vrstvou a ochraničujúcim ju povrchom	72
I.3.2.4 Výpočet výmeny tepla vo fluidnej vrstve	73
I.3.2.5 Oblasť použitia výmeny tepla vo fluidnej vrstve	75
I.3.3 Pohyb tepla vo vznose	77
I.3.3.1 Oblasť použitia pecí vo vznose	86
I.4 Proces sušenia	87

I.4.1	Výmena tepla v sušiacom procese	90
I.4.1.1	Stanovenie rýchlosti sušenia v prvej perióde sušenia	90
I.4.1.2	Stanovenie konečnej rýchlosti sušenia v druhej perióde sušenia	92
I.4.1.3	Vplyv tvaru sušeného materiálu na dobu a priebeh sušenia	93
I.4.3	Oblasť použitia sušiaceho procesu	95
I.5	Pohyb tepla v elektrických peciach	97
I.5.1	Klasifikácia elektrických pecí podľa spôsobu prevodu elektrickej energie na teplo	97
I.5.2	Výmena tepla v odporových elektrických peciach	98
I.5.2.1	Výmena tepla v elektrických odporových peciach	100
I.5.2.1.a	Výmena tepla v ohrievacích peciach nepriameho režimu	100
I.5.2.1.b	Výmena tepla u elektrických odporových taviacich pecí nepriameho ohrevu	103
I.5.2.1.c	Výmena tepla u elektrických odporových pecí priameho režimu	104
I.5.2.2	Výmena tepla v elektrických oblúkových peciach	105
I.5.2.2.a	Elektrické oblúkové pece priameho režimu	106
I.5.2.2.b	Oblúkové elektrické pece nepriameho režimu	108
I.5.2.3	Indukčný a dielektrický ohrev	109
I.5.2.3.a	Indukčné pece so železným jadrom	110
I.5.2.3.b	Indukčné pece bez železného jadra	111
I.5.2.3.c	Dielektrický ohrev	112
II.	VNÚTORNÁ VÝMENA TEPLA	113
II.1	Ohrev a ochladzovanie telies	113
II.1.1	Symetria ohrevu	115
II.1.2	Ohrev tenkých telies	116
II.1.2.1	Ohrev tenkých telies pri konštantnej teplote pece ..	116
II.1.3	Ohrev masívnych telies	120
III.	HORÁKY	138
III.1	Výpočet horáka	139
III.2	Horáky na plynne palivo	143
III.2.1	Horáky bez predzmiešavania	143
III.2.1.1	Horáky súpruďé	143
III.2.1.2	Horáky polovírivé	144
III.2.1.3	Horáky vírivé	145
III.2.1.4	Horáky pre ohrievače vetra	146
III.2.2	Horáky s predzmiešavaním	148

III.2.2.1 Horáky injektorové	148
III.2.2.2 Horáky s radiálnym šírením plameňa	149
III.2.2.3 Sálavé horáky	152
III.2.2.4 Impulzné horáky	153
III.2.3 Sálavé rúrky	155
III.3 Horáky na kvapalné palivá	157
III.3.1 Horáky s mechanickým rozprašovaním	158
III.3.2 Horáky s roprašovaním pomocou prúdiaceho média ...	158
III.3.2.1 Horáky vysokotlaké	158
III.3.2.2 Horáky nízkotlaké	160
III.3.3 Splyňovacie olejové horáky	161
IV. ŽIARUVZDORNÉ MATERIÁLY PRE STAVBU PECÍ	163
IV.1 Vlastnosti žiaruvzdorných materiálov	165
IV.1.1 Žiaruvzdornosť	165
IV.1.2 Odolnosť proti deformáciám v žiari pri zatažení	165
IV.1.3 Špecifická tepelná vodivosť λ	167
IV.1.4 Špecifická tepelná kapacita c	168
IV.1.5 Tepelná dĺžková rozťažnosť	168
IV.1.6 Dodatočné lineárne zmeny v žiari DZ	169
IV.1.7 Odolnosť voči treskám	170
IV.1.8 Odolnosť proti oteru	170
IV.1.9 Odolnosť proti náhlym zmenám teplôt	171
IV.1.10 Pevnosť v tlaku	171
IV.1.11 Pevnosť v ťahu	172
IV.1.12 Pevnosť v ohybe	172
IV.1.13 Sústava SiO_2 a Al_2O_3	173
IV.2 Žiaruvzdorné výrobky tvarové	173
IV.2.1 Keramické materiály	173
IV.2.2 Hlinitokremičité materiály	176
IV.2.2.1 Kremičitošamotové materiály	176
IV.2.2.2 Šamotové materiály	176
IV.2.2.3 Hlinitokremičité materiály s vyšším obsahom Al_2O_3	177
IV.2.3 Horečnaté a horečnatospinelové materiály	178
IV.2.3.1 Magnezit	178
IV.2.3.2 Magnezitchróm	179
IV.2.3.3 Chrómmagnezit	180
IV.2.3.4 Chromit	180
IV.2.4 Horečnatovépenaté materiály	181
IV.2.5 Horečnatokremičité materiály	181
IV.2.6 Zirkoničité materiály	182

IV.2.7 Uhlíkové materiály	182
IV.3 Žiaruvzdorné výrobky netvarové	183
IV.3.1 Netvarové žiaruvzdorné výrobky s hydraulickým pojívom - žiarobetóny	183
IV.3.2 Netvarové žiaruvzdorné výrobky s chemickým pojívom	184
IV.3.3 Netvarové žiaruvzdorné výrobky s keramickým pojívom	185
IV.4 Ľahčené materiály	186
IV.4.1 Ľahčené izolačné materiály	186
IV.4.2 Ľahčené žiaruvzdorné materiály	186
IV.5 Vlákňité materiály	187
IV.5.1 Vlákňité materiály pre vyššie teploty použitia	188
IV.5.2 Žiaruvzdorné vlákňité materiály	189
V. TAVIACE PECE	191
V.1 Taviace pece v hutníctve železa a ocele	191
V.1.1 Vysoká pec a súvisiace zariadenia	191
V.1.1.2 Vymurovka vysokej pece	195
V.1.2 Ohrievač vetra	197
V.1.3 Aglomeračné a peletizačné zariadenie	199
V.1.4 Miešač surového železa	201
V.1.5 Kuplovne	202
V.1.6 Siemens - martinské pece /SM pece/	203
V.1.7 Konvertory	207
V.1.7.1 Vzduchové konvertory	207
V.1.7.2 Kyslíkové konvertory	208
V.1.8 Tandemové pece	212
V.1.9 Elektrické pece	213
V.1.9.1 Oblúkové pece	213
V.1.9.2 Indukčné pece	215
V.1.9.3 Zariadenie pre elektrotroskové pretavovanie	217
V.1.9.4 Elektrónové pece	217
V.1.9.5 Plazmové pece	218
VI. OHRIEVACIE PECE	220
VI.1 Hĺbinné pece	220
VI.1.1 Jednocestné hĺbinné pece	223
VI.1.2 Dvojcestné hĺbinné pece	223
VI.2 Narážacie pece	225
VI.3 Komorové pece	228
VI.3.1 Komorové pece s pevnou nistejou	229
VI.3.2 Komorové pece s výsuvnou nistejou /vozové pece/	230
VI.4 Karuselové pece	231

VI.5 Krokové pece	233
VI.6 Člénkové pece	234
VI.7 Pecepre tepelné spracovanie	234
VI.7.1 Riadené atmosféry	235
VI.7.2 Pokloповé pece	235
VI.7.3 Priabežné pece	238
VII. VÝMENNÍKY TEPLA V HUTNÍCTVE	240
VII.1 Výpočet úspory palív	241
VII.2 Rekuperátory	242
VII.2.1 Tepelné výpočty rekuperátora	243
VII.2.1.1 Bilančná rovnica	243
VII.2.1.2 Súčiniteľ prechodu-tepla	244
VII.2.1.3 Teplota steny rekuperátora	246
VII.2.1.4 Teplota vzduchu /plynu/ a spalín na výstupe z reku- perátora	247
VII.2.1.5 Tepelná účinnosť rekuperátora	250
VII.2.1.6 Tlaková strata rekuperátora	251
VII.2.2. Druhy rekuperátorov	251
VII.2.2.1 Kovové rekuperátory	251
VII.2.2.2 Keramické rekuperátory	257
VII.3 Regenerátory	259
VII.3.1 Tepelný výpočet	260
VIII. TEPELNÁ BILANCIA HUTNÍCKYCH PECÍ	264
VIII.1 Stanovenie základných položiek tepelnej bilancie	264
VIII.1.1 Položky príjmu tepla	265
VIII.1.2 Položky výdaja tepla	266
VIII.2 Stanovenie spotreby tepla	274
VIII.3 Grafické znázornenie tepelnej bilancie	275
VIII.4 Účinnosť práce pece	275
VIII.5 Znižovanie spotreby tepla	277
VIII.5.1 Možnosti zníženia strát odpadovými spalínami	277
VIII.6 Hospodárnosť práce pece	279
LITERATÚRA	282