

OBSAH

	PŘEDMLUVA	11
	PŘEHLED OZNAČENÍ A JEDNOTEK POUŽITÝCH VELIČIN	12
1	VÝROBA KOKSU	15
1.1	Úvod	15
1.2	Černé uhlí, jeho vznik a vlastnosti	16
1.2.1	Vznik uhlí	16
1.2.2	Stadia prouhelňování	17
1.2.3	Petrologie černého uhlí	17
1.2.4	Anorganické složky uhlí	18
1.2.5	Hořlavina uhlí	20
1.2.6	Fyzikální vlastnosti uhlí	22
1.2.7	Spalné teplo a výhřevnost uhlí	22
1.2.8	Klasifikace uhlí a černouhelné revíry v ČSSR	22
1.3	Úprava uhlí a příprava uhelných vsázek	26
1.3.1	Upravitelnost uhlí	26
1.3.2	Současné způsoby úpravy uhlí	27
1.3.3	Příprava uhelných vsázek	31
1.4	Tvorba koksu	34
1.4.1	Koksovací vlastnosti uhlí	34
1.4.2	Průběh karbonizace uhlí	35
1.4.3	Vlastnosti vsázek, mající vliv na tvorbu koksu	38
1.5	Koksárenské baterie	40
1.5.1	Hlavní části koksárenských baterií	40
1.5.2	Systémy vytápění baterií	42
1.5.3	Obsluhovací stroje	44
1.6	Provoz koksárenských baterií	45
1.6.1	Obsazování komor a vytlačování koksu	45
1.6.2	Provoz předlohy	46
1.6.3	Vytápění koksárenské baterie	47
1.6.4	Výrobnost koksárenských baterií	47
1.7	Třídírny koksu	48
1.7.1	Hašení a chlazení koksu	48
1.7.2	Třídění koksu	48
1.8	Vlastnosti koksu	50
1.8.1	Chemické vlastnosti koksu	50
1.8.2	Fyzikální vlastnosti koksu	51
1.8.3	Fyzikálněchemické vlastnosti koksu	52
1.8.4	Fyzikálně mechanické vlastnosti koksu	53
1.9	Chemické produkty karbonizace	53

1.9.1	Vznik chemických produktů koksování	53
1.9.2	Výtěžky chemických produktů karbonizace	55
1.9.3	Zpracování surového koksárenského plynu	56
1.10	Koksárenský plyn	60
1.10.1	Složení a vlastnosti koksárenského plynu	60
1.10.2	Čištění koksárenského plynu	60
	Literatura ke kapitole 1	61
2	VÝROBA SUROVÉHO ŽELEZA	62
2.1	Úvod	62
2.2	Vysokopecní suroviny a jejich příprava	63
2.2.1	Vsázkové suroviny pro vysoké pece	63
2.2.2	Homogenizace vsázkových surovin	68
2.3	Výroba železorudných pelet	70
2.3.1	Charakteristika peletizace železorudných surovin	70
2.3.2	Požadavky na vlastnosti sbalovaných surovin	71
2.3.3	Výroba surových sbalků a jejich vlastnosti	72
2.3.4	Vysokoteplotní zpevňování sbalků	75
2.3.5	Zařízení peletizačních závodů	78
2.3.6	Vliv technologie výroby pelet na jejich vlastnosti	84
2.4	Spékání železných rud	86
2.4.1	Charakteristika spékacího procesu	86
2.4.2	Požadavky na vlastnosti spékaných surovin	88
2.4.3	Předpeletizace aglomerační vsázky	89
2.4.4	Zapalování aglomerační vsázky a hoření paliva	91
2.4.5	Přestup tepla ve spékané vrstvě	93
2.4.6	Plyndynamické podmínky spékání	95
2.4.7	Vysušování aglomerační vsázky	97
2.4.8	Disociace hydrátů a uhlíčitánů	98
2.4.9	Redukčně oxidační reakce při spékání	98
2.4.10	Odstaňování nežádoucích prvků během spékání	100
2.4.11	Vznik a tuhnutí aglomerační taveniny	101
2.4.12	Zařízení aglomeračních závodů	102
2.4.13	Vliv technologie na vlastnosti aglomerátu	108
2.5	Vysokopecní pochod	111
2.5.1	Charakteristika vysokopecního pochodu	111
2.5.2	Fyzikálněchemické pochody a mechanické děje v oblasti výfúčen	113
2.5.3	Protiproud plynu a vsázky a způsoby jeho řízení	116
2.5.4	Zvláštnosti přestupu tepla ve vysoké peci	120
2.5.5	Redukce oxidů železa	123
2.5.6	Redukce doprovodných prvků	130
2.5.7	Rozpouštění uhlíku a jiných prvků v železe	134
2.5.8	Struska a její význam pro vysokopecní pochod	135
2.5.9	Odsiřování surového železa ve vysoké peci	139
2.6	Vysoká pec a její příslušenství	141
2.6.1	Uspořádání vysokopecních závodů	141
2.6.2	Zařízení k uskladňování, dávkování a dopravě surovin	143
2.6.3	Pracovní profil vysoké pece a jeho význam pro pochod	145
2.6.4	Základ a ocelová konstrukce vysoké pece	147
2.6.5	Pecní vyzdívka a její chlazení	148

2.6.6	Nistějové armatury	153
2.6.7	Zásypná zařízení	156
2.6.8	Dmýchadla a ohřivače větru	160
2.6.9	Čistírna plynu a vodní hospodářství	164
2.6.10	Kontrolní, měřicí a regulační systémy	169
2.7	Technologie výroby surového železa	170
2.7.1	Uvedení vysoké pece do provozu	170
2.7.2	Ukončení kampaně vysoké pece	172
2.7.3	Řízení chodu vysoké pece	173
2.7.4	Vypouštění surového železa a strusky z vysoké pece	175
2.7.5	Metoda zvýšeného tlaku plynu	177
2.7.6	Obohacování větru kyslíkem	178
2.7.7	Injektování náhradních paliv do nistěje	179
2.7.8	Principy automatizovaného řízení vysokopecního pochodu	183
2.8	Produkty vysokých pecí	184
2.8.1	Druhy surových želez a vysokopecních feroslitin	184
2.8.2	Doprava a odlévání surového železa	186
2.8.3	Doprava a zpracování strusky	188
2.8.4	Vysokopecní plyn a jeho vlastnosti	190
2.9	Technicko-ekonomická hlediska výroby surového železa	191
2.9.1	Výpočet vsázky	191
2.9.2	Základní technicko-ekonomické ukazatele výroby surového železa	193
2.9.3	Způsoby hodnocení redukční a tepelné práce vysokých pecí	195
	Literatura ke kapitole 2	197
3	PŘÍMÁ VÝROBA ŽELEZA Z RUD	199
3.1	Úloha a význam přímých způsobů výroby železa	199
3.2	Úprava rudných surovin a paliva pro přímou výrobu železa	200
3.3	Průmyslové způsoby přímé výroby železa	201
3.4	Vlastnosti a použití železných houb	208
3.5	Ekonomická hlediska přímé výroby železa	209
	Literatura ke kapitole 3	209
4	VÝROBA OCELI V KONVERTORECH, TANDEMŮVÝCH A SM PECÍCH	210
4.1	Úvod	210
4.2	Rozdělení ocelí	212
4.3	Základní fyzikálněchemická charakteristika ocelářských pochodů	213
4.3.1	Strusky ocelářských pochodů	213
4.3.2	Oxidační pochody	216
4.3.2.1	Oxidace uhlíku	216
4.3.2.2	Oxidace manganu	220
4.3.2.3	Oxidace křemíku	223
4.3.2.4	Oxidace fosforu	224
4.3.3	Dezoxidace oceli	226
4.3.3.1	Srážecí dezoxidace	227
4.3.3.1.1	Dezoxidace manganem	228
4.3.3.1.2	Dezoxidace křemíkem	229
4.3.3.1.3	Dezoxidace hliníkem	229
4.3.3.1.4	Dezoxidace komplexními slitinami	229

4.3.3.1.5	Dezoxidace prvky vzácných zemin	232
4.3.3.2	Difúzní dezoxidace	232
4.3.3.3	Dezoxidace syntetickými struskami	233
4.3.3.4	Mímopeční vakuová dezoxidace	234
4.3.4	Odsíření oceli	235
4.3.5	Nekovové vměstky v oceli	237
4.3.5.1	Oxidické vměstky	237
4.3.5.2	Sulfidické vměstky	238
4.3.5.3	Nitridy, karbidy a komplexní vměstky	239
4.3.5.4	Podmínky pro vyplouvání nekovových vměstků z oceli	240
4.3.5.5	Povrchové jevy při výrobě oceli	241
4.3.6	Plyny v oceli	243
4.3.7	Vsázkové materiály	245
4.4	Výroba oceli v konvertorech	246
4.4.1	Konstrukční uspořádání konvertorů	246
4.4.2	Průběh oxidace doprovodných prvků	251
4.4.3	Aerodynamika kyslíkového proudu	261
4.4.4	Tepelný režim tavby v kyslíkovém konvertoru	263
4.4.5	Zpracování surového železa s vyšším obsahem fosforu	264
4.4.5.1	Pochod OLP	264
4.4.5.2	Pochod Kaldo	265
4.4.6	Využití a čištění plynů z kyslíkových konvertorů	268
4.4.7	Řízení kyslíkového pochodu	270
4.4.8	Vlastnosti konvertorových oceli	271
4.4.9	Technicko-ekonomické ukazatele výroby konvertorových oceli	273
4.5	Výroba oceli v tandemových pecích	274
4.5.1	Konstrukční uspořádání tandemové pece	275
4.5.2	Čištění spalin u tandemových pecí	277
4.5.3	Průběh a řízení tavby v tandemové peci	278
4.5.4	Technicko-ekonomické ukazatele výroby oceli v tandemových pecích	284
4.6	Výroba oceli v SM pecích	284
4.6.1	Konstrukční uspořádání SM pecí	285
4.6.2	Paliva pro SM pece	289
4.6.3	Podstata Martinova pochodu	289
4.6.4	Variety Martinova pochodu	291
4.6.4.1	Zásaditý pochod rudný	291
4.6.4.2	Zásaditý pochod odpadový	296
4.6.4.3	Kyselý pochod	296
4.6.4.4	Duplexní pochody	298
4.6.5	Intenzifikace Martinova pochodu	299
4.6.6	Technicko-ekonomické ukazatele výroby oceli v SM pecích	300
4.7	Mísíče	300
4.7.1	Konstrukční uspořádání mísíčů	301
4.8	Sekundární metalurgie	303
4.8.1	Úprava tekutého surového železa	303
4.8.1.1	Odsiřování surového železa uhlíčanem sodným	303
4.8.1.2	Odsiřování surového železa hořčíkem	303
4.8.1.3	Odsiřování surového železa karbidem vápníku	304
4.8.2	Rafinace oceli vakuováním	305
4.8.2.1	Vakuové odplynění oceli v kesonu	307
4.8.2.2	Vakuové odplynění oceli zdvižným způsobem	308

4.8.2.3	Vakuové odplynění oběžným způsobem	309
4.8.3	Rafinace oceli inertním plynem	310
4.8.4	Rafinace oceli dmýcháním prachových látek	312
4.8.5	Rafinace oceli pochodem AOD	316
4.8.6	Rafinace oceli pochodem VOD	318
4.8.7	Rafinace oceli pochodem ASEA	319
4.8.8	Vliv sekundární metalurgie na čistotu a mechanické vlastnosti oceli	321
4.8.9	Technicko-ekonomické ukazatele sekundární metalurgie	323
	Literatura ke kapitole 4	324
5	VÝROBA OCELI V ELEKTRICKÝCH PECÍCH	326
5.1	Úvod	326
5.2	Rozdělení elektrických tavicích pecí	326
5.3	Výroba oceli v odporových elektrických pecích	328
5.4	Výroba oceli v obloukových elektrických pecích	328
5.4.1	Konstrukce elektrických obloukových pecí	329
5.4.2	Pracovní prostor a vyzdívka obloukových elektrických pecí	335
5.4.3	Elektrody a elektrická zařízení obloukových pecí	338
5.4.4	Projekční řešení elektrooceláren	342
5.4.5	Požadavky na vsázkové suroviny a příprava vsázky	344
5.4.6	Technologie výroby oceli v obloukových elektrických pecích se zásaditou vyzdívkou	345
5.4.7	Technologie výroby oceli v obloukových elektrických pecích s kyselou vyzdívkou	352
5.4.8	Technicko-ekonomické ukazatele výroby oceli v obloukových elektrických pecích	353
5.4.9	Mechanizace a automatizace řízení výroby oceli v obloukových elektrických pecích	353
5.5	Výroba oceli v indukčních elektrických pecích	355
5.5.1	Indukční elektrické pece se železným jádrem	355
5.5.2	Indukční elektrické pece bez železného jádra	356
5.5.3	Technicko-ekonomické ukazatele výroby oceli v indukčních pecích	361
5.6	Přetavování v elektrických pecích a výroba homogenních ingotů	362
5.6.1	Vakuové indukční elektrické pece	364
5.6.2	Vakuové obloukové elektrické pece	367
5.6.3	Elektrostruskové přetavování	368
	Literatura ke kapitole 5	372
6	ODLÉVÁNÍ OCELI	373
6.1	Úvod	373
6.2	Odlévání oceli do kokil	373
6.2.1	Způsoby odlévání oceli do kokil	373
6.2.2	Porovnání odlévání oceli shora a zdola	377
6.2.3	Odlévání oceli pod struskou	378
6.2.4	Zařízení na odlévání oceli	381
6.2.5	Typy odléváren a pomocná zařízení	388
6.2.6	Teplota oceli a rychlost odlévání	389
6.3	Krystalizace a struktura ingotů	391
6.3.1	Tuhnutí ingotů	391
6.3.2	Ingoty z ukliďněné oceli	395
6.3.3	Ingoty z neukliďněné oceli	399
6.3.4	Ingoty z poloukliďněné oceli	403
6.3.5	Vady ingotů	404

6.4	Plynulé odlévání oceli	406
6.4.1	Přednosti plynulého odlévání oceli	406
6.4.2	Zařízení k plynulému odlévání oceli	407
6.4.3	Technologie plynulého odlévání oceli	411
6.4.4	Jakost plynule odlévaných předliték	415
6.4.5	Technicko-ekonomické ukazatele plynulého odlévání	417
	Literatura ke kapitole 6	417
7	VÝROBA FEROSLITIN	419
7.1	Úvod	419
7.2	Fyzikálněchemické základy výroby feroslitin	419
7.3	Pece na výrobu feroslitin	423
7.4	Výroba slitin s obsahem křemíku	424
7.4.1	Výroba ferosilicia	424
7.4.2	Výroba silikokalcia	426
7.4.3	Výroba silikoaluminia	427
7.5	Výroba feroslitin s obsahem manganu	428
7.5.1	Výroba uhlíkového feromanganu	429
7.5.2	Výroba silikomanganu	430
7.5.3	Výroba feromanganu s nízkým a středním obsahem uhlíku	431
7.6	Výroba slitin s obsahem chromu	431
7.6.1	Výroba uhlíkového ferochromu	432
7.6.2	Výroba ferochromu se středním obsahem uhlíku	432
7.6.3	Výroba nízkouhlíkového a bezuhlíkového ferochromu	434
7.6.4	Výroba silikochromu	434
7.7	Výroba ferovanadu	435
7.8	Výroba ferowolframu	436
7.9	Výroba feromolybdenu	437
7.10	Výroba ferotitanu	438
7.11	Jakost feroslitin a další možnosti jejich zkvalitňování	439
7.12	Úprava feroslitin pro různé ocelářské technologie	441
	Literatura ke kapitole 7	442
8	BEZPEČNOST PRÁCE V HUTNICTVÍ ŽELEZA A PÉČE O ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	443
8.1	Hlavní zásady bezpečnosti práce a ochrany zdraví v hutnictví železa	443
8.2	Ochrana životního prostředí	448
8.3	Využívání odpadů a bezodpadové hutní provozy	451
	Literatura ke kapitole 8	452
	REJSTRÍK	453