

Obsah

ÚVOD	5
1. ZLIEVANIE	7
1.1 Úvod	7
1.1.1 Základne pojmy zo zlievania	7
1.2 Kovy a zliatiny v zlievarňach	8
1.2.1 Zliatiny železa na odliatky	8
1.2.2 Sivá liatina	12
1.2.3 Očkované liatiny	12
1.2.4 Sivé liatiny pre zvláštne použitie	13
1.2.5 Tvárna liatina	13
1.2.6 Liatiny s červíkovitým grafitom	14
1.2.7 Biela liatina	14
1.2.8 Temperovaná liatina	15
1.2.9 Tvrdená liatina	16
1.2.10 Ocele na odliatky	17
1.2.11 Zliatiny neželezných kovov	17
1.2.12 Zliatiny medi	18
1.2.13 Zliatiny zinku	19
1.2.14 Zliatiny niklu	19
1.2.15 Zliatiny hliníka	19
1.2.16 Zliatiny horčíka	19
1.3 Tavenie zlievarenských zliatin	19
1.3.1 Elektrické pece	20
1.3.2 Kuplovne	21
1.3.3 Priebeh tavenia v kuplovni	23
1.4 Základné zlievarenské vlastnosti kovov a zliatin	23
1.4.1 Tavitelnosť	23
1.4.2 Tekutosť a zabiehavosť	24
1.4.3 Zmršťovanie	25
1.4.4 Stiahnutiny	25
1.4.5 Vnútorne napätie v odliatkoch	27
1.5 Základy odlievania zlievarenských foriem	28
1.5.1 Vtoková sústava odliatku	28
1.6 Tuhnutie odliatkov vo forme	29
1.6.1 Tepelné ovplyvňovanie tuhnutia	30
1.6.2 Náliatkovanie odliatkov	31
1.6.3 Podnáliatkové vložky	32
1.7 Modelové zariadenie pre výrobu foriem a jadier	33
1.7.1 Materiály pre výrobu modelového zariadenia	33

1.8	Formovacie materiály	36
1.8.1	Piesky - ostrivá	37
1.8.2	Spojivá	37
1.8.3	Pomocné formovacie látky	38
1.8.4	Úprava formovacích zmesí	38
1.9	Výroba foriem a jadier	39
1.9.1	Ručná výroba foriem	39
1.9.2	Šablonovanie	42
1.9.3	Strojná výroba jadier	44
1.9.4	Výroba jadier	48
1.9.5	Skladovanie a odlievanie foriem	51
1.10	Špeciálne spôsoby výroby odliatkov	52
1.10.1	Výroba odliatkov do polotrvalých foriem	52
1.10.2	Výroba odliatkov do trvalých foriem	53
1.10.3	Odstredivé liatie	53
1.10.4	Presné liatie	54
1.10.5	Výroba odliatkov do škrupín	55
1.10.6	Sklopné liatie	55
1.10.7	Liatie pod tlakom	56
1.10.8	Kontinuálne liatie	57
1.11	Čistenie a úprava odliatkov	58
1.11.1	Vytíkanie odliatkov	59
1.11.2	Čistenie odliatkov	59
1.11.3	Odstraňovanie vtokov a náliatkov	62
1.11.4	Tepelné spracovanie odliatkov	63
2.	ZVÁRANIE	64
2.1	Úvod	64
2.1.1	Význam a rozdelenie zvarovania	64
2.1.2	Základné pojmy zvarovania a druhy zvarových spojov	66
2.2	Zvariteľnosť kovov	67
2.2.1	Definícia a rozdelenie	67
2.2.2	Hodnotenie zvariteľnosti ocelí	67
2.2.3	Zvariteľnosť nízkouhlíkových ocelí	68
2.2.4	Zvariteľnosť uhlíkových ocelí	68
2.2.5	Zvariteľnosť sivej liatiny	69
2.2.6	Zvariteľnosť neželezných kovov a ich zliatin	70
2.3	Zváranie plameňom	71
2.3.1	Plyny používané pri zvarovaní	71
2.3.2	Druhy plameňov	72
2.3.3	Zariadenie pre zvarovanie plameňom	73
2.3.4	Technológia zvarovania plameňom	77
2.3.5	Technika zvarovania plameňom	79

2.4	Zváranie elektrickým oblúkom	81
2.4.1	Základy teórie zvárania elektrickým oblúkom	81
2.4.2	Statická charakteristika oblúka	83
2.4.3	Statická charakteristika zdroja	84
2.4.4	Dynamická charakteristika zdroja	85
2.4.5	Zdroje zväracieho prúdu	86
2.4.6	Technológia zvárania elektrickým oblúkom pri ručnom zváraní obalenou elektródou	89
2.4.7	Voľba parametrov zvárania elektrickým oblúkom	90
2.5	Zváranie pod tavidlom	93
2.5.1	Zariadenie pre zváranie pod tavidlom	94
2.5.2	Tavidlo pre zváranie pod tavidlom	95
2.5.3	Prídavný materiál	96
2.5.4	Technika a technológia zvárania pod tavidlom	96
2.6	Zváranie v ochranných atmosférach	97
2.6.1	Zváranie v aktívnych atmosférach	97
2.6.2	Zváranie v inertných atmosférach	99
2.7	Elektrotroskové zváranie	101
2.7.1	Princíp elektrotroskového zvárania	101
2.7.2	Zariadenie pre zváranie	102
2.7.3	Technika elektrotroskového zvárania	103
2.7.4	Prídavný materiál a tavidlo	103
2.8	Zvláštne spôsoby tavného zvárania	103
2.8.1	Zváranie lejárske	103
2.8.2	Zváranie termitom	104
2.8.3	Zváranie elektronovým lúčom	105
2.8.4	Zváranie plazmovým lúčom	105
2.8.5	Zváranie laserom	107
2.9	Zváranie teplom a tlakom	109
2.9.1	Zváranie elektrickým odporom	109
2.9.2	Fyzikálne spôsoby zvárania teplom a tlakom	117
2.10	Ostatné spôsoby zvárania teplom a tlakom	119
2.10.1	Zváranie kováčske	119
2.10.2	Zváranie plameňotlakové	119
2.10.3	Zváranie indukčným ohrevom	120
2.10.4	Zváranie plastických hmôt	121
2.11	Zváranie tlakom	121
2.11.1	Zváranie tlakom za studena	122
2.11.2	Zváranie výbuchom	122
2.12	Spájkovanie kovov	123
2.12.1	Definícia a metódy spájkovania	123
2.12.2	Spájky	123
2.12.3	Tavidlá	127
2.12.4	Použitie spájkovania	127

2.13	Tepelné delenie kovov	127
2.13.1	Rezanie kyslíkom	128
2.13.2	Rezanie elektrickým oblúkom	130
2.13.3	Rezanie plazmovým oblúkom	130
2.13.4	Špeciálne spôsoby rezania	130
2.14	Lepenie kovov	131
2.14.1	Princíp lepenia a rozdelenie lepidiel	131
2.14.2	Vlastnosti lepených spojov a technológia lepenia	131
2.14.3	Použitie lepenia kovov v praxi	132
2.15	Kontrola chýb zvarov	132
2.15.1	Chyby zvarov	132
2.15.2	Kontrola zvarov s čiastočným alebo celkovým porušením konštrukcie	133
2.15.3	Kontrola zvarov bez porušenia konštrukcie	133
2.16	Oprava strojov a zariadení zváraním	135
2.16.1	Charakter chybných miest a ich úprava	136
2.16.2	Praskliny, ich zisťovanie a príprava zvarových plôch.	136
2.16.3	Lomy a ich úprava pred opravou	137
2.16.4	Preborenie stien a ich príprava	137
2.16.5	Povrchové a vnútorné chyby	138
2.16.6	Opravy oceľových konštrukcií a dielov	138
2.16.7	Opravy odliatkov z liatej ocele	138
2.16.8	Opravy odliatkov zo sivej liatiny	139
3.	TVÁRNENIE	140
3.1	Úvod	140
3.1.1	Základné pojmy a rozdelenie tvárnenia	140
3.1.2	Tvárniteľnosť kovových materiálov	142
3.1.3	Stavba kovov z hľadiska tvárnenia	142
3.1.4	Vznik plastickej deformácie	143
3.1.5	Spevnenie kovov pri tvárnení za studena	145
3.1.6	Zotavenie	145
3.1.7	Rekryštalizácia	146
3.1.8	Základné zákony tvárnenia	147
3.1.9	Hypotézy plasticity	149
3.1.10	Pretvárny odpor	150
3.1.11	Technologický pretvárny odpor	151
3.1.12	Stupeň deformácie	151
3.1.13	Rýchlosť deformácie	152
3.1.14	Výpočet pretvárnej práce a sily	153
3.2	Ohrev materiálu	154
3.2.1	Tepelný interval tvárnenia	154
3.2.2	Rýchlosť ohrevu	156

3.2.3	Čas ohrevu	156
3.2.4	Technologické chyby ohrevu	156
3.2.5	Ohrievacie pece pre ohrev materiálu	157
3.2.6	Elektrický ohrev	159
3.3	Kovanie	161
3.3.1	Princíp a rozdelenie kovania	161
3.3.2	Voľné kovanie	161
3.3.3	Základné kováčské operácie pri voľnom kovaní	163
3.3.4	Technológia voľného kovania	164
3.3.5	Stroje pre voľné kovanie	165
3.3.6	Zápustkové kovanie	168
3.3.7	Technologický postup pri zápustkovom kovaní	169
3.3.8	Voľba operácií pri zápustkovom kovaní	171
3.3.9	Zápustky používané pri zápustkovom kovaní	172
3.3.10	Stroje pre zápustkové kovanie	173
3.3.11	Úprava a dokončovacie operácie zápustkových výkovkov	176
3.4	Objemové tvárnenie za studena	178
3.4.1	Preťahovanie za studena	178
3.4.2	Materiály vhodné pre preťahovanie	180
3.4.3	Úprava materiálu pred preťahovaním	180
3.4.4	Sila a práca pri preťahovaní	181
3.4.5	Nástroje a stroje pre preťahovanie	181
3.4.6	Ubíjanie za studena	182
3.4.7	Postup ubíjania	183
3.4.8	Nástroje a stroje pre ubíjanie	184
3.4.9	Razenie	184
3.4.10	Kalibrovanie	186
3.4.11	Ťahanie	187
3.4.12	Nástroje a stroje pre ťahanie	188
3.5	Hutnícké tvárnenie	189
3.5.1	Valcovanie drôtu	189
3.5.2	Valcovanie plechov a pásov	189
3.5.3	Výroba bezošvých rúr	190
3.6	Tvárnenie plechu	192
3.6.1	Strihanie	192
3.6.2	Výpočet sily pri strihaní na nožniciach	193
3.6.3	Strihanie na lisoch	194
3.6.4	Nástroje pre strihanie na lisoch	196
3.6.5	Ohýbanie	197
3.6.6	Hlboké ťahanie	199
3.6.7	Zvláštne spôsoby ťahania	202
3.7	Zvláštne spôsoby tvárnenia	203
3.7.1	Vibračná metóda tvárnenia	203
3.7.2	Explozívne tvárnenie veľkými rýchlosťami	203

3.7.3	Elektrohydraulické tvárnenie	204
3.7.4	Tvárnenie magnetickými pulzami	204
3.8	Tvárnenie polotovarov z plastických hmôt	205
4.	OBRÁBANIE	207
4.1	Teoretické základy obrábania	208
4.1.1	Základné pojmy	208
4.1.2	Rezný nástroj	209
4.1.3	Vznik a druhy triesok	211
4.1.4	Rezný odpor a rezná sila	213
4.1.5	Teplo pri obrábaní	214
4.1.6	Opotrebenie, trvanlivosť a životnosť nástrojov	214
4.1.7	Určovanie optimálnych rezných podmienok	216
4.1.8	Obrábateľnosť materiálu	219
4.1.9	Presnosť obrábania	219
4.1.10	Rezné materiály	220
4.1.11	Rezné kvapaliny	221
4.2	Základné spôsoby obrábania	222
4.2.1	Ručné obrábanie	223
4.2.2	Strojné obrábanie	224
4.2.3	Hlavné časti obrábacích strojov	225
4.2.4	Pohony a prevodové zariadenia obrábacích strojov	225
4.2.5	Upínanie obrobkov	230
4.3	Sústruženie	231
4.4	Frézovanie	237
4.4.1	Frézovanie protibežné	238
4.4.2	Frézovanie súbežné	239
4.4.3	Frézovacie nástroje	239
4.4.4	Frézovacie stroje	240
4.5	Obrábanie dier	242
4.5.1	Vrtanie	242
4.5.2	Vyhrubovanie	244
4.5.3	Vystruhovanie	244
4.5.4	Vyhĺbovanie	245
4.5.5	Vrtacie stroje	245
4.5.6	Vyvrtávanie	246
4.6	Hobľovanie a obrážanie	246
4.6.1	Hobľovky a obrážačky	247
4.7	Preťahovanie a pretláčanie	248
4.7.1	Preťahovanie	249
4.7.2	Pretláčanie	250
4.8	Brúsenie	250
4.8.1	Druhy brúsenia a vrúsiace stroje	251

4.9	Dokončovacie spôsoby obrábania	254
4.9.1	Honovanie	254
4.9.2	Superfinišovanie	255
4.9.3	Lapovanie	255
4.9.4	Leštenie	256
4.9.5	Hladenie povrchu	256
4.10	Obrábanie závitov	257
4.10.1	Obrábanie vonkajších závitov	257
4.10.2	Obrábanie vnútorných závitov	260
4.11	Obrábanie ozubených kolies	260
4.11.1	Obrábanie čelných ozubených kolies	261
4.11.2	Nové smery výroby čelných ozubených kolies	263
4.11.3	Dokončovacie operácie pri výrobe čelných ozubených kolies	263
4.11.4	Obrábanie kuželových ozubených kolies	264
4.12	Obrábanie elektroerozívne a ultrazvukom	265
4.12.1	Elektroerozívne obrábanie	265
4.12.2	Obrábanie ultrazvukom	266
4.12.3	Obrábanie pomocou svetelného lúča	267
4.13	Delenie materiálov	268
4.13.1	Rezanie materiálu píllami	268
4.13.2	Rozbrusovanie materiálu	269
4.14	Kontrola rozmeru, meranie a meridlá	269
4.14.1	Kontrola rozmeru	269
4.14.2	Meridlá a meranie rozmeru	269