

PREDSLOV	9
1. Časť – TECHNOLOGIA ZLIEVANIA	
ÚVOD	13
1 KOVY A ZLIATINY V TECHNOLOGII ZLIEVANIA	14
1.1 Zlievarenské vlastnosti kovov a zliatin	14
1.2 Zlievarenské materiály na báze železa	16
1.2.1 Liatiny	18
1.2.1.1 Biela liatina	18
1.2.1.2 Grafitické liatiny	19
1.2.2 Ocele na odliatky	21
1.3 Zlievarenské neželezné kovy a ich zliatiny	22
1.3.1 Med' a jej zliatiny	23
1.3.2 Hliník a jeho zliatiny	24
1.3.3 Zliatiny horčíka, zinku, olova a titánu	25
1.4 Príprava tekutého kovu	26
1.4.1 Tavenie liatin	27
1.4.2 Tavenie ocelí	28
1.4.3 Tavenie zliatin neželezných kovov	31
2 ZLIEVARENSKÁ FORMA	32
2.1 Formovacie materiály	32
2.1.1 Ostrivo	33
2.1.2 Spojivo	34
2.1.2.1 Anorganické spojivá	34
2.1.2.2 Organické spojivá	35
2.1.3 Pomocné látky	36
2.2 Modelové zariadenie	36
2.2.1 Modely	36
2.2.2 Modelové dosky, jadrovníky, šablóny	37
2.2.3 Formovacie rámy	39
2.2.4 Formovacie náradie a meradlá	40
2.3 Výroba netrválnych zlievarenských foriem a jadier	40
2.3.1 Ručná výroba foriem	41
2.3.1.1 Formovanie do zeme	41
2.3.1.2 Formovanie do rámov	41
2.3.1.3 Šablónovanie	44
2.3.2 Strojová výroba foriem	45
2.3.2.1 Výroba foriem lisovaním	45
2.3.2.2 Výroba foriem striasaním	46
2.3.2.3 Výroba foriem metaním	47
2.3.3 Výroba jadier	47
2.3.3.1 Výroba jadier fúkaním a vstreľovaním	48
2.3.3.2 Výroba jadier metódou studených jadrovníkov (Cold-Box)	49
2.3.3.3 Výroba jadier metódou teplých jadrovníkov (Hot-Box)	49
2.3.4 Špeciálne spôsoby výroby foriem	50
2.3.4.1 Automatizovaná výroba bezrámových foriem	50
2.3.4.2 Výroba škrupinových foriem	51
2.3.4.3 Formovanie na vytaviteľný model	52
2.3.4.4 Formovanie na spáľiteľný model	53

2.3.4.5 Výroba vákuovo viazaných foriem (V – proces)	53
2.3.5 Príprava foriem na odlievanie	54
2.4 Trvalé zlievarenské formy	55
2.5 Vtoková sústava	56
2.5.1 Vtoková jamka	57
2.5.2 Vtokový kanál	58
2.5.3 Troskový a rozvádzač kanál	58
2.5.4 Vtokové zárezy	59
2.5.5 Výpočet vtokovej sústavy	59
2.5.5.1 Výpočet vtokovej sústavy podľa Osanna	60
3 SPÔSOBY ODLIEVANIA KOVU DO FORMY	62
3.1 Liatie pod tlakom	63
3.2 Liatie lisovaním z tekutej fázy	64
3.3 Odstredivé liatie.....	65
3.4 Sklopné liatie	66
3.5 Výroba presných odliatkov	66
3.6 Liatie vo vákuu alebo v pretlakovej atmosfére	67
3.7 Kontinuálne liatie	68
4 TUHNUTIE TEKUTÉHO KOVU VO FORME	69
4.1 Kryštalizácia ocelí a liatin	69
4.2 Spôsoby ovplyvňovania procesu kryštalizácie	70
4.3 Usmernené tuhnutie	71
4.3.1 Náliatky	71
4.3.2 Chladítka	73
5 ÚPRAVA ODLIATKOV PO ODLIATÍ	75
5.1 Čistenie a apretácia odliatkov	75
6 TEPELNÉ SPRACOVANIE ODLIATKOV	76
6.1 Žihanie	76
6.2 Kalenie	77
6.3 Popúšťanie	79
7 CHYBY ODLIATKOV A ICH ZISŤOVANIE	80
7.1 Spôsoby kontroly odliatkov	80
7.1.1 Defektoskopické skúšky odliatkov	81
7.1.1.1 Skúšky prežarovaním	81
7.1.1.2 Skúšky zvukom a ultrazvukom	82
7.1.1.3 Magnetické a indukčné skúšky	83
7.1.1.4 Kapilárne skúšky	84
8 TECHNOLOGICKOSŤ KONŠTRUKCIÍ ODLIATKOV	86
8.1 Zásady navrhovania odliatkov	86
9 MODERNÉ TRENDY V TECHNOLOGII ZLIEVANIA	90
ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV	92
2. Časť – TECHNOLOGIA ZVÁRANIA	
ÚVOD	95

1 ZÁKLADY TECHNOLOGIE SPÁJANIA MATERIÁLOV ZVÁRANÍM	97
1.1 Základné pojmy z technológie zvarovania	97
1.2 Zvariteľnosť kovov	101
1.2.1 Zvariteľnosť ocelí	102
1.2.1.1 Zvariteľnosť uhlíkových ocelí	102
1.2.1.2 Zvariteľnosť nízkolegovaných ocelí	103
1.2.1.3 Zvariteľnosť mikrolegovaných ocelí	104
1.2.1.4 Zvariteľnosť vysokolegovaných ocelí	104
1.2.2 Zvariteľnosť liatin	105
1.2.3 Zvariteľnosť medi a jej zliatin	105
1.2.4 Zvariteľnosť hliníka a jeho zliatin	106
2 SPÔSOBY ZVÁRANIA	107
2.1 Oblúkové zvarovanie	107
2.1.1 Fyzikálne základy vzniku elektrického oblúka	108
2.1.2 Zapálenie a prenos kovu v elektrickom oblúku	109
2.1.3 Zdroje zvaracieho prúdu	110
2.1.4 Elektrody na oblúkové zvarovanie	112
2.1.5 Zvarovanie elektrickým oblúkom v ochranných atmosférach	113
2.1.6 Zvarovanie pod tavivom	116
2.1.7 Zvarovanie plazmovým oblúkom	118
2.2 Odporové zvarovanie	119
2.2.1 Bodové zvarovanie	119
2.2.2 Švové zvarovanie	121
2.2.3 Výstupkové zvarovanie	122
2.2.4 Odtavovacie stykové zvarovanie	123
2.2.5 Stykové stlačacie zvarovanie	123
2.3 Zvarovanie plameňom	124
2.3.1 Plyny vhodné na zvarovanie	124
2.3.2 Charakteristika kyslíkovo-acetyléneho plameňa	125
2.3.3 Zvaracie zariadenie	126
2.3.4 Prídavné materiály	128
2.3.5 Techniky zvarovania plameňom	129
2.4 Tlakové zvarovanie	130
2.4.1 Zvarovanie tlakom za studena	130
2.4.2 Zvarovanie trením	131
2.4.3 Zvarovanie ultrazvukom	133
2.4.4 Zvarovanie explóziou	134
2.5 Iné spôsoby zvarovania	136
2.5.1 Elektrotroskové zvarovanie	136
2.5.2 Difúzne zvarovanie	137
2.5.3 Zvarovanie laserovým lúčom	138
2.5.4 Zvarovanie elektrónovým lúčom	139
2.5.5 Aluminotermické (termitové) zvarovanie	141
3 SPÁJKOVANIE	142
3.1 Fyzikálna podstata spájkovania	142
3.2 Konštrukcia spájkovaných spojov	143
3.3 Spájky	144
3.3.1 Mäkké spájky	145
3.3.2 Tvrdé spájky	145
3.3.3 Tvary spájkov	146
3.4 Tavivá	146
3.5 Spôsoby spájkovania	147
3.5.1 Spájkovanie spájkovačkou	148

3.5.2 Spájkovanie plameňom	148
3.5.3 Spájkovanie v peci s ochrannou atmosférou	149
3.5.4 Spájkovanie s odporovým teplom	149
3.5.5 Indukčné spájkovanie	150
3.5.6 Spájkovanie vo vákuu	150
3.5.7 Spájkovanie ultrazvukom	151
3.5.8 Reakčné spájkovanie	151
3.5.9 Vtieračie spájkovanie	151
3.5.10 Ponorné spájkovanie a spájkovanie vo zvlnenom kúpeli	152
3.5.11 Špeciálne spôsoby spájkovania	152
4 TEPELNÉ DELENIE MATERIÁLU	153
4.1 Delenie materiálu v prúde kyslíka	153
4.2 Iné spôsoby tepelného delenia materiálu	155
5 CHYBY ZVARKOV A ICH ZISŤOVANIE	157
6 TECHNOLOGICKOSŤ ZVÁRANÝCH A SPÁJKOVANÝCH KONŠTRUKCIÍ	159
6.1 Zásady navrhovania zváraných a spájkovaných konštrukcií	159
7 TRENDY ROZVOJA TECHNOLOGIE ZVÁRANIA	163
ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV	165

3. Časť – TECHNOLOGIA TVÁRNEŇA

ÚVOD	169
1 TEORETICKÉ ZÁKLADY TECHNOLOGIE TVÁRNEŇA	170
1.1 Kryštalická stavba kovových materiálov	170
1.2 Teória plastickej deformácie	172
1.3 Mechanizmy vzniku plastickej deformácie	174
1.4 Zákony tvárneňa	176
1.5 Rozdelenie procesov tvárneňa	181
1.6 Vplyv plastickej deformácie na štruktúru a vlastnosti kovov	182
1.6.1 Tvárneňa za studena	182
1.6.2 Tvárneňa za tepla	184
1.7 Tvárneňnosť kovov a ich zliatin	185
1.7.1 Charakteristiky a ukazovatele plasticity	185
2 MATERIÁLY A POLOTOVARY VHODNÉ NA TVÁRNEŇA	190
3 OHREV MATERIÁLU	196
3.1 Parametre ohrevu materiálu	196
3.2 Zariadenia na ohrev materiálu	199
3.2.1 Pece na voľné kovanie	199
3.2.2 Pece na zápusťkové kovanie	200
4 TECHNOLOGICKÉ PROCESY PLOŠNÉHO TVÁRNEŇA	202
4.1 Strihanie	202
4.1.1 Fyzikálna podstata procesu strihania	203
4.1.2 Rozdelenie strihania	204
4.1.3 Sila a práca pri strihaní	205
4.1.4 Nástroje a stroje v procese strihania	207

4.2 Ohýbanie	212
4.2.1 Fyzikálna podstata procesu ohýbania	212
4.2.1.1 Neutrálna vrstva a výpočet dĺžky polotovaru	215
4.2.2 Rozdelenie ohýbania	216
4.2.3 Sila a práca pri ohýbaní	216
4.2.4 Nástroje a stroje v procese ohýbania	217
4.2.4.1 Nástroje na ohýbanie na lisoch	217
4.2.4.2 Nástroje na ohýbačkách a ohraňovacích lisoch	218
4.2.4.3 Ohýbanie pomocou valcov	219
4.2.4.4 Ohýbanie dutých telies	220
4.3 Ťahanie	221
4.3.1 Fyzikálna podstata procesu ťahania	221
4.3.1.1 Návrh a výpočet veľkosti polotovaru	225
4.3.1.2 Geometria častí ťažného nástroja	227
4.3.2 Rozdelenie ťahania	228
4.3.3 Sila a práca pri ťahaní	229
4.3.4 Nástroje a stroje v procese ťahania	230
4.4 Tlačenie	231
4.4.1 Fyzikálna podstata procesu tlačenia	232
4.4.1.1 Návrh a výpočet veľkosti polotovaru	232
4.4.2 Klasifikácia tlačenia	233
4.4.3 Sila a práca pri tlačení	235
4.4.4 Nástroje a stroje v procese tlačenia	236
5 TECHNOLOGICKÉ PROCESY OBJEMOVÉHO TVÁRNEŇA	239
5.1 Objemové tvárnenie za studena	239
5.1.1 Ubíjanie a nabíjanie za studena	240
5.1.1.1 Sila a práca pri ubíjaní a nabíjaní	241
5.1.1.2 Stroje a nástroje v procese ubíjania a nabíjania	242
5.1.2 Pretláčanie	242
5.1.2.1 Sila a práca pri pretláčaní	245
5.1.2.2 Stroje a nástroje v procese pretláčania	245
5.1.3 Razenie	246
5.1.3.1 Sila a práca pri razení	247
5.1.3.2 Stroje a nástroje v procese razenia	248
5.1.4 Kalibrovanie	249
5.1.4.1 Sila a práca pri kalibrovaní	249
5.1.4.2 Stroje a nástroje v procese kalibrovania	250
5.1.5 Ťahanie	251
5.1.5.1 Stroje a nástroje v procese ťahania	252
5.1.6 Rotačné kovanie	253
5.1.7 Radiálne lisovanie	254
5.2 Objemové tvárnenie za tepla	254
5.2.1 Voľné kovanie	255
5.2.1.1 Stroje v procese voľného kovania	258
5.2.2 Zápustkové kovanie	258
5.2.2.1 Stroje v procese zápustkového kovania	261
5.2.3 Valcovanie	262
5.2.3.1 Valcovanie plechov a pásov	264
5.2.3.2 Valcovanie rúr	265
5.2.3.3 Valcovanie predkovkov a výkovkov	266
6 TECHNOLOGICKOSŤ KONŠTRUKCIÍ VÝTVARKOV	267

6.1 Technologickosť konštrukcie súčiastok, tvárnených za tepla	267
6.1.1 Technologickosť konštrukcie zápusťkových výkovkov	267
6.2 Technologickosť konštrukcie súčiastok, tvárnených za studena	271
6.2.1 Technologickosť konštrukcie výstrižkov	271
6.2.2 Technologickosť konštrukcie ohýbaných súčiastok	273
6.2.3 Technologickosť konštrukcie výťazkov	275
6.2.4 Technologickosť konštrukcie pretlačkov	277
7 MODERNÉ TRENDY V TECHNOLOGII TVÁRNENIA	278
ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV	280
SLOVENSKO-ANGLICKO-NEMECKÝ SLOVNÍK ZÁKLADNÝCH POJMOV Z OBLASTI ZLIEVANIA	282
SLOVENSKO-ANGLICKO-NEMECKÝ SLOVNÍK ZÁKLADNÝCH POJMOV Z OBLASTI ZVÁRANIA	285
SLOVENSKO-ANGLICKO-NEMECKÝ SLOVNÍK ZÁKLADNÝCH POJMOV Z OBLASTI TVÁRNENIA	287