

OBSAH

Obsah	3
Historické poznámky k mechanickým technológiám	17
Literatúra.....	24
Zoznam vybraných symbolov a skratiek.....	25
ZLIEVANIE	27
Úvod	28
1 Materiály na odliatky	29
1.1 Zliatiny železa	30
1.1.1 Ocele na odliatky	30
1.1.2 Liatiny	32
1.2 Neželezné kovy a ich zliatiny	35
1.2.1 Hliník a jeho zliatiny.....	35
1.2.2 Meď a jej zliatiny	36
1.2.3 Nikel a jeho zliatiny.	37
1.2.4 Titán a jeho zliatiny	38
1.2.5 Zliatiny horčíka na odliatky.....	38
1.3 Tavenie materiálov na odliatky a taviace zariadenia.....	38
1.3.1 Palivové pece.....	39
1.3.2 Elektrické pece	42
1.4 Zlievarenské vlastnosti materiálov na výrobu odliatkov	45
1.4.1 Tavitelnosť.....	46
1.4.2 Zabiehavosť	47
1.4.3 Zmrašťovanie.....	49
1.4.4 Pohlcovanie plynov	51
1.4.5 Odmiešavanie.....	52
1.4.6 Náchylnosť na tvorbu trhlín a prasklín	52
1.5 Skúšky vybraných zlievarenských vlastností.....	53
1.5.1 Skúšky zabiehavosti	53

TECHNOLÓGIA 1

1.5.2	Skúšky zmršťovania	54
1.5.3	Skúšky náchylnosti na tvorbu trhlín	54
1.6	Praktická časť.....	55
1.6.1	Úlohy	55
1.6.2	Ciele.....	55
1.6.3	Kontrolné otázky	55
	Literatúra.....	56
2	Technológia zlievarenskej formy.....	57
2.1	Modelové zariadenie.....	58
2.2	Vtoková sústava	59
2.2.1	Vtoková jamka.....	60
2.2.2	Vtokový kanál	61
2.2.3	Troskový a rozvádzačí kanál	62
2.2.4	Zárezy	64
2.3	Náliatky.....	67
2.3.1	Tepelné ošetrovanie náliatkov	70
2.4	Výroba foriem pomocou modelov	70
2.5	Praktická časť.....	71
2.5.1	Úlohy	71
2.5.2	Ciele.....	72
2.5.3	Kontrolné otázky	72
	Literatúra.....	72
3	Technológie výroby netrvalých foriem.....	73
3.1	Zlievarenské formovacie látky	73
3.2	Ostrivá formovacích zmesí	73
3.3	Spojivá formovacích zmesí	75
3.3.1	Anorganické spojivá	75
3.3.2	Organické spojivá	76
3.4	Prísady a pomocné formovacie látky	78
3.5	Vlastnosti formovacích zmesí.....	78

TECHNOLÓGIA 1

3.6	Rozdelenie formovacích a jadrových zmesí.....	79
3.7	Zhustovanie formovacích zmesí	80
3.7.1	Zhustovanie formovacích zmesí I. generácie.....	80
3.7.2	Zhustovanie formovacích zmesí II. generácie.....	85
3.7.3	Zhustovanie formovacích zmesí III. generácie.....	89
3.7.4	Zhustovanie formovacích zmesí IV. generácie	91
3.7.5	Výroba foriem metódou bezmodelového formovania.....	92
3.8	Praktická časť.....	92
3.8.1	Úlohy	92
3.8.2	Ciele.....	93
3.8.3	Kontrolné otázky	93
	Literatúra.....	93
4	Zlievarenské technológie.....	94
4.1	Gravitačné odlievanie.....	95
4.1.1	Stacionárne odlievanie na vzduchu	95
4.1.2	Odlievanie vo vákuu	95
4.1.3	Odlievanie v pretlakovej atmosfére	96
4.1.4	Sklopné liatie	97
4.2	Odlievanie za pôsobenia zvýšených síl.....	98
4.2.1	Odlievanie vákuovým nasávaním	98
4.2.2	Nízkotlakové odlievanie	98
4.2.3	Odlievanie s protitlakom	99
4.2.4	Vysokotlakové odlievanie.....	99
4.2.5	Odstredivé liatie	102
4.3	Nekonvenčné postupy odlievania	103
4.3.1	Odlievanie s kryštalizáciou pod tlakom	103
4.3.2	Odlievanie polotuhých kovov	104
4.3.3	Tixoodlievanie	105
4.3.4	Reoodlievanie	105
4.4	Počítačová simulácia	106

TECHNOLÓGIA 1

4.4.1	Metóda konečných diferencií	106
4.4.2	Metóda konečných prvkov	106
4.5	Praktická časť.....	107
4.5.1	Úlohy	107
4.5.2	Ciele.....	107
4.5.3	Kontrolné otázky	107
	Literatúra.....	107
	TVÁRNE NIE	109
	Úvod	110
1	Základy tvárnenia kovov.....	114
1.1	Tvárne (plastické) vlastnosti kovových materiálov.....	114
1.1.1	Plasticita	116
1.1.2	Elastická deformácia.....	116
1.1.3	Plastická deformácia	117
1.1.4	Mechanizmy plastickej deformácie	117
1.1.5	Pretvárnny odpor	119
1.1.6	Pretvárna pevnosť.....	120
1.1.7	Stupeň tvárnenia ϵ	120
1.1.8	Pomerná rýchlosť v tvárnení	123
1.2	Ekonomické ukazovatele tvárnenia.....	124
1.3	Použitie ocelí a využitie materiálu.....	126
1.4	Rozdelenie procesov tvárnenia	127
1.4.1	Miesto tvárnenia v oblasti mechanických technológií	127
1.5	Schémy hlavných deformácií.....	129
1.5.1	Napätový stav v bode telesa	129
1.6	Praktická časť.....	131
1.6.1	Úlohy	131
1.6.2	Ciele.....	131
1.6.3	Príklady na ilustrovanie problematiky	131
1.6.4	Kontrolné otázky	132

TECHNOLÓGIA 1

Literatúra.....	133
2 Základy teórie plasticity a statická skúška ťahom	134
2.1 Štruktúra materiálov	134
2.2 Kryštalické materiály	135
2.2.1 Kryštalografické sústavy a mriežky.....	135
2.2.2 Kryštalické mriežky kovov	139
2.2.3 Vnútoraná stavba zliatin.....	140
2.2.4 Označovanie kryštalografických rovín a smerov	142
2.2.5 Mriežkové poruchy a mechanizmy difúzie	144
2.3 Dislokačná teória	146
2.3.1 Dislokácia hranová	146
2.3.2 Dislokácia skrutková	147
2.4 Hustota dislokácií	147
2.5 Pohyb dislokácií	148
2.6 Vznik dislokácií	149
2.7 Poznatky z teórie plasticity.....	152
2.8 Mechanické schémy deformácie.....	155
2.9 Schémy hlavných napätí.....	155
2.10 Bauschingerov efekt	157
2.11 Zákony tvárnenia.....	157
2.11.1 Zákon najmenšieho odporu	158
2.11.2 Zákon neodlučiteľnosti elastických deformácií.....	158
2.11.3 Zákon doplnkových napätí a zvyškových napätí	159
2.11.4 Zákon stálosti objemu	160
2.11.5 Zákon stálosti potenciálnej energie	160
2.11.6 Zákon spevnenia	161
2.11.7 Zákon trenia	161
2.12 Praktická časť.....	162
2.12.1 Úlohy.....	162
2.12.2 Ciele	162

TECHNOLÓGIA 1

2.12.3	Kontrolné otázky.....	162
	Literatúra.....	163
3	Objemové tvárnenie.....	164
3.1	Kovanie.....	164
3.1.1	Ohrev kovu	164
3.1.2	Rozsah teplôt.....	164
3.1.3	Vplyv teploty	166
3.2	Rozdelenie kovania.....	170
3.2.1	Voľné kovanie.....	171
3.2.2	Zápustkové kovanie.....	172
3.3	Nástroje na kovanie.....	173
3.3.1	Nástroje na voľné kovanie.....	173
3.3.2	Náradie na voľné ručné kovanie.....	174
3.3.3	Náradie na voľné strojné kovanie.....	176
3.3.4	Kovadlá na predkovávanie predkovkov.....	177
3.3.5	Nástroje na zápustkové kovanie.....	177
3.4	Ideálny predkovok a jeho prierezový obrazec.....	179
3.5	Odstrihovanie výronku	181
3.6	Technologický postup výroby zápustkového výkovku.....	182
3.7	Stanovenie rozmerov a tvaru polovýrobku	184
3.8	Výpočet tvárniacich síl a energií pri zápustkovom kovaní.....	187
3.9	Praktická časť.....	189
3.9.1	Úlohy	189
3.9.2	Cieľ.....	189
3.9.3	Kontrolné otázky	189
	Literatúra.....	192
4	Plošné tvárnenie.....	193
4.1	Strihanie	193
4.1.1	Proces strihania	193
4.1.2	Technologický pohľad na proces strihania	194

TECHNOLÓGIA 1

4.1.3	Prehľad druhov strihania	196
4.1.4	Konštrukčné systémy strižných nástrojov	196
4.1.5	Strižná sila	200
4.1.6	Strižná práca	201
4.1.7	Strižná vôľa	202
4.1.8	Nástrihový plán	202
4.2	Ohýbanie	206
4.2.1	Voľné ohýbanie a ohýbanie v nástroji	206
4.2.2	Ohýbacia technika	209
4.2.3	Rozdelenie ohýbacích nástrojov	210
4.2.4	Ohýbacie nástroje	211
4.2.5	Ohyb podľa krivky určitého polomeru	217
4.2.6	Neutrálne vlákno pri ohybe	222
4.2.7	Odpruženie v procese ohybu	223
4.3	Hlboké ťahanie	225
4.3.1	Technologické poznatky o hlbokom ťahaní	227
4.3.2	Druhy ťahania	229
4.3.3	Ťahanie bez pridržiavača	230
4.3.4	Ťahanie s pridržiavačom	231
4.3.5	Ťažná medzera	232
4.3.6	Ťažná sila	232
4.3.7	Sila pridržiavača	235
4.3.8	Sila lisu	236
4.3.9	Ťažná rýchlosť	236
4.3.10	Polomer zaoblenia	236
4.3.11	Tlak pridržiavača	237
4.3.12	Ťažný polomer	238
4.3.13	Výpočet veľkosti východiskového materiálu - prístrihu	239
4.3.14	Výpočet stupňa (koeficientu) ťahania	240
4.3.15	Stanovenie počtu ťažných operácií	241

TECHNOLÓGIA 1

4.4	Praktická časť.....	242
4.4.1	Úlohy	242
4.4.2	Cieľ.....	242
4.4.3	Kontrolné otázky	242
4.4.4	Praktické úlohy	243
	Literatúra.....	246
	ZVÁRANIE	247
	Úvod	248
1	Zváranie.....	250
1.1	Základné pojmy pri zváraní	251
1.2	Príprava zvarových plôch pred zváraním	253
1.3	Typy zvarových spojov.....	254
1.4	Základné spôsoby zvárania a ich označovanie	256
1.5	Polohy pri zváraní	257
1.6	Systém na označovanie materiálov pre zváranie	259
1.7	Zvariteľnosť konštrukčných ocelí.....	260
1.8	Praktická časť.....	261
1.8.1	Úlohy	261
1.8.2	Ciele.....	262
1.8.3	Kontrolné otázky	262
	Literatúra.....	262
2	Technológie zvárania elektrickým oblúkom	264
2.1	Fyzikálne princípy zvárania elektrickým oblúkom	264
2.2	Prenosy kovu v elektrickom oblúku	267
2.3	Zdroje zvaracieho prúdu pre oblúkové metódy zvárania.....	272
2.3.1	Transformátory	275
2.3.2	Usmerňovače.....	276
2.3.3	Invertory	277
2.4	Technológia zvárania obalenou elektródou (ROZ)	278
2.4.1	Princíp metódy	278

TECHNOLÓGIA 1

2.4.2	Obalené elektródy	280
2.4.3	Parametre zvarania	283
2.4.4	Použitie, výhody a nevýhody	283
2.5	Oblúkové zvaranie taviacou sa elektródou v aktívnom alebo inertnom plyne (MAG/MIG)	284
2.5.1	Princíp metódy	284
2.5.2	Prídavné materiály pre MAG/MIG zvaranie	286
2.5.3	Ochranné atmosféry pre MAG/MIG zvaranie	288
2.5.4	Parametre zvarania	290
2.5.5	Použitie, výhody a nevýhody	295
2.6	Oblúkové zvaranie netaviacou sa volfrámovou elektródou v inertnej ochrannej atmosfére (TIG)	295
2.6.1	Princíp metódy	295
2.6.2	Volfrámové elektródy	297
2.6.3	Prídavné materiály pre TIG zvaranie	299
2.6.4	Parametre zvarania	300
2.6.5	Použitie, výhody a nevýhody	300
2.7	Zvaranie pod tavivom (ZPT)	301
2.7.1	Princíp metódy	301
2.7.2	Prídavné materiály pre ZPT	303
2.7.3	Tavivá	303
2.7.4	Parametre zvarania	304
2.7.5	Použitie, výhody a nevýhody	304
2.8	Praktická časť	305
2.8.1	Úlohy	305
2.8.2	Ciele	305
2.8.3	Kontrolné otázky	305
	Literatúra	305
3	Ostatné spôsoby zvarania, spájkovania a delenia materiálov	307
3.1	Zvaranie plameňom	307

TECHNOLÓGIA 1

3.1.1	Plyny pre plameňové zváranie	308
3.1.2	Charakteristika kyslík-acetylénového plameňa	310
3.1.3	Prídavné materiály	312
3.1.4	Spôsoby zvárania plameňom.....	312
3.1.5	Parametre zvárania	313
3.1.6	Použitie výhody a nevýhody	314
3.2	Odporové zváranie	314
3.2.1	Princíp metódy	314
3.2.2	Režimy odporového zvárania	317
3.2.3	Parametre odporového zvárania a zváracie programy	318
3.2.4	Použitie, výhody a nevýhody.....	319
3.2.5	Odporové bodové zváranie	320
3.2.6	Odporové švové zváranie	321
3.2.7	Odporové výstupkové zváranie	321
3.2.8	Odporové stykové zváranie	322
3.3	Zváranie plazmovým lúčom.....	324
3.4	Zváranie laserovým lúčom.....	326
3.5	Zváranie elektrónovým lúčom.....	328
3.6	Aluminotermické zváranie	329
3.7	Spájkovanie	331
3.7.1	Fyzikálne princípy spájkovania	331
3.7.2	Spájkky a tavivá	332
3.7.3	Typy spájkovaných spojov	334
3.7.4	Technológie spájkovania	336
3.7.5	Použitie, výhody a nevýhody.....	338
3.8	Termické delenie materiálov.....	339
3.8.1	Plameňové rezanie kyslíkom	339
3.8.2	Plazmové rezanie.....	341
3.8.3	Laserové rezanie.....	342
3.9	Praktická časť.....	344

TECHNOLÓGIA 1

3.9.1	Úlohy	344
3.9.2	Ciele.....	344
3.9.3	Kontrolné otázky	344
	Literatúra.....	345
4	Chyby zvarových spojov a ich identifikácia pomocou nedeštruktívnych techník.....	346
4.1	Chyby zvarových spojov	346
4.1.1	Trhliny.....	347
4.1.2	Dutiny	347
4.1.3	Tuhé vtrúseniny.....	348
4.1.4	Chyby natavenia a neprievar	349
4.1.5	Odchýlky tvaru a rozmerov	350
4.1.6	Rôzne chyby.....	351
4.2	Nedeštruktívne techniky pre skúšanie zvarových spojov.....	351
4.2.1	Vizuálna kontrola.....	352
4.2.2	Kapilárna kontrola	353
4.2.3	Magnetická kontrola	354
4.2.4	Prežarovacia kontrola.....	354
4.2.5	Ultrazvuková kontrola	355
4.3	Praktická časť.....	356
4.3.1	Úlohy	356
4.3.2	Ciele.....	357
4.3.3	Kontrolné otázky	357
	Literatúra.....	357
	TEPELNÉ SPRACOVANIE	359
	Úvod	360
1	Technológia tepelného spracovania	362
1.1	Základné pojmy z tepelného spracovania	362
1.2	Rozdelenie spôsobov tepelného spracovania	364
1.3	Žíhanie	366
1.4	Kalenie	369

TECHNOLÓGIA 1

1.4.1	Kaliaca teplota	370
1.4.2	Ochladzovanie, ochladzovacie prostredia	371
1.4.3	Druhy kalenia.....	372
1.5	Popúšťanie.....	373
1.6	Kombinované tepelné spracovanie	373
1.7	Praktická časť.....	374
1.7.1	Úlohy	374
1.7.2	Ciele.....	374
1.7.3	Kontrolné otázky	374
	Literatúra.....	375
2	Tepelné spracovanie ocelí a liatin	376
2.1	Žíhanie	376
2.1.1	Ohrev eutektoidných ocelí	376
2.1.2	Ohrev podeutektoidných ocelí	377
2.1.3	Ohrev nadeutektoidných ocelí	377
2.1.4	Ochladzovanie po žíhaní.....	377
2.2	Žíhanie bez prekryštalizácie	378
2.2.1	Žíhanie na mätko	378
2.2.2	Rekryštalizačné žíhanie	378
2.2.3	Protivložkové žíhanie	378
2.2.4	Žíhanie na odstránenie krehkosti po morení	378
2.2.5	Žíhanie na zníženie vnútorných napätí.....	379
2.2.6	Žíhanie na stabilizáciu rozmerov	379
2.3	Žíhanie s prekryštalizáciou	379
2.3.1	Normalizačné žíhanie	380
2.3.2	Homogenizačné žíhanie.....	380
2.3.3	Izotermické žíhanie	381
2.3.4	Žíhanie nepolymorfných ocelí	381
2.4	Kalenie	382
2.5	Popúšťanie po kalení	383

TECHNOLÓGIA 1

2.6	Bainitické kalenie.....	383
2.7	Izotermické bainitické kalenie.....	384
2.8	Anizotermické bainitické kalenie.....	385
2.9	Povrchové kalenie	385
2.10	Tepelné spracovanie grafitických liatin	386
2.10.1	Žíhanie na zníženie vnútorných napätí	386
2.10.2	Žíhanie na zníženie tvrdosti	386
2.10.3	Kalenie liatin.....	386
2.10.4	Popúšťanie liatin po kalení.....	387
2.10.5	Izotermické zušľachtovanie liatin.....	387
2.11	Temperovanie liatin	388
2.11.1	Temperovaná liatina s bielym lomom.....	388
2.11.2	Temperovaná liatina s čiernym lomom	388
2.11.3	Temperovaná liatina perlitická	389
2.12	Praktická časť.....	389
2.12.1	Úlohy.....	389
2.12.2	Ciele	389
2.12.3	Kontrolné otázky	389
	Literatúra.....	390
3	Tepelné spracovanie neželezných kovov	391
3.1.1	Tepelné spracovanie hliníka a jeho zliatin.....	391
3.1.2	Vytvrdzovanie.....	392
3.2	Tepelné spracovanie horčíka a zliatin horčíka.....	397
3.3	Tepelné spracovanie niklu a niklových zliatin	398
3.4	Tepelné spracovanie titánu a titánových zliatin.....	399
3.5	Praktická časť.....	399
3.5.1	Úlohy	400
3.5.2	Ciele.....	400
3.5.3	Kontrolné otázky	400
	Literatúra.....	400

TECHNOLÓGIA 1

4	Chemicko-tepelné spracovanie	402
4.1	Cementovanie	402
4.1.1	Rovnovážne a nerovnovážne stavy pri cementovaní	403
4.1.2	Spôsoby nahličovania pri cementovaní	404
4.2	Nitridovanie	405
4.3	Nitrocementovanie	406
4.4	Bórovanie	408
4.5	Difúzne hliníkovanie (alitovanie)	409
4.6	Difúzne chrómovanie	409
4.7	Praktická časť	410
4.7.1	Úlohy	410
4.7.2	Ciele	410
4.7.3	Kontrolné otázky	410
	Literatúra	411