

Obsah

Úvod	5
I Technológia tvárnenia	7
1 História, súčasnosť a perspektíva tvárnenia (Prof. Ing. František Blaščík, CSc.)	8
2 Základy teórie plastickej deformácie kovov	10
2.1 Štruktúra látok	10
2.2 Dislokácie pri tvárnení	12
2.2.1 Dislokácia v kryštáloch	12
2.2.2 Druhy dislokácií	14
2.2.3 Burgesova slučka, Burgesov vektor a hustota dislokácií	16
2.2.4 Vznik dislokácií	19
2.2.5 Pohyb dislokácií	22
2.3 Charakteristika plastickej deformácie	25
2.3.1 Všeobecne o deformácii	25
2.3.2 Rozdelenie technologických tvárniacich procesov	27
2.3.2.1 Rozdelenie tvárnenia podľa teploty	40
2.3.2.2 Rozdelenie tvárnenia podľa tepelného efektu	44
2.3.2.3 Rozdelenie tvárnenia podľa stupňa dosiahnuteľnej deformácie	45
2.4 Mechanizmus plastickej deformácie	46
2.4.1 Základné typy deformácií a porušení	46
2.4.2 Druhy mechanizmov	48
2.5 Kritické sklzové napätie	53
2.6 Deformačné spevnenie	54
2.6.1 Všeobecné znaky spevnenia	54
2.6.2 Krivky spevnenia a intenzita spevnenia	56
2.7 Vplyv tvárnenia za studena na vlastnosti ocele	58
2.8 Vplyv tvárnenia za tepla na vlastnosti ocele	60
2.8.1 Mechanizmus plastickej deformácie za tepla	60
2.8.2 Zotavenie	62
2.8.3 Rekryštalizácia	63
3 Materiál používaný pri výrobe súčiastok tvárnením	67
3.1 Druhy používaného materiálu	67
3.2 Kontrola materiálu	69

4	Delenie materiálu	72
4.1	Delenie rezaním	72
4.2	Delenie upichovaním	73
4.3	Delenie lámaním	73
4.4	Delenie sekaním	74
4.5	Delenie strihaním	75
4.5.1	Strihanie rovnobežnými nožmi	76
4.5.2	Strihanie sklonenými nožmi	79
4.5.3	Strihanie kruhovými nožmi	83
5	Plošné tvárnenie	86
5.1	Strihanie v strihadlách a dierovadlách	86
5.1.1	Teoretické problémy	86
5.1.2	Rozdelenie lisovacích nástrojov na tvárnenie za studena	90
5.1.3	Výpočet šírky pásu a nástrihové plány	93
5.1.4	Presné strihanie	93
5.1.5	Strihanie pomocou gumy	99
5.2	Ohýbanie	103
5.2.1	Rozdelenie technológie ohýbania	103
5.2.2	Výpočet ohýbacej sily a práce	108
5.2.3	Technologické problémy ohýbania	110
5.2.4	Ohýbanie na valcoch	112
5.3	Tlačenie	118
5.4	Ťahanie	120
5.4.1	Rozdelenie technológie ťahania	120
5.4.2	Obyčajné ťahanie	123
5.4.3	Praktické určenie ťažnej sily, pridržiavacej sily a práce	126
5.4.4	Technologické podmienky ťahania	128
5.4.5	Ďalšie hlavné technológie ťahania	133
5.4.6	Stroje používané pri hlbokom ťahaní	136
5.4.7	Nové smery v ťahaní plechov	139
6	Ohřev materiálu (Doc. Ing. Jiří Procházka, CSc.)	142
6.1	Ohřev materiálu před tvářením	142
6.2	Fyzikální podmínky ohřevu	144
6.3	Chemické jevy ohřevu	149
6.4	Podmínky bezokujového ohřevu	158
6.5	Měření a regulace teploty	161
6.6	Zařízení pro ohřev materiálu	167
7	Objemové tváření	175
7.1	Základní pojmy	175
7.1.1	Síly, práce a napětí při kování a lisování	178
7.1.2	Volné kování na bucharech a lisech	185

7.1.2.1	Technologie volného strojního kování	185
7.1.2.2	Stroje pro volné kování a lisování	192
7.1.3	Zápustkové kování	199
7.1.3.1	Technologie zápustkového kování	199
7.1.3.2	Stroje pro zápustkové kování	209
7.1.3.3	Konstrukce zápustek a jejich materiály	219
7.1.4	Úprava výkovek	226
7.2	Pretláčanie (Prof. Ing. František Blaščík, CSc.)	229
7.2.1	Hlavné spôsoby pretláčania	230
7.2.2	Materiál na pretláčanie a jeho úprava	232
7.2.3	Sila a práca pri pretláčaní	237
7.2.4	Nástroje na pretláčanie	239
7.2.5	Stroje na pretláčanie	244
7.3	Radiální lisování (Doc. Ing. Jiří Procházka, CSc.)	246
7.4	Rotační kování	247
7.5	Lisování práškových kovů (Doc. Ing. Karel Zeman, CSc.)	249
7.5.1	Význam technologie	249
7.5.2	Přehled výroby kovových prášků	251
7.5.3	Zhutňování kovových prášků	252
7.5.3.1	Lisování	253
7.5.3.2	Speciální způsoby konsolidace	255
7.5.3.3	Válcování	257
7.5.3.4	Spékání	258
7.5.3.5	Kování	259
7.5.3.6	Technologičnost konstrukce součástí	259
7.6	Lisování plastů	260
7.6.1	Význam technologie	260
7.6.2	Lisování reaktoplastů	261
7.6.3	Vstřikování reaktoplastů	263
7.6.4	Vstřikování termoplastů	264
7.6.5	Vytlačování a vyfukování	266
7.6.6	Válcování	267
7.6.7	Plošné tváření desek a fólií	268
7.6.8	Kování plastů	269
8	Nekonvenčné tvárnenie (Doc. Ing. Karol Polák, CSc.)	271
8.1	Rýchlostné tvárnenie	271
8.1.1	Združené prekovanie	273
8.1.2	Rázové vtláčanie	274
8.1.3	Renovácia súčiastok	276
8.1.4	Vysokorýchlostné kovanie	277
8.1.5	Explozivne tvárnenie	279
8.1.6	Strihanie so zvýšenou rýchlosťou	283
8.2	Tlakové tvárnenie	284

8.2.1	Tvárnenie v elastickom a kvapalinovom prostredí	285
8.2.2	Hydrostatické tvárnenie	290
8.2.3	Izostatické tvárnenie	291
8.2.4	Hydrodynamické tvárnenie	291
8.3	Frekvenčné tvárnenie	295
8.4	Termálne tvárnenie	296
8.5	Viacsmerné tvárnenie	298
8.6	Tvárnenie s aktívnymi silami trenia	298
8.7	Tvárnenie kývavým nástrojom	300
8.8	Tvárnenie pri výrobe zložených materiálov.	300
	Literatúra	302
II	Technológia zlievárenstva	305
1	História, súčasnosť a perspektíva zlievárenstva (Prof. Ing. Stanislav Pilárik, CSc.)	306
2	Kovy a zliatiny v zlievárenstve	310
2.1	Základné zlievárenské vlastnosti	310
2.1.1	Taviteľnosť	310
2.1.2	Tekutosť a zabiehavosť	311
2.1.3	Zmršťovanie	314
2.1.4	Odmiešavanie	315
2.1.5	Schopnosť pohlcovať plyny	315
2.2	Liatiny	316
2.2.1	Sivá liatina	316
2.2.2	Temperovaná liatina	322
2.2.3	Tvárna liatina	324
2.2.4	Špeciálne liatiny	326
2.2.5	Vplyv prvkov na vlastnosti liatin	329
2.3	Ocele na odliatky	330
2.3.1	Uhlíkové ocele	334
2.3.2	Legované ocele	334
2.4	Neželezné kovy na odliatky	338
2.4.1	Meď a jej zliatiny	339
2.4.1.1	Bronzy (Cu—Sn)	339
2.4.1.2	Mosadze (Cu—Zn)	339
2.4.2	Hliník, horčík a ich zliatiny	340
2.4.3	Titán a jeho zliatiny	340
2.4.4	Cín, olovo, zinok a ich zliatiny	342
2.4.5	Nízkotaviteľné zliatiny	344
3	Modelové zariadenia	345
3.1	Činitele ovplyvňujúce druh modelového zariadenia	345
3.2	Výroba modelov a jadrovníkov	345
3.2.1	Deliaca rovina modelu	346

3.2.2	Prídavky na obrábanie	347
3.2.3	Prídavky na zmršťovanie	349
3.2.4	Technologické prídavky	350
3.3	Materiály na výrobu modelov a jadrovníkov	350
3.3.1	Drevo	350
3.3.2	Kovy	351
3.3.3	Živice	352
3.4	Konštrukcia modelového zariadenia	353
3.4.1	Známky pre jadrá a čapy jadier	354
3.5	Modelové platne	358
4	Výroba foriem a jadier	360
4.1	Rozdelenie a vlastnosti formovacích zmesí	360
4.1.1	Vlastnosti formovacích zmesí	361
4.1.2	Ostrivá do formovacích zmesí	362
4.1.2.1	Ostrivá neutrálneho charakteru	363
4.1.2.2	Ostrivá zásaditého charakteru	363
4.1.2.3	Ostrivá kyslého charakteru	363
4.1.2.4	Špeciálne ostrivá	364
4.1.3	Spojivá do formovacích zmesí	364
4.1.3.1	Ílové spojivá	364
4.1.3.2	Vodné sklo	365
4.1.3.3	Cement	365
4.1.3.4	Sadra	366
4.1.3.5	Sacharidové spojivá	366
4.1.3.6	Oleje	366
4.1.3.7	Umelé živice	366
4.1.4	Prísady a pomocné látky	367
4.1.5	Skúšanie formovacích a jadrových zmesí	368
4.1.5.1	Technologické skúšky	368
4.2	Výroba foriem	372
4.2.1	Formovacie rámy	373
4.2.2	Výroba netrvalých foriem	374
4.2.2.1	Ručná výroba netrvalých foriem	374
4.2.2.2	Strojová výroba netrvalých foriem	377
4.2.3	Spôsoby zhusťovania formovacích zmesí	378
4.2.3.1	Zhusťovanie ubíjaním	380
4.2.3.2	Zhusťovanie lisovaním	380
4.2.3.3	Zhusťovanie striasaním	382
4.2.3.4	Zhusťovanie vrhaním	382
4.2.3.5	Zhusťovanie fúkaním	383
4.2.3.6	Zhusťovanie vstreľovaním	385
4.2.4	Odvzdušnenie (odplynenie) foriem	385
4.2.5	Výroba foriem šablónovaním	386
4.2.5.1	Rotačné šablónovanie	386
4.2.5.2	Rovinné šablónovanie	390
4.3	Výroba jadier	392
4.3.1	Vystuženie a odplynenie jadier	392

4.3.2	Ručná výroba jadier	393
4.3.3	Výroba jadier šablónovaním	394
4.4	Mechanizovaná (strojová) výroba foriem a jadier	394
4.4.1	Formovacie stroje	395
4.4.2	Stroje na výrobu jadier	397
4.4.2.1	Vstreľovacie a fúkacie stroje na výrobu jadier	397
4.5	Vtoková sústava	399
4.5.1	Konštrukcia vtokovej sústavy, prúdenie kovu vo vtokovej sústave	400
4.5.1.1	Vtoková jamka	400
4.5.1.2	Vtokový kanál	401
4.5.1.3	Troskové a rozvádzacie kanály	402
4.5.1.4	Zárezy	403
4.5.1.5	Výpočet vtokovej sústavy	404
4.5.2	Voľba vtokovej sústavy podľa liateho kovu	405
4.5.3	Výfuky	406
4.6	Náliatky	407
4.6.1	Výpočet náliatku	409
4.6.1.1	Určenie počtu náliatkov	410
4.6.2	Druhy náliatkov	411
4.6.3	Chladidlá	413
5	Príprava tekutého kovu (Doc. Dr. Ing. Marcel Žitňanský, DrSc.)	415
5.1	Tavenie kovov	415
5.1.1	Pece na tavenie liatiny	419
5.1.2	Pece na tavenie ocele	424
5.1.3	Pece na tavenie neželezných kovov	432
5.2	Liatie kovu do foriem	436
5.2.1	Lejacie panvy	436
5.2.2	Príprava foriem na liatie	440
5.2.3	Výpočet zaťaženia formy	443
5.2.4	Mechanizácia a automatizácia odlievania	446
6	Špeciálne spôsoby výroby odliatkov	455
6.1	Výroba odliatkov do kovových foriem	455
6.1.1	Gravitačné liatie	461
6.1.2	Tlakové liatie	464
6.1.2.1	Výroba odliatkov lisovaním z tekutej fázy	468
6.1.2.2	Výroba odliatkov vytláčaním taveniny z formy	474
6.1.3	Odstredivé liatie	474
6.2	Výroba odliatkov do keramických foriem	476
6.2.1	Výroba na vytaviteľný model	476
6.2.2	Výroba na spáliteľný model	480
6.2.3	Výroba na pevný model	480
6.3	Výroba foriem z kovových práškov v magnetickom poli	484
6.4	Vákuové formovanie a odlievanie vo vákuu	486
6.5	Odlievanie v pretlakovej atmosfére	488

7	Chyby odliatkov (Prof. Ing. Stanislav Pilárik, CSc.)	500
7.1	Triedenie chýb odliatkov a ich poznávacie znaky	500
7.2	Zisťovanie chýb odliatkov	500
7.2.1	Skúšky bez porušenia materiálu	507
7.2.1.1	Prežarovacie metódy	507
7.2.1.2	Magnetické a elektrické metódy	508
7.2.1.3	Zvukové a ultrazvukové metódy	509
8	Základy tepelného spracovania odliatkov	511
8.1	Tepelné spracovanie oceľových odliatkov	511
8.1.1	Tepelné spracovanie legovaných ocelí	515
8.2	Tepelné spracovanie odliatkov z liatin	515
8.3	Tepelné spracovanie odliatkov z neželezných zliatin	518
8.3.1	Tepelné spracovanie odliatkov zo zliatin hliníka	519
8.3.2	Tepelné spracovanie odliatkov zo zliatin horčíka	520
8.3.3	Tepelné spracovanie odliatkov zo zliatin medi	521
9	Využitie výpočtovej techniky v zlievárenstve	522
	Literatúra	524
III	Technológia zvarovania	525
1	História, súčasnosť a perspektíva zvarovania	526
1.1	História zvarovania	526
1.2	Súčasný stav zvarovania v ČSSR	529
1.3	Perspektívy zvarovania v ČSSR	530
2	Teoretické základy zvarovacích procesov	532
2.1	Elementárne väzby	532
2.2	Termodynamické určenie zvaracieho procesu	535
2.3	Energetická efektívnosť zvarovacích procesov	537
3	Tepelné procesy pri zvaraní	538
3.1	Tvar a veľkosť teplotného poľa	538
3.2	Teplotný a deformačný cyklus zvarovania	539
3.3	Napätia a deformácie vo zvarových spojoch	542
3.3.1	Vznik napätí	543
3.3.2	Vznik deformácií a napätí pri zvaraní kaliteľných ocelí	545
3.3.3	Postupy znižujúce napätia a deformácie zvarkov	547
3.3.4	Vplyv zvyškových napätí	548
3.3.5	Rozdelenie deformácií	548
4	Metalurgia zvarovania	550
4.1	Metalurgické reakcie pri zvaraní	551
4.1.1	Reakcie roztaveného kovu s kyslíkom	552
4.1.2	Reakcie roztaveného kovu s dusíkom	554
4.1.3	Reakcie roztaveného kovu s vodíkom	556
5	Vznik zvarového spoja	558
5.1	Zvarový kúpeľ	558

5.2	Kryštalizácia zvarového kúpeľa	559
5.3	Teplota zvarového kúpeľa	561
6	Zvariteľnosť kovových materiálov	563
6.1	Zvariteľnosť ocelí	563
6.1.1	Zvariteľnosť uhlíkových ocelí	563
6.1.2	Zvariteľnosť nízkolegovaných ocelí	570
6.1.3	Zvariteľnosť mikrolegovaných ocelí	572
6.1.4	Zvariteľnosť vysokolegovaných ocelí	574
6.2	Zvariteľnosť liatin	579
6.3	Zvariteľnosť medi a jej zliatin	583
6.3.1	Zvariteľnosť medi	583
6.3.2	Zvariteľnosť mosadze	585
6.3.3	Zvariteľnosť bronzov	585
6.4	Zvariteľnosť hliníka a jeho zliatin	586
6.4.1	Vznik trhlín vo zvarových spojoch	587
6.4.2	Studené trhliny pri zliatinách Al	588
6.5	Zvariteľnosť titánu	589
6.6	Zvariteľnosť olova	590
7	Tavné zváranie	592
7.1	Zváranie plameňom	592
7.1.1	Plyny používané na zváranie	592
7.1.2	Fyzikálna, chemická a tepelná charakteristika plameňa	596
7.1.3	Zváracie zariadenie	600
7.1.4	Prídavné materiály a tavivá	608
7.1.5	Technológia zvárania plameňom	612
7.1.6	Použitie zvárania plameňom pri spájaní materiálov	615
7.1.7	Plameňovo-tlakové zváranie	618
7.2	Ručné zváranie elektrickým oblúkom	619
7.2.1	Teoretické základy zvárania elektrickým oblúkom	619
7.2.2	Zdroje zváracieho prúdu	625
7.2.3	Elektrody na ručné zváranie elektrickým oblúkom	632
7.2.4	Technológia zvárania elektrickým oblúkom	638
7.2.5	Použitie ručného oblúkového zvárania pri spojovaní rôznych materiálov	642
7.2.6	Chyby zvarových spojov vyhotovených zváraním elektrickým oblúkom ručne	648
7.3	Zváranie pod tavivom	651
7.3.1	Regulácia zváracieho procesu	652
7.3.2	Vplyv režimu zvárania na zvárací proces	654
7.3.3	Metalurgia zváracieho procesu	654
7.3.4	Technológia zvárania	655
7.3.5	Použitie zvárania pod tavivom v praxi	660
7.4	Zváranie elektrickým oblúkom v ochranných atmosférach	661
7.4.1	Zváranie v ochrannej atmosfére argónu netaviacou sa elektródou	662
7.4.2	Zváranie v ochranných atmosférach taviacou sa elektródou	665
7.4.3	Zváranie v ochrannej atmosfére CO ₂	668
7.4.4	Impulzné zváranie v ochranných plynoch	680
7.5	Elektrotroskové zváranie	681
7.5.1	Podstata zváracieho procesu	681

7.5.2	Technológia zvarovania	686
7.5.3	Použitie elektrotroskového zvarovania pri spájaní materiálov	689
8	Odporové zvarovanie	691
8.1	Bodové zvarovanie	691
8.1.1	Prechodové odpory	691
8.1.2	Metalurgický proces	693
8.1.3	Vplyv prítlačacej sily	694
8.1.4	Odpory zvaracieho obvodu	695
8.1.5	Zvaracie parametre	695
8.1.6	Tepelná rovnováha	697
8.1.7	Návrh spojov pre bodové zvarovanie	698
8.1.8	Zvaracie stroje a príslušenstvo	700
8.1.9	Zvaracie elektródy	700
8.1.10	Použitie bodového zvarovania vo výrobnej praxi	701
8.1.11	Mechanické skúšky zvarových spojov	702
8.2	Švové zvarovanie	704
8.2.1	Parametre zvarovania	704
8.2.2	Zvaracie elektródy	704
8.2.3	Vytvorenie zvarového spoja	705
8.2.4	Použitie švového zvarovania	706
8.2.5	Zvaracie stroje	706
8.2.6	Skúška tesnosti švových zvarov	707
8.3	Výstupkové zvarovanie	707
8.3.1	Princíp zvarovania	707
8.3.2	Zvaracie parametre	709
8.3.3	Zvaracie stroje	709
8.3.4	Zvaracie prípravky	710
8.3.5	Použitie v praxi	711
8.3.6	Chyby zvarových spojov	711
8.4	Stykové stláčacie zvarovanie	711
8.4.1	Tepelné procesy pri stykovom stláčacom zvaraní	712
8.4.2	Použitie stykového stláčacieho zvarovania v praxi	714
8.4.3	Zvaracie stroje	714
8.5	Stykové odtavovacie zvarovanie	714
8.5.1	Princíp zvarovania	714
8.5.2	Odtavovací proces	715
8.5.3	Zvaracie parametre	717
8.5.4	Zvaracie stroje	718
8.5.5	Použitie v praxi	718
9	Chyby celistvosti zvarových spojov	720
9.1	Horúce trhliny	721
9.1.1	Horúce trhliny vo zvarovom kove	722
9.1.2	Horúce trhliny v TOZ	724
9.2	Studené trhliny	726
9.2.1	Odolnosť zvarového spoja proti vzniku studených trhlín	726
9.3	Lamelárne trhliny	731
9.4	Žihacie trhliny	732
9.5	Oneskorené trhliny	734

10	Špeciálne spôsoby zvarovania	736
10.1	Zvarovanie tlakom za studena	736
10.1.1	Príprava zvarových plôch	736
10.1.2	Zvarovanie preplátovaných plechov	736
10.1.3	Stykové zvarovanie	738
10.2	Zvarovanie trením	739
10.2.1	Mechanizmus vzniku zvarového spoja	739
10.2.2	Parametre zvarovania	740
10.3	Zvarovanie ultrazvukom	742
10.3.1	Princíp zvarovania	742
10.3.2	Parametre ultrazvukového zvarovania	743
10.3.3	Prítlačná sila	744
10.3.4	Frekvencia ultrazvukových kmitov	744
10.3.5	Zvarovací čas	744
10.3.6	Tepelné procesy pri ultrazvukovom zvarovaní	744
10.3.7	Mechanizmus vzniku zvarového spoja	745
10.4	Difúzne zvarovanie	745
10.4.1	Princíp zvarovania	745
10.4.2	Parametre zvarovania	746
10.4.3	Aplikácia v technickej praxi	746
10.5	Zvarovanie explóziou	747
10.5.1	Princíp zvarovania	747
10.5.2	Voľba parametrov	748
10.5.3	Príprava zvarovaných plôch	748
10.5.4	Priemyselné využitie	748
10.6	Zvarovanie plazmou	749
10.6.1	Voľba parametrov	750
10.6.2	Príprava ocelí pred zvaraním	750
10.6.3	Výhody zvarovania plazmou	750
10.6.4	Zvaracie zariadenia	750
10.6.5	Mikroplazmové zvarovanie	750
10.7	Zvarovanie elektrónovým lúčom	750
10.7.1	Princíp zvarovania	751
10.7.2	Využitie zvarovania elektrónovým lúčom v praxi	753
10.8	Aluminotermické zvarovanie	753
10.8.1	Princíp zvarovania	753
10.8.2	Postup zvarovania	754
10.9	Zvarovanie laserovým lúčom	755
10.9.1	Princíp zvarovania	755
10.9.2	Voľba parametrov	756
10.9.3	Príprava zvarových plôch	756
11	Spájkovanie kovov a zliatin	758
11.1	Fyzikálna podstata spájkovania	758
11.2	Spájky	758
11.2.1	Druhy a vlastnosti spájok	759
11.2.2	Označovanie spájok	761
11.3	Tavivá	762
11.3.1	Označovanie tavív	762

11.3.2	Osobitné druhy tavív	763
11.4	Skúšky spájkovateľnosti	763
11.5	Technológie spájkovania	763
11.5.1	Spájovanie spájkovačkou	763
11.5.2	Spájkovanie plameňom	764
11.5.3	Spájkovanie v peci s ochrannou atmosférou	764
11.5.4	Indukčné vysokofrekvenčné spájkovanie	765
11.5.5	Ponorné spájkovanie	765
11.5.6	Spájkovanie elektrickým odporom	766
11.5.7	Spájkovanie vo vákuu	766
11.5.8	Reakčné spájkovanie	767
11.5.9	Vtieracie spájkovanie	767
11.5.10	Spájkovanie ultrazvukom	767
11.6	Navrhovanie spájkovaných spojov	767
12	Technologickosť zvarok a zváraných konštrukcií	769
12.1	Ekonomické činitele výroby zvarok	769
12.2	Prvky zváraných konštrukcií	770
12.2.1	Kútové zvary	770
12.2.2	Tupé zvary	771
12.2.3	Rohové spoje	771
12.2.4	Preplátované spoje	772
12.2.5	Prerušovanie zvarov	772
12.2.6	Riešenie rohov skriň a nádrží	773
12.2.7	Riešenie rohov z valcovaných profilov	773
12.2.8	Vystužovanie stien	774
12.2.9	Vystužovanie kútov	774
12.2.10	Tuhosť prechodov	775
12.3	Zámena odliatkov zvarkami	775
12.3.1	Navrhovanie zvarok	776
12.3.2	Porovnanie nákladov na výrobu zvarok a odliatkov	776
13	Mechanizácia a automatizácia zváracích procesov	779
13.1	Ciele mechanizácie a automatizácie zváracích procesov	780
13.2	Pomocné zváracie zariadenia	780
13.2.1	Zváracie prípravky	781
13.2.2	Zváracie polohovadlá	781
13.2.3	Stavebnicové polohovacie jednotky	782
13.2.4	Stavebnicové zváracie zariadenia	782
13.2.5	Manipulátory	783
13.2.6	Roboty	784
13.3	Komplexné robotizované pracovisko	785
14	Renovácia opotrebovaných súčiastok	786
14.1	Opotrebovanie súčiastok	786
14.2	Voľba prídavného materiálu	787
14.3	Príprava materiálov pred naváraním plameňom a elektrickým oblúkom	788
14.4	Technológie navárania	788
14.4.1	Naváranie plameňom prídavnými materiálmi formou drôtov a odlievaných tyčiek	788

14.4.2	Naváranie plameňom kovovými práškami	788
14.4.3	Naváranie elektrickým oblúkom	791
14.5	Naváranie v ochranej atmosfére oxidu uhličitého	793
14.6	Naváranie liatin	793
14.7	Mechanizované spôsoby navárania	794
14.7.1	Naváranie pod tavivom	794
14.7.2	Naváranie v ochrane plynov	794
14.7.3	Naváranie pod roztavenou troskou	794
14.7.4	Vibračné naváranie	794
14.7.5	Plazmové naváranie	796
14.7.6	Práškové naváranie plazmovým oblúkom	796
14.7.7	Plazmové striekanie kovových práškov	797
15	Zváranie plastov	798
15.1	Zváranie horúcim plynom	798
15.2	Zváranie pomocou horúcich predmetov	799
15.3	Zváranie sálavým teplom	800
15.4	Tavné zváranie	800
15.5	Zváranie trením	800
15.6	Vysokofrekvenčné zváranie	800
15.7	Zváranie ultrazvukom	801
15.8	Impulzné zváranie	801
16	Delenie kovov	802
16.1	Delenie kovov kyslíkom	802
16.1.1	Rezacie horáky	802
16.1.2	Rezacie nadstavce	803
16.1.3	Rezacie stroje	804
16.1.4	Obsluha rezacieho stroja	805
16.1.5	Technológia rezania	808
16.1.6	Rezanie uhlíkových ocelí	809
16.1.7	Vplyv prísadových prvkov na rezanie ocelí kyslíkom	810
16.1.8	Poruchy a chyby pri rezaní ocelí kyslíkom	811
16.1.9	Rezanie materiálov so zhoršenou rezateľnosťou	812
16.1.10	Rezanie sivej liatiny kyslíkom	813
16.1.11	Rezanie plátovaných materiálov	813
16.1.12	Drážkovanie ocelí kyslíkom	813
16.2	Špeciálne spôsoby delenia kovových materiálov	814
16.2.1	Delenie kovov metódou OXI-ARC	814
16.2.2	Delenie materiálov kyslíkovou kopijou	814
16.2.3	Delenie kovov laserovým lúčom	815
16.2.4	Rezanie kovov plazmovým oblúkom	815
16.2.5	Delenie kovov elektrónovým lúčom	816
16.2.6	Drážkovanie uhlíkovou elektródou a stlačeným vzduchom	816
	Literatúra	817