

OBSAH

PREDHOVOR	7
Zoznam symbolov a skratiek	9
Prehľad základných pojmov a vzťahov v tvárnení	11
ÚVOD	13
Prehľad významných prác v oblasti teórie tvárenia	19
Literatúra ku kapitole Úvod	25
0 DÔLEŽITÉ POZNATKY A ZÁKONY TVÁRNENIA	27
0.1 Zákony tvárenia	28
0.2 Trenie a koeficient trenia	34
Literatúra ku kap. 0	36
1 STAVBA KOVOV	39
1.1 Stavba atómov	39
1.2 Elektrónový obal	41
Literatúra ku kap. 1	44
2 ŠTRUKTÚRA MATERIÁLOV	47
2.1 Atómová a molekulová stavba	47
2.2 Kryštalické materiály	48
2.2.1 Kryštalografické sústavy a mriežky	48
2.2.2 Kryštalické mriežky kovov	52
2.2.3 Vnútorná stavba zlatiń	53
2.2.4 Označovanie kryštalografických rovín a smerov	55
2.2.5 Mriežkové poruchy a mechanizmy difúzie	58
2.3 Dislokačná teória	59
2.3.1 Druhy dislokácií	60
2.3.1.1 Dislokácia hranová	60
2.3.1.2 Dislokácia skrutková	61
2.4 Burgersova slučka a Burgersov vektor	62
2.5 Hustota dislokácií	64
2.6 Pohyb dislokácií	65
2.7 Pretínanie dislokácií	68
2.8 Vznik dislokácií	69

2.8.1 <i>Vznik dislokácií pri kryštalizácii kovov</i>	69
2.8.2 <i>Vznik dislokácií pri zrastaní zrň a blokov</i>	69
2.8.3 <i>Vznik dislokácií pri premene zhľukov vakancií na dislokácie</i>	69
2.8.4 <i>Vznik dislokácií z Frank - Readových zdrojov</i>	69
2.9 Vplyv napäťosti na plastickú deformáciu	73
Literatúra ku kap. 2	74
3 TVÁRNITELNOSŤ KOVOV	77
3.1 Základné pojmy tvárnitelnosti	77
3.2 Metodika skúšania a vyhodnocovania tvárnitelnosti	77
3.2.1 <i>Ťahová skúška</i>	78
3.2.2 <i>Ubíjacia skúška</i>	79
3.2.3 <i>Skúška krutom</i>	80
3.3 Tvárnitelnosť ocelí	82
3.4 Hlavné činitele ovplyvňujúce tvárnitelnosť	83
3.5 Fyzikálno - metalurgická podstata tvárnitelnosti	85
3.5.1 <i>Mechanizmus plastickej deformácie</i>	85
3.6 Jednotný ukazovateľ tvárnitelnosti	90
3.7 Tvárnitelnosť za tepla	93
3.7.1 <i>Termomechanické činitele</i>	93
3.7.1.1 <i>Vplyv stavu napäťosti na tvárnitelnosť</i>	93
3.8 Superplasticita	102
3.8.1 <i>Superplasticité materiály</i>	103
3.8.2 <i>Termomechanické podmienky</i>	103
3.8.3 <i>Metalurgické činitele</i>	104
3.8.4 <i>Základné mechanizmy superplasticity</i>	106
3.8.5 <i>Možnosti využitia superplasticity</i>	107
3.9 Tvárnitelnosť ocelí za studena	108
3.9.1 <i>Pojem tvárnitelnosť za studena</i>	109
3.9.2 <i>Fyzikálna podstata a základy tvárnitelnosti za studena</i>	110
3.9.2.1 <i>Pružná a plastická deformácia pri tvárení za studena</i>	110
3.9.2.2 <i>Mechanizmus plastickej deformácie za studena</i>	111
3.9.3 <i>Spevnenie za studena deformovaných ocelí</i>	112
Literatúra ku kap. 3	116
4 VONKAJŠIE A VNÚTORNÉ ZAŤAŽUJÚCE ÚČINKY	117
4.1 Sily vzájomného pôsobenia	117

Teória tvárnenia kovov

4.2 Napäťosť v bode kontinua	117
4.3 Deformácia v bode kontinua	124
4.4 Intenzita napäťí a intenzita deformácie	126
4.5 Oktaedrické napätie	127
4.6 Hlavné šmykové napäťia	129
4.7 Rozbor Mohrových kružníc	129
4.8 Poznámky k pretvoreniu	132
4.9 Ťahová skúška pri krátkodobom rastúcom zaťažení	134
4.10 Teoretické základy pretvárnej práce a sily	136
 4.10.1 Stupeň deformácie	136
 4.10.2 Zotavenie	139
4.11 Rekryštalizácia	140
4.12 Adiabatická a izotermická deformácia	143
 4.12.1 Ohrev kovu vplyvom tvárnenia	144
Literatúra ku kap. 4	146
5 TEÓRIA PLASTICITY	149
5.1 Teória malých pružne plastickejých deformácií	149
5.2 Teória plastického tečenia (TPT)	152
 5.2.1 Verifikácia teórie plasticity	154
5.3 Teória klzu	155
5.4 Podmienky plasticity	156
 5.4.1 Podmienka maximálnych šmykových napäťí	160
 5.4.2 H.M.H – energetická podmienka plasticity	161
 5.4.3 Podmienky plasticity pre spevňujúci sa materiál	164
 5.4.4 Druckerova podmienka stability	167
 5.4.5 Vplyv σ_m na podmienku plasticity	171
Literatúra ku kap. 5	174
6 DVOJOSOVÉ PRETVORENIE A TEÓRIA KLZOVÝCH ČIAR	177
6.1 Klzové čiary	177
6.2 Tuhé oblasti pri rovinnom pretváraní	180
6.3 Čiary klzu ako metóda charakteristik	181
7 ENERGOSILOVÉ PARAMETRE OBJEMOVÉHO TVÁRNENIA	183
7.1 Základná teória priestorovej napäťosti	185
 7.1.1 Pássová teória	185
 7.1.2 Krúžková teória	188
Literatúra ku kap. 7	190

8 TVÁRNITEĽNOSŤ A ANIZOTROPIA PLECHOV	191
8.1 Metóda sietí	191
8.1.1 Vyhodnocovanie deformačných sietí	192
8.2 Súvis medzi napäťami a deformáciami v oblasti trvalých prevorení	194
8.3 Plastická stabilita plechov	195
8.3.1 Plošná anizotropia	196
8.3.2 Normálková anizotropia	197
8.3.3 Textúry po tvárení za studena	198
Literatúra ku kap. 8	200
9 KLASICKÉ PROBLÉMY TEÓRIE TVÁRNENIA	201
9.1 Ohýbanie úzkych a širokých pásov	210
9.2 Stav napäťosti a prevorenia	210
9.2.1. Úzky pás	211
9.2.2 Široký pás	213
9.2.3 Ohýbanie pásov s veľkým zakrivením bez spevnenia	214
9.3 Valcovanie	217
9.4 Stanovenie tváriacich síl pri ubíjaní plochého výkovku	231
9.4.1 Výpočet tváriacich síl metódou stredných napäťí	231
9.4.2 Výpočet tváriacich síl Prandtlovoj metódou	236
9.4.3 Výpočet tváriacich síl metódou rovnováhy prác	239
Literatúra ku kap. 9	242
10 PRÍKLADY	243
10.1 Základné pojmy a idealizácia v teórii plasticity	243
10.2 Podmienky plasticity	252
10.3 Kritériá zaťažovania, dráhy napäťia	258
LITERATÚRA	297
Dodatok 1 – Súradnicové systémy	301
Dodatok 2 – Rozbor deformácií	307
Dodatok 3 – Vplyv premenlivosti teploty na vlastnosti materiálu	321