

Obsah

PŘEDMLUVA

1. TEORETICKÉ ASPEKTY TVÁŘENÍ (Štefan Michna)

1.1	Struktura pevných látek	7
1.1.1	Stavba atomů	7
1.1.2	Skupiny kovů A, T, B	8
1.1.3	Vazby mezi atomy	8
1.2	Základy krystalografie	10
1.2.1	Označování krystalografických rovin a směrů	11
1.3	Poruchy krystalové struktury	12
1.3.1	Čárové poruchy	12
1.3.2	Čárové poruchy a interakce dislokací s dispersními částicemi	13
1.3.3	Vznik dislokací	14
1.3.4	Plošné a prostorové poruchy	16
1.4	Podstata tváření a rozdělení tvářecích pochodů	17
1.4.1	Hlavní činitele ovlivňující tvářitelnost	17
1.4.2	Tváření za studena	19
1.4.3	Tváření za polotepla	21
1.4.4	Tváření za tepla	21
1.5	Základní zákony plastické deformace	22
1.5.1	Zákon stálosti objemu	23
1.5.2	Zákon nejmenšího odporu	24
1.5.3	Zákon přídavných napětí	24
1.5.4	Vnější tření při tváření materiálu	25
1.6	Účinky tváření za tepla	25
1.7	Uzdravovací procesy při tváření za tepla	27
1.7.1	Precipitace při plastické deformaci	27
1.8	Zpevňování trvalou deformací za studena, zotavení a rekrystalizace	28
1.8.1	Etapy rekrystalizačního žíhání	29
1.9	Vliv metalurgických činitelů na tvářitelnost oceli	31
1.9.1	Slitiny s monofázovou strukturou – tuhé roztoky s neomezenou rozpustností	31
1.9.2	Slitiny s dvofázovou a vícefázovou strukturou	33
1.10	Chemické složení oceli a rozdělení ocelí ke tváření	34
1.10.1	Chemické složení oceli	34
1.10.2	Rozdělení ocelí ke tváření	36
1.11	Lepší vlastnosti tváření slitin na bázi Al – Si v porovnání s litým stavem	37

2. TVÁŘENÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ (Štefan Michna)

2.1	Válcování oceli	45
2.1.1	Přehledné schéma dispozice válcovny	47
2.2	Druhy výrobků válcovny	47
2.3	Výroba bezešvých trubek	50
2.3.1	Způsoby výroby bezešvých trubek	50
2.3.2	Válcování na spojitých tratiích	52
2.3.3	Válcování na tratiích s tříválcovými válcovacími stolicemi	53
2.3.4	Válcování na stolicích s příčnými otočnými kotouči	53
2.3.5	Výroba protahováním	53
2.3.6	Výroba průtláčným lisováním	54
2.4	Základy technologie svařování trubek	54
2.4.1	Technologický postup při výrobě svařovaných trubek s podélným švem	55
2.5	Tváření hliníku a jeho slitin	56
2.6	Průtláčné lisování hliníku a jeho slitin za tepla	57
2.6.1	Přímé lisování	59
2.6.2	Nepřímé lisování	59
2.6.3	Hydrostatické lisování	61
2.6.4	Lisování metodou „Conform“	61
2.6.5	Lisování trubek a uzavřených profilů	62
2.6.6	Lisování širokých profilů	63

2.6.7 Typy nástrojů pro průtlačné lisování	64
2.7. Vady vznikající při tváření	65
2.8. Válcování hliníku a jeho slitin	76
2.8.1 Výroba předválek	77
2.8.2 Válcování za studena	78
2.8.3 Finální operace	79
2.9. Kování	80
2.9.1 Přesné zápuskové kování	80
2.9.2 Zápuskové kování	80
2.10. Specializované tvářecí metody	83
2.10.1 Superplastické tváření	83
2.10.2 Vícetupňové tváření	84
2.10.3 Periodické válcování	85
2.10.4 Tváření výbuchem	85
2.10.5 Plátování výbuchem	86
2.10.6 Výroba tenkostěnných profilů profilováním	86

3. ZPŮSOBY TVÁŘENÍ ZA STUDENA (Štefan Michna)

3.1. Tažení tyčí a trubek za studena	88
3.1.1 Tažení bez trnu	89
3.1.2 Tažení na pevném trnu	89
3.2. Podstata a princip ohýbání	90
3.2.1 Princip ohýbání	91
3.2.2 Nástroje pro ohýbání	92
3.3. Výpočty parametrů ohýbání	93
3.3.1 Výpočet neutrální osy	93
3.3.2 Síla při ohýbu	94
3.3.3 Pružení při ohýbání	95
3.4. Ohýbání tyčí, profilů a trubek	97
3.5. Podstata a princip stříhání	98
3.5.1 Princip stříhání	99
3.6. Výpočty parametrů stříhání	100
3.6.1 Nástřihový plán	100
3.6.2 Silové poměry při stříhání	100
3.6.3 Střížná vůle	101
3.7. Tváření kapalinou – hydroforming	103

4. NÁSTROJE A NÁŘADÍ PRO TVÁŘENÍ (Štefan Michna)

4.1. Nástroje a materiály pro průtlačné lisování	106
4.1.1 Nástrojové oceli	108
4.2. Chemické složení nástrojových ocelí pro tváření za tepla	108
4.2.1 Nové nástrojové ocele pro tváření za tepla	109
4.2.2 Přehled ocelí kalitelných ve vakuu v kalírně Bodycote HT, technické parametry a použití	110
4.3. Nitridování tvářecích nástrojů	111
4.3.1 Nitridace v plynech	113
4.3.2 Nitridace plamenem	113
4.3.3 Nitridace za působení ultrazvuku	114
4.3.4 Nitridace v solích	114
4.4. Nové směry chemicko-tepelného zpracování používaného pro zvyšování životnosti nástrojů	114
4.5. Úloha maziv při tváření	115
4.6. Vytvrzení povrchových vrstev pomocí hybridních technologií	116
4.7. Úloha maziv při tváření	117

5. TVÁŘECÍ NÁSTROJE – PLOŠNÉ TVÁŘENÍ (Nataša Náprstková)

5.1. Zápusky a základy jejich konstrukce	118
5.1.1 Konstrukční vlivy	120

5.1.2	Materiálové vlivy	121
5.1.3	Technologické vlivy	122
5.1.4	Dutiny zápustky	123
5.1.5	Zásady konstrukce zápustek	133
5.1.5.1	Vstupní údaje pro konstrukci zápustky	134
5.1.5.2	Rozmístění dutin zápustky	136
5.1.5.3	Tvar a rozměry výronkové drážky	137
5.1.5.4	Rozměry zápustky	138
5.1.5.5	Vedení zápustek	139
5.1.5.6	Vložkování zápustek	142
5.1.5.7	Manipulace se zápustkou a její upevňování	142
5.1.6	Další nástroje týkající se zápustkového kování	144
5.2	Zápustky pro svislé kovací lisy	145
5.2.1	Všeobecné informace pro konstrukci zápustky	146
5.2.2	Stanovení potřebné tvářecí síly	147
5.2.2.1	Informativní výpočet	149
5.2.2.2	Teoretický výpočet pro kruhové výkovky	151
5.2.2.3	Teoretický výpočet pro nekruhové výkovky	154
5.2.3	Rozměry dutin	158
5.2.4	Tvar a rozměry výronkové drážky	159
5.2.5	Vyhazování výkovku	160
5.2.6	Vedení zápustek	164
5.2.7	Vložkování zápustek	166
5.2.8	Stanovení rozměrů zápustek	167
5.2.9	Opracování zápustky	170
5.2.10	Materiály pro zápustky	171
5.3	Zápustky pro buchary	173
5.3.1	Všeobecné informace pro konstrukci zápustky	174
5.3.2	Stanovení potřebné tvářecí síly	175
5.3.3	Rozměry dutin	176
5.3.4	Tvar a rozměry výronkové drážky	176
5.3.5	Vedení zápustek	178
5.3.6	Vložkování zápustek	181
5.3.7	Stanovení rozměrů zápustek	182
5.3.8	Opracování zápustky	183
5.3.9	Materiály pro zápustky	184
5.4	Zápustky pro vřetenové lisy	184
5.4.1	Všeobecné informace pro konstrukci zápustky	185
5.4.2	Stanovení potřebné tvářecí síly	186
5.4.3	Rozměry dutin	187
5.4.4	Tvar a rozměry výronkové drážky	187
5.4.5	Vyhazování výkovku	188
5.4.6	Vedení zápustek	190
5.4.7	Vložkování zápustek	191
5.4.8	Stanovení rozměrů zápustek	191
5.4.9	Opracování zápustky	192
5.4.10	Materiály pro zápustky	192
6.	VÝPOČTY (Lenka Michnová)	193
	Seznam použitých veličin	218
	Literatura	221