

Obsah

1	TVÁŘENÍ KLASIFIKACE, CHARAKTERISTIKY TVÁŘENÍ,	6
1.1	System tváření.	6
1.2	Charakteristiky technologie.	6
1.3	Tváření jako systém.	6
1.3.1	Proměnné systému	7
1.3.2	Deformační zóna	7
1.3.3	Zápusťkové kování - příklad systému tváření	8
1.4	Klasifikace tvářecích procesů	8
1.4.1	Návaznost technologických operací	12
2	ZÁKLADNÍ POJMY Z TEORIE TVÁŘENÍ	15
2.1	Napětí	15
2.1.1	Úvod	15
2.1.2	Definice napětí	15
2.1.3	Tensor napětí	17
2.1.4	Dvojosý stav napjatosti	18
2.1.5	Mohrova kružnice napětí	19
	Použitá a doporučená literatura	20
2.2	Deformace	21
2.2.1	Tensor deformace	21
2.2.2	Zákon o zachování objemu, podmínky kompatibility	22
2.2.3	Rychlost deformací	22
2.2.4	Homogenní a nehomogenní deformace	23
2.3	Podmínky plasticity	23
2.3.1	Podmínka max. smykových napětí	24
2.3.2	H.M.H - energetická podmínka.	24
2.4	Intensita napětí a deformace	27
2.4.1	Intensita napětí	27
2.4.2	Intensita deformace	27
2.5	Závislost mezi napětím a deformacemi	29
2.5.1	Úvod	29
2.5.2	Deformační teorie	30
2.6	Přetvárný odpor	31
2.6.1	Definice	31
2.6.2	Popis křivky zpevnění (přirozeného přetvárného odporu)	31
2.6.3	Vliv rychlosti deformace a teploty na přetvárný odpor:	32
2.6.4	Zkoušky	35
2.6.5	Superplasticita	40

2.7	Tvařitelnost	42
2.7.1	Definice	42
2.7.2	Porušení při tváření	42
2.7.3	Kriteria plasticity	44
2.7.4	Ukazatele tvařitelnosti	44
2.8	Tváření za tepla	45
2.8.1	Úvod	45
2.8.2	Ochlazování materiálu v kontaktu materiál - nástroj	47
2.8.3	Deformační teplo	47
2.8.4	Třecí teplo	47
3	PŘIBLIŽNÉ METODY ANALÝZY	48
3.1.1	Rozdělení metod	48
3.2	Metoda deformační práce	49
3.2.1	Deformační práce	49
3.2.2	Příklad aplikace - protlačování, tažení	50
4	TVÁŘECÍ STROJE	54
4.1	Klasifikace	54
4.2	Charakteristiky tvářecích strojů	57
4.2.1	Silové a energické charakteristiky	57
4.2.2	Charakteristiky závislé na čase	58
4.2.3	Charakteristiky přesnosti	58
4.3	Hydraulické lisy	59
4.4	Mechanické lisy	63
4.4.1	Klikové lisy	63
4.4.2	Vřetenové lisy	64
4.5	Buchary	68
5	CHARAKTERISTIKY VÝZNAMNÝCH TECHNOLOGIÍ OBJEMOVÉHO A PLOŠNÉHO TVÁŘENÍ	71
5.1	Volné kování	71
5.2	Zápustkové kování	71
5.2.1	Zápustkové kování s výronkem	72
5.2.2	Kování zápustkové bez výronku (v uzavřené zápustce)	72
5.3	Ražení	73
5.3.1	Elektropěchování	74
5.4	Protlačování	74
5.5	Lisování zápustek a tlakových forem.	75

5.6	Isotermické kování,	76
5.7	Zužování	77
5.8	Oběhové pēchování	78
5.9	Pēchování prášků	78
5.10	Radiální (rotační) kování	79
5.11	Pēchování	80
5.12	Válcování kroužků	80
5.13	Válcování ozubených kol	81
5.14	Kování na kovacíh válcích	81
5.15	Příčné nebo klínové válcování	82
5.16	Válečkování	83
5.17	Kovotlačení se ztenčením stěny	84
5.18	Protlačování za tepla,	84
5.18.1	Bez mazání.	84
5.18.2	S mazáním	84
5.19	Hydrostatické protlačování	85
5.20	Hluboké tažení se ztenčením stěny	86
5.21	Válcování	87
5.21.1	Podélné	87
5.22	Výroba bezešvých trubek za tepla	88
5.23	Výroba bezešvých trubek za studena	89
5.24	Střihání	90
5.25	Ohýbání	91
5.26	Hluboké tažení a vypínání	93
5.27	Hluboké tažení nepevnými nástroji	94
5.28	Plošné tváření vysokými energiemi	95
5.29	Kovotlačení bez ztenčení stěny	96
5.30	Speciální technologie pro letecký a kosmický průmysl	97
5.30.1	Tvarování spojovacích profilů (juggling)	97

5.30.2	Prostorové vypínání (androforming)	98
5.31	Speciální technologie tepelně mechanického, isothermického a superplastického zpracování	99
5.31.1	Age forming	99
5.31.2	Creep forming	99
5.31.3	Die-Quench forming	100
6	KOVÁNÍ	101
6.1	Kovací stroje	101
6.1.1	Hydraulické lisy	101
6.1.2	Mechanické lisy	101
6.1.3	Kovací válce	101
6.1.4	Buchary	101
6.2	Volné kování	102
6.3	Zápustkové kování	103
6.3.1	Kování bez výronku	103
6.3.2	Zápustkové kování s výronkem	104
6.3.3	Přetvárný odpor a tvařitelnost při zápustkovém kování	105
6.3.4	Mazaní	108
6.3.5	Tvarová složitost výkovků	109
6.4	Návrh zápustek	112
6.4.1	Návrh výkovku	112
6.4.2	Návrh dokončovací dutiny	120
6.4.3	Konstrukce dokončovacích zápustek	121
6.4.4	Návrh přípravných zápustek	122
6.5	Určení kovacích napětí a sil	124
6.5.1	Odhad kovací síly	124
6.5.2	Orientační výpočty	125
6.6	Vady výkovků	127
6.7	Ohřívací pece	129
6.7.1	Plynové pece	129
6.7.2	Elektro ohřev	130
7	OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ ZA STUDENA	134
7.1	Úvod	134
7.2	Pěchování	134
7.2.1	Materiál	134
7.2.2	Analýza procesu	136
7.2.3	Základní zásady návrhu technologie	136
7.2.4	Stroje	137

7.3	Protlačování	138
7.3.1	Základní způsoby protlačování	139
7.3.2	Materiál a jeho příprava	143
7.3.3	Zařízení	145
7.3.4	Analýza procesu	146
7.3.5	Technologická doporučení	154
7.3.6	Protlačování za zvýšených teplot	154
	Použitá a doporučená literatura	157