

	Úvodní list	str.
	PŘEDMLUVA	2
1.	ÚVOD	3
2.	<u>FYZIKÁLNÍ PODSTATA PLASTICKÉ DEFORMACE</u>	5
2.1.	Pružná a plastická deformace	5
2.2	Krystalická stavba kovů	5
2.3	Mechanismy plastické deformace	6
2.4	Kritické skluzové napětí	8
2.5	Poruchy v krystalové mřížce kovů	9
2.6	Dislokace	9
2.6.1	Pohyb dislokací	12
2.7	Plastická deformace polykrystalů	12
2.8	Deformační zpevnění a odpevnění	13
2.8.1	Deformační zpevnění	13
2.8.2	Deformační odpevnění	15
2.8.3	Změna mechanických vlastností	18
2.9	Deformační stárnutí	19
2.10	Dynamické odpevnění	19
2.11	Rozdělení tvářecích pochodů podle teploty rekrytalizace	20
2.11.1	Tváření za studena	20
2.11.2	Tváření za polohřevu	21
2.11.3	Tváření za tepla	21
2.12	Superplasticita	22
3.	<u>TVAŘITELNOST KOVŮ A SLITIN</u>	24
3.1	Charakteristiky a ukazatele plasticity	24
3.1.1	Charakteristiky pevnosti (R_e , R_m)	24
2.1.2	Charakteristiky plasticity (A , Z , R_e/R_m , D_{SM})	25
3.1.3	Charakteristiky deformace - přetvoření (ϵ ; φ)	26
3.1.4	Charakteristiky a ukazatele plast. pro plošné tváření	28
3.1.5	Rychlost přetvoření	29
3.1.6	Napjatost	30
3.2	Křivky zpevnění a přetvárné odpory	31
3.2.1	Křivky zpevnění	31
3.2.2	Přetvárné odpory	34
3.3	Přetvárná práce	36
3.4	Technologická tvařitelnost	36
3.4.1	Plošná lisovatelnost	37
3.4.2	Objemová lisovatelnost	39
3.4.3	Kovatelnost	40
3.4.4	Střihatelnost	40
4.	<u>ROVNICE MATEMATICKÉ TEORIE PLASTICITY</u>	41
4.1	Rozbor stavu napjatosti tělesa	41
4.1.1	Tenzor napjatosti	42
4.1.2	Kulový tenzor a deviátor napjatosti	44
4.1.3	Efektivní napětí	45
4.1.4	Oktaedrické napětí	46
4.1.5	Elipsoid napjatosti	46

4.1.6	Mohrovy kružnice napětí	47
4.1.7	Řešení kubické rovnice (4.16)	47
4.1.8	Diferenciální rovnice rovnováhy	48
4.2	Rozbor stavu přetvoření tělesa	52
4.2.1	Tenzor přetvoření	53
4.2.2	Zvláštnosti tenzoru přetvoření ve tváření	54
4.2.3	Efektivní přetvoření (intenzita přetvoření)	55
4.2.4	Oktaedrická přetvoření	56
4.2.5	Mohrovy kružnice přetvoření	56
4.2.6	Tenzor rychlosti přetvoření	57
4.3	Fyzikální rovnice	58
4.3.1	Teorie malých pružně plastických přetvoření	58
4.3.2	Teorie plastického toku	60
5.	<u>PODMÍNKY PLASTICITY A ANALÝZA TVÁŘECÍHO PROCESU</u>	61
5.1	Podmínky plasticity	61
5.1.1	Podmínka maximálních smykových napětí	62
5.1.2	Podmínka plasticity HMH	63
5.1.3	Význam pravé strany podmínky plasticity HMH	65
5.1.4	Ověření podmínek plasticity	65
5.2	Rozbor procesu přetvoření	67
5.2.1	Mechanická schémata přetvoření	67
5.2.2	Diagram stavů napjatosti	68
5.3	Zákony tváření	71
5.3.1	Zákon stálosti objemu	71
5.3.2	Zákon stálosti potenciální energie změny tvaru	71
5.3.3	Zákon nejmenšího odporu	72
5.3.4	Zákon maximálních smykových napětí a zákon zpevnění	73
5.3.5	Zákon odpružení po trvalé změně tvaru	73
5.3.6	Zákon přídatných napětí	73
5.3.7	Zákon podobnosti	74
5.3.8	Zákon tření	75
6.	<u>METODY ŘEŠENÍ TVÁŘECÍCH PROCESŮ</u>	78
6.1	Přehled metod řešení tvářecích procesů	78
6.2	Analytické metody řešení tvářecích procesů	79
6.2.1	Metoda rovinných řezů	79
6.2.2	Metoda rovnováhy prací (energetická)	80
6.2.3	Metoda charakteristik (kluzových čar)	81
6.2.4	Metoda horní meze	84
6.2.5	Metoda konečných prvků	85
6.3	Experimentálně analytické metody řešení tvářecích procesů	87
6.3.1	Metoda přetvárného odporu	87
6.3.2	Metody zviditelnění plastického toku	88
6.3.3	Metoda zjišťování tvrdostí	90
6.3.4	Makroskopické metody zkoumání plastických přetvoření	91
6.3.5	Mikroskopické metody	93
7.	<u>VOLNÉ KOVÁNÍ - PĚCHOVÁNÍ</u>	94
7.1	Pěchování plechých výkovek mezi rovnoběžnými rovinami bez rozšiřování	94
7.1.1	Rovinná úloha v pravouhlých souřadnicích - řešení podle Prandtla	94
7.1.2	Řešení podle Unksova	96

7.1.3	Prodlužování hranolu úzkými kovadly	98
7.2	Volné pēchování vālcovŕch a hranolovitŕch vŕkovkŕ mezi rovnobēžnŕmi rovinami	99
7.2.1	Rovinnā ŕloha ve vālcovŕch souřadnicŕch	99
7.2.2	Řešení podle Siebela	100
7.2.3	Řešení podle Unksova	101
7.2.4	Volné pēchování hranolŕ - řešení podle Gubkina	102
7.3	Charakteristiky a konstrukce pēchovacŕch nāstrojŕ	103
8.	<u>PROTLAČOVÁNĪ</u>	107
8.1	Dopředné kvazistatické protlačování	108
8.1.1	Řešení kalibračnŕho očka	108
8.1.2	Řešení kuželovē prŕtlačnice	109
8.1.3	Řešení vālcovēho zásobnŕku-kontejneru	111
8.1.4	Řešení pro celou prŕtlačnici	112
8.1.5	Jinā řešení dopředného protlačování	113
8.1.6	Tvāřecŕ nāstroje pro dopředné protlačování	115
8.2	Zpētne kvazistatické protlačování	120
8.2.1	Řešení zpētneho protlačování podle Dippera	120
8.2.2	Řešení zpētneho protlačování podle Unksova	123
8.2.3	Řešení zpētneho protlačování podle Sachse	124
8.2.4	Řešení zpētneho protlačování podle Siebela	125
8.2.5	Nāstroje pro zpētne protlačování	126
8.3	Poznāmky k pevnostnŕm vŕpočtŕm protlačovacŕch nāstrojŕ	130
8.4	Materiāly pro protlačovacŕ nāstroje	132
9.	<u>ZĀPUSTKOVĚ KOVÁNĪ</u>	133
9.1	Vŕpočet velikostŕ beranu bucharu	133
9.2	Metody vŕpočtu kovacŕ sŕly	134
9.2.1	Vŕpočet kovacŕ sŕly podle Gubkina	134
9.2.2	Vŕpočet kovacŕ sŕly podle Storoževa	135
9.2.3	Vŕpočet kovacŕ sŕly podle Tomlenova a ČSN 22 8306	136
9.2.4	Další metody vŕpočtu kovacŕ sŕly	138
9.3	Nāstroje pro zāpustkovē kovānŕ	139
9.3.1	Zāsady konstrukce zāpustkovŕch vŕkovkŕ	139
9.3.2	Nāstroje pro kovānŕ na bucharech	141
9.3.3	Nāstroje pro kovānŕ na vřetenovŕch lisech	142
9.3.4	Nāstroje pro kovānŕ na klikovŕch lisech	143
10.	<u>OHŪBĀNĪ</u>	145
10.1	OhŪbānŕ tyčŕ a širokŕch pāsŕ s malŕm zakřivenŕm bez zpevnēnŕ	145
10.1.1	OhŪbānŕ ŕzkŕch tyčŕ bez zpevnēnŕ	146
10.1.2	OhŪbānŕ širokŕch pāsŕ bez zpevnēnŕ	147
10.2	OhŪbānŕ pāsŕ velkŕm zakřivenŕm bez zpevnēnŕ	148
10.3	OhŪbānŕ se zpevnēnŕm	151
10.3.1	Odpruženŕ po ohybu	151
10.3.2	Minimālnŕ a maximālnŕ polomēr ohybu	152
10.4	Volnŕ ohyb osamēlou silou	153
10.5	OhŪbacŕ nāstroje	154
10.5.1	Geometrickē charakteristiky funkčnŕch částŕ ohŪbadel	154
10.5.2	Konstrukčnŕ řešení ohŪbadel	156
10.5.3	Materiāly funkčnŕch částŕ ohŪbadel	158

11.	<u>TAŽENÍ PLECHU</u>	159
11.1	Tažení plechu bez zeslabení stěny	159
11.1.1	Řešení radiálního napětí podle Sachse	161
11.1.2	Řešení 1. operace tažení podle Šofmana	163
11.1.3	Stanovení tažné síly v dalších operacích tažení	165
11.2	Tažné nástroje	168
11.2.1	Technologické parametry tažení	168
11.2.2	Konstrukce tažníků, tažnic a tažidel	170
12.	<u>STŘIHÁNÍ</u>	173
12.1	Střížný proces jako rovinný stav napjatosti a přetvoření	174
12.1.1	Určení střížné síly a práce	175
12.2	Rozbor stavu napjatosti při volném a uzavřeném stříhání	176
12.3	Rozbor stavu napjatosti při přesném stříhání	177
12.4	Střížné nástroje	179
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	180
	PŘEHLED NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH NOREM PRO TVÁŘENÍ	182
	PŘEHLED POUŽITÝCH OZNAČENÍ	183
	OBSAH	184

