

OBSAH

1	FYZIKÁLNÍ PODSTATA PLASTICKÉ DEFORMACE	6
1.1	Plastická deformace monokrystalů za studena	7
1.1.1	Energetické podmínky v ideálních a reálných krystalech	7
1.1.2	Poloha atomů v krystalických materiálech	8
1.2	Plastická deformace polykrystalu za studena	9
1.3	Základy teorie dislokací	9
1.3.1	Druhy dislokací	11
2	DEFORMACE, NAPĚTÍ, ZPEVNĚNÍ, ANIZOTROPIE	13
2.1	Plastická deformace	13
2.1.1	Bauschingerův efekt	14
2.1.2	Přirozená deformační práce	15
2.2	Deformační zpevnění	16
2.2.1	Křivky zpevnění	16
2.3	Anizotropie	20
2.4	Veličiny ovlivňující typ deformací	22
2.4.1	Vliv teploty na plastickou deformaci	24
2.4.1.1	Účinky tváření pod rekrystalizační teplotou	25
2.4.1.2	Účinky tváření za poloohřevu	26
2.4.2	Tahová trhací zkouška	29
2.4.3	Pracovní diagramy konstrukčních ocelí	33
2.4.4	Procesy deformace	36
3	OBSAH A VÝZNAM TEORIE PLASTICITY	37
3.1	Geometrická interpretace podmínky plasticity	38
3.1.1	Srovnání podmínek plasticity	39
3.2	Výpočtové metody zkoumání tvářecích procesů	40
3.2.1	Metoda tenkých řezů	40
3.2.2	Metoda rovnováhy prací	41
3.2.3	Metoda horní meze	42
3.2.4	Metoda konečných prvků	43
3.3	METODA CHARAKTERISTIK	43
3.3.1	Diferenciální rovnice kluzových čar	44
3.3.1.1	Henckyho integrály	45
3.3.1.2	Henckyho věta	46
3.3.1.3	Prandtlův teorém	47
4	VÝPOČET PŘETVÁRNÝCH SIL A PŘETVÁRNÝCH NAPĚTÍ	48

4.1	Obecné vztahy pro přetvárnou sílu a přetvárný odpor	48
4.2	Vyjádrění stavu napjatosti při volném kování.....	50
4.2.1	Pěchování plochými kovadly.....	50
4.2.2	Výpočet přetvárné síly při pěchování desky obdélníkového průřezu metodou objemového elementu.....	53
4.2.3	Výpočet napjatosti napěchované obdélníkové desky metodou kluzových čar.....	58
4.2.4	Příklad tvaru plasticky přetvořené oblasti záпустkového výkovku metodou kluzových čar	59
4.3	Prodlužování	60
4.4	Technologie děrování	61
4.4.1	Výpočet napjatosti při děrování dlouhého hranolu metodou kluzových čar	62
4.5	Protlačování	64
4.5.1	Výpočet napjatosti v plasticky přetvořené oblasti u rovinné průtlačnice	64
4.6	Tažení drátu a tyčí.....	67
4.6.1	Experimentální určení koeficientu tření v kuželovém průvlaku.....	67
4.6.2	Výpočet přetvárné síly při tažení drátu metodou objemového elementu	70
4.7	Tažení trubek	74
4.7.1	Výpočet přetvárné síly při tažení trubek na nehybném trnu metodou objemového elementu.....	74
4.7.2	Výpočet přetvárné síly při tažení trubek na pohyblivém trnu metodou objemového elementu.....	76
4.8	Ražení	77
4.8.1	Průběh plastické deformace při ražení v uzavřených záпустkách	77
4.9	Válcování.....	81
4.9.1	Výpočet hnacích momentů a přítlačné síly při válcování plechu metodou specifické deformační práce	81
4.9.2	Výpočet napjatosti při válcování plechu za studena metodou objemového elementu	83
4.9.3	Výpočet napjatosti při válcování plechu za tepla integrací diferenciálních rovnic rovnováhy	87
4.10	Tlakové zakružování	90
4.10.1	Výpočet napjatosti při tlakovém zakružování cylindrických součástí metodou objemového elementu.....	90
4.11	Osově symetrický stav	93
4.11.1	Podmínky rovnováhy.....	94
4.11.2	Tažení bez ztenčení stěny	95
4.11.3	Použití přidržovače	96
4.11.4	Výpočet rozložení tlaků na hraně tažnice (membránová teorie):	98
4.11.5	Ohyb na hraně tažnice	99
4.11.6	Síla tažení	100
4.11.7	Přibližná hodnota na konci I. fáze tažení.....	100
4.11.8	Přírůstek napětí od zpevnění.....	102

5	TVÁŘECÍ STROJE	103
5.1	Požadavky kladené na tvářecí stroje	103
5.1.1	Zásady pro konstrukci tvářecích strojů	103
5.2	Základní pojmy, definice a třídění tvářecích strojů	104
5.2.1	Poměrná rychlost tváření	105
5.2.2	Tvářecí síla, tvářecí charakteristika	106
5.2.3	Tvářecí práce	107
5.2.4	Deformační účinnost, tvářecí výkon	107
5.2.5	Tvářecí výkon	107
5.3	Základní technické parametry tvářecích strojů	107
5.3.1	Výkonové parametry	108
5.4	Akumulace energie	108
5.4.1.1	Stupeň využití energie setrvačnicku	108
5.4.1.2	Stupeň využití energie plynového akumulátoru	108
5.5	Přesnost práce tvářecích strojů	108
5.5.1.1	Přesnost prostorové dráhy nástroje	108
5.5.1.2	Geometrické úchytky stroje a nástroje	108
5.5.1.3	Radiální a axiální vůle	109
5.5.1.4	Pružné deformace a natočení	109
5.5.2	Technologické faktory	109
5.5.3	Tuhost tvářecích strojů, poddajnost	110
6	ZÁKLADY VÝPOČTU MECHANICKÝCH TVÁŘECÍCH STROJŮ	111
6.1	Převodové systémy ozubených kol	111
6.1.1	Kinematika pohonů	112
6.2	Základy výpočtu klikových a výstředníkových lisů	112
6.2.1	Síly a momenty	112
6.2.1.1	Základní síla a hnací moment	112
6.2.1.3	Dynamické síly a momenty	113
6.2.1.4	Odporový moment	114
6.2.1.5	Hnací a jmenovitý moment elektromotoru	114
6.2.2	Odpory proti smykovému a čepovému tření	114
6.2.3	Práce setrvačnicku a elektromotoru	116
6.2.4	Vliv změny otáček na výkon elektromotoru a velikost setrvačnicku	116
6.2.5	Geometrické poměry	117
7	ZÁKLADY VÝPOČTU HYDRAULICKÝCH TVÁŘECÍCH STROJŮ	118
7.1	Mechanismy pohonu hydraulických tvářecích strojů	118
7.1.1	Základní pojmy a třídění	118
7.1.2	Výběr hlavních částí mechanismu	118
7.1.2.1	Výběr hydromotoru	118
7.1.2.2	Výběr zdroje tlakové energie	118
7.1.2.3	Výběr regulátoru tlakové energie	119
7.1.2.4	Syntéza jednoduchého hydraulického mechanismu	119

7.2	Přenos tlakové energie.....	119
7.2.1	Energetická bilance hydraulických tvářecích strojů.....	120
7.2.1.1	Objemová deformace.....	120
7.2.2	Energetická bilance přímého pohonu.....	120
7.2.2.1	Práce vynaložená na překonání užitečného zatížení:.....	120
7.2.2.2	Deformační práce.....	120
7.2.2.3	Ztrátová práce.....	121
7.2.2.4	Práce spotřebovaná na zrychlení hmot.....	121
7.2.3	Energetická bilance nepřímého pohonu.....	121
7.2.3.1	Práce vynaložená na vykonání pracovního zdvihu:.....	122
7.2.3.2	Deformační práce, ztrátová práce, práce spotřebovaná na zrychlení hmot.....	122
7.3	Základní parametry hydraulických tvářecích strojů.....	122
8	ZÁKLADY KONSTRUKCE MECHANICKÝCH TVÁŘECÍCH STROJŮ.....	123
8.1	Výběr součástí mechanických lisů.....	123
8.1.1.1	Ojnice.....	123
8.1.1.2	Berany.....	123
8.1.1.3	Spojky.....	123
8.1.1.4	Brzdy.....	124
8.1.1.5	Stojany.....	124
8.2	Základní typy mechanických tvářecích strojů.....	124
9	ZÁKLADY KONSTRUKCE ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÝCH TVÁŘECÍCH STROJŮ.....	125
9.1	Klasifikace číslicově řízených tvářecích strojů.....	125
9.1.1	Tvářecí stroje s adaptivním řízením.....	125
9.1.2	Číslicově řízené tvářecí stroje pro plošné tváření.....	125
9.1.2.1	Děrovací revolverové lisy.....	125
9.1.2.2	Ohýbací lisy.....	126
9.1.2.3	Nůžky.....	126
9.1.3	Číslicově řízené tvářecí stroje pro objemové tváření.....	126
9.2	Základní uzly tvářecích strojů s číslicovým řízením.....	126
9.2.1.1	Stojany.....	126
9.2.1.2	Hlavní pohon.....	126
9.2.1.3	Servopohony.....	126
10	VÝBĚR Z NOREM.....	127
10.1	Výkovky ocelové zápustkové. Přídavky na obrábění, mezní úchytky rozměrů a tvarů.....	127
10.2	Zápustky pro svislé kovací lisy. Technické požadavky na konstrukci.....	136
	SEZNAM LITERATURY:.....	155