

OBSAH

ÚVOD	7
ZOZNAM VYBRANÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV	9
ODBORNÁ LITERATÚRA O LISOVANÍ	11
1. CHARAKTERISTIKA A VÝHODY LISOVANIA ZA STUDENA	15
2. ROZDELENIE LISOVANIA A JEHO EKONOMIKA	17
2.1. Podstata tvárnenia za studena	17
2.2. Rozdelenie metód tvárnenia za studena	18
2.3. Ekonomické ukazovatele lisovania	19
Literatúra ku kapitole 2	22
3. MATERIÁLY PRE PLOŠNÉ TVÁRNENIE	23
3.1. Vplyv tvárnenia za studena na vlastnosti ocelí	24
3.2. Vplyv tvárnenia za tepla na vlastnosti ocelí	26
3.3. Základné typy deformácií a porušení	29
3.4. Druhy mechanizmov plastickej deformácie	30
3.5. Kritické sklzové napätie	33
3.6. Všeobecné poznatky o spevnení konštrukčných materiálov	34
3.7. Materiály používané v strojárskvej výrobe na tvárnenie	38
3.7.1. Kontrola materiálu	40
3.8. Teoretická pevnosť kovových materiálov	42
3.9. Energetický stav deformačného objemu	44
3.10. Mechanické a technologické charakteristiky kovov	45
Literatúra ku kapitole 3	48
4. PLOŠNÉ TVÁRNENIE	49
4.1. Ohýbanie	50
4.1.1. Voľné ohýbanie	51
4.1.2. Ohýbanie v nástroji	54
4.1.3. Inžinierske výpočty ohýbania	56
4.1.4. Ohýbacie nástroje	56
4.2. Strihanie	69
4.2.1. Všeobecné a zjednodušené výpočty	69
4.2.2. Technologický pohľad na proces strihania	75
4.2.3. Prehľad druhov strihania	77
4.2.3.1. Strižná sila	78
4.2.3.2. Strižná vôľa	79
4.2.4. Klasické konštrukcie strižných nástrojov	80

4.2.4.1. Strižné nástroje	80
4.2.4.2. Inžinierske výpočty strihacích nástrojov	86
4.3. Hlboké ťahanie	87
4.3.1. Hlboké ťahanie bez stenčenia hrúbky steny	88
4.3.2. Ťahanie so stenčením hrúbky steny	92
4.3.3. Tlačenie	94
4.3.4. Technologické poznatky o hlbokom ťahaní	95
4.3.5. Druhy ťahania	103
4.3.6. Inžinierske výpočty ťažných nástrojov	108
4.3.7. Ťažné nástroje	109
4.3.8. Výroba hrdielok v plechu (lemovanie)	110
Literatúra ku kapitole 4	115
5. SIMULÁCIE PROCESOV PLOŠNÉHO TVÁRNENIA	121
5.1. Stav napätosti a pretvorenia	121
5.1.1. Úzky pás	122
5.1.2. Široký pás	124
5.1.3. Ohýbanie pásov s veľkým zakrivením bez spevnenia	124
5.1.4. Ohýbanie so spevnením	128
5.1.5. Polomer ohybu	128
5.1.6. Poloha a dĺžka neutrálnej vrstvy	129
5.1.7. Dĺžka neutrálnej vrstvy	131
5.1.8. Odpruženie pri ohýbaní	131
5.1.9. Sila a práca pri ohýbaní	132
5.2. Moderné prístupy k analýze tvárnenia použitím metódy konečných prvkov (MKP)	134
5.2.1. Základy mechaniky poddajných telies	134
5.2.2. Základy matematického modelovania na báze MKP	141
5.2.3. Materiálová nelinearita a základné matematické princípy elasto-plastickej analýzy	143
5.2.4. Modelovanie geometricky nelineárnych úloh	152
5.3. Simulácia procesov plošného tvárnenia	159
Literatúra ku kapitole 5	165
6. TVÁRNIACE NÁSTROJE PRE OBLASŤ PLOŠNÉHO TVÁRNENIA	167
6.1. Praktické rady	170
6.2. Montáž a údržba lisovacích nástrojov	175
Literatúra ku kapitole 6	184
ZÁVER	185