

Úvod	3
Cvičenie č. 1 - FYZIKÁLNA PODSTATA PLASTICKEJ DEFORMÁCIE	9
1. Náplň cvičenia	9
2. Ciele cvičenia	9
3. Metodické poznámky	9
3.1 Kryštalická stavba kovov	10
3.1.1 Mriežky kubickej sústavy	11
3.1.2 Hexagonálna mriežka s tesným usporiadaním	12
3.2 Označovanie kryštalografických rovín a smerov	13
3.3 Poruchy kryštalickej stavby a plastická deformácia	14
3.4 Geometria sklzu a mechanického dvojčatenia	14
4. Úlohy	17
5. Literatúra	17
Cvičenie č. 2 - ROZBOR PRACOVNÉHO DIAGRAMU ŤAHOVEJ SKÚŠKY	18
1. Náplň cvičenia	18
2. Ciele cvičenia	18
3. Metodické pokyny	18
3.1 Metodika merania exponenta deformačného spevnenia	19
3.2 Matematické spracovanie výsledkov pri mnohobodovej metóde	21
4. Úlohy	22
5. Poznámky	23
6. Literatúra	23
Cvičenie č. 3 - ROZBOR NAPÄTOSTI	24
1. Náplň cvičenia	24
2. Ciele cvičenia	24
3. Metodické pokyny	24
3.1 Transformácia tenzora	25
3.1.1 Invarianty tenzora napätosti	26
3.1.2 Invarianty deviátora napätosti	27
3.2 Výpočet hlavných napätí	28
3.3 Grafické určenie intenzity napätosti	30
4. Úlohy	31
5. Literatúra	35
Cvičenie č. 4 - ROZBOR DEFORMÁCIÍ	36
1. Náplň cvičenia	36
2. Ciele cvičenia	36
3. Metodické pokyny	36

3.1 Vyjadrovanie deformácií	36
3.2 Závislosti medzi zložkami posunutí a pomernými deformáciami . .	39
3.3 Tenzorové vyjadrenie deformácií	42
3.3.1 Invarianty tenzora deformácie	43
3.3.2 Invarianty deviátora deformácie	43
3.4 Výpočet hlavných deformácií	44
4. Úlohy	47
5. Literatúra	53
 Cvičenie č. 5 - PODMIENKY PLASTICITY	 54
1. Náplň cvičenia	54
2. Ciele cvičenia	54
3. Metodické pokyny	54
3.1 Pracovné diagramy modelových materiálov	54
3.2 Matematická a geometrická interpretácia klasických podmienok plasticity	55
4. Úlohy	58
4. Literatúra	61
 Cvičenie č. 6 - VÝPOČET TVÁRNIACICH SÍL PRI PRETLAČOVANÍ A PRI ŤAHANÍ ZA STUDENA	 62
1. Náplň cvičenia	62
2. Ciele cvičenia	62
3. Metodické pokyny	62
3.1 Výpočet tvárniacich síl pri pretlačovaní za studena	62
3.2 Určenie tvárniacej sily pri ťahaní rúr za studena	65
3.2.1 Analýza síl pri ťahaní rúr	65
3.2.2 Určenie pretvárneho odporu materiálu k_f	67
4. Úlohy	67
5. Literatúra	70
 Cvičenie č. 7 - URČENIE TVÁRNIACICH SÍL PRI UBÍJANÍ	 71
1. Náplň cvičenia	71
2. Ciele cvičenia	71
3. Metodické pokyny	71
3.1 Určenie tvárniacich síl metódou stredných napätí	71
3.1.1 Základné predpoklady a okrajové podmienky riešenia . . .	71
3.1.2 Určenie tvárniacej sily pri stláčaní hranola nekonečnej dĺžky	73
3.2 Výpočet tvárniacich síl Prandtlovou metódou	76
3.3 Výpočet tvárniacich síl metódou rovnováhy prác	79
4. Literatúra	81
 Cvičenie č. 8 - VALCOVANIE	 82
1. Náplň cvičenia	82
2. Ciele cvičenia	82
3. Metodické pokyny	82
3.1 Deformácia pri valcovaní	82
3.2 Tlak kovu na valce	83

3.3 Určenie prítlačnej sily	86
3.4 Výpočet krútiaceho momentu valcov	87
3.5 Počet priechodov valcovacou medzerou	88
4. Úlohy	89
5. Literatúra	89
 Cvičenie č. 9 - TVÁRNITEĽNOSŤ A ANIZOTRÓPIA PLECHOV	90
1. Náplň cvičenia	90
2. Ciele cvičenia	90
3. Metodické pokyny	90
3.1 Metóda sietí	90
3.1.1 Vyhodnocovanie deformačných sietí	91
3.2 Súvis medzi napätiami a deformáciami v oblasti trvalých pre- tvorení	93
3.3 Plastická stabilita plechov	93
3.4 Plošná a normálová anizotropia plechov	95
3.4.1 Plošná anizotropia	95
3.4.2 Normálová anizotropia	95
3.4.3 Textúry po tvárnení za studena	97
4. Úlohy	98
5. Literatúra	98
 Cvičenie č. 10 - OHÝBANIE	99
1. Úloha cvičenia	99
2. Ciele cvičenia	99
3. Metodické poznámky	99
3.1 Stav napätosti a pretvorenia	99
3.2 Ohyb širokého pásu	101
3.3 Ohýbanie pásov s veľkým zakrivením bez spevnenia	101
3.4 Tvar ohybovej čiary	103
3.5 Odpruženie pri ohýbaní	105
3.6 Analýza ohybu do tvaru V	105
4. Experimentálna časť	107
5. Bezpečnosť práce	109
6. Literatúra	109
 Cvičenie č. 11 - HLBOŤAŽNOSŤ PLECHOV	110
1. Úloha cvičenia	110
2. Ciele cvičenia	110
3. Metodické poznámky	110
3.1 Vplyv stavu napätosti a materiálových charakteristík na medzné hodnoty pretvorenia	110
3.2 Princíp hydrostatickej skúšky plechov	112
3.3 Spôsoby určovania jednotlivých veličín	114
4. Experimentálna časť	115
5. Bezpečnosť práce	116
6. Literatúra	116
 Cvičenie č. 12 - ROVNANIE HRUBÝCH PÁSOV PLECHU	117
1. Úloha cvičenia	117

2. Ciele cvičenia	117
3. Metodické poznámky	117
3.1 Základné technologické parametre pri rovnaní plechov	117
3.2 Podmienky pohybu medzi pásom plechu a rovnacími valcami	119
3.3 Analýza ohybových momentov valcov	122
4. Experimentálna časť cvičenia	122
5. Bezpečnosť práce	124
6. Literatúra	124

Cvičenie č. 13 - ANALÝZA PRETVORENIA PRÍRUBY PRI ŤAHANÍ PLECHU S APLIKÁCIOU INTENZÍVNEHO ULTRAZVUKU METÓDOU SKLZOVÝCH ČIAR		125
1. Úloha cvičenia		125
2. Ciele cvičenia		125
3. Metodické poznámky		125
3.1 Fyzikálna podstata vzniku povrchových reliéfov		125
3.2 Vplyv stavu napätosti pri ťahaní na vznik povrchového reliéfu		126
3.3 Aspekty aplikácie intenzívneho ultrazvuku v procese ťahania plechov		129
3.4 Charakteristické polia sklzových čiar v prírubovej časti výťažku		129
4. Postup realizácie experimentálnych meraní		130
4.1 Analýza a vyhodnotenie experimentálnych výsledkov		131
5. Bezpečnosť práce		132
6. Literatúra		132

Cvičenie č. 14 - DYNAMICKE TVÁRNE NIE		133
1. Úloha cvičenia		133
2. Ciele cvičenia		133
3. Metodické poznámky		133
3.1 Okrajové podmienky výpočtu		135
3.2 Výpočet merných tlakov a síl pri ubíjaní plochých cylindrických polotovarov		137
4. Experimentálne skúšky		138
4.1 Praktická časť experimentálnej práce		139
5. Bezpečnosť práce		139
6. Literatúra		140

Cvičenie č. 15 - SPÄTNÉ PRETLÁČANIE ZA STUDENA S APLIKÁCIOU VÝKYVNEJ PRIETLAČNICE		141
1. Úloha cvičenia		141
2. Ciele cvičenia		141
3. Metodické poznámky		141
3.1 Základná schéma spätného pretláčania		142
3.2 Riešenie metódou tenkých rezov		142
3.3 Riešenie metódou rovnováhy prác		144
3.4 Riešenie metódou sklzových čiar		145
3.5 Aplikácia výkyvnej prietlačnice pri spätnom pretláčaní		147
3.6 Analýza sklzového systému pri nesymetrickom spätnom pretláčaní		148

4. Postup realizácie a vyhodnotenie experimentálnych prác	148
5. Bezpečnosť práce	149
6. Literatúra	149