

edslov	3
ÚVOD	5
ZÁKLADY MATEMATICKEJ TEÓRIE PRUŽNOSTI	7
2.1 Základné pojmy	7
2.2 Rozbor napätosti v bode telesa	9
2.2.1 Napätie vo všeobecnej rovine	9
2.2.2 Hlavné napätia, hlavné smery, elipsoid napätia	13
2.2.3 Extrémne hodnoty šmykových napätí	21
2.2.4 Oktaedrické normálové a šmykové napätia	23
2.2.5 Guľový tenzor a deviátor napätia	25
2.2.6 Mohrove kružnice napätosti	27
2.2.7 Diferenciálne rovnice rovnováhy v pravouhlých sú - radniciach	29
2.3 Rozbor pretvorenia v bode telesa	31
2.3.1 Tenzor deformácie	31
2.3.2 Hlavné pomerné deformácie, hlavné smery	35
2.3.3 Extrémne hodnoty šmykových deformácií, oktaedrické normálové a šmykové deformácie, Mohrova kružnica deformácií	36
2.3.4 Rovnice kompatibility deformácie	39
2.4 Fyzikálne rovnice pre lineárne pružný materiál	42
2.4.1 Fyzikálne rovnice pre anizotrópny materiál	42
2.4.2 Fyzikálne rovnice, pre izotrópny materiál - Hookev zákon	44
2.5 Riešenie diferenciálnych rovníc matematickej teórie pruž - nosti	45
2.5.1 Riešenie úlohy v posuvoch - Lamého rovnice	47
2.5.2 Riešenie úlohy v napätiach - Beltramiho rovnice	48
2.5.3 Riešenie úlohy pomocou funkcie napätia	51
ROVINNÉ ÚLOHY MATEMATICKEJ TEÓRIE PRUŽNOSTI	52
3.1 Rovinné napätosť a rovinná deformácia	52
3.2 Základné rovnice matematickej teórie pružnosti pri rovin - nej napätosti	53
3.3 Základné rovnice matematickej teórie pružnosti pri rovin - nej deformácii	56
3.4 Riešenie rovinnéj úlohy v zložkách napätia	58
3.5 Airyho funkcia napätia	59

3.6	Niektoré elementárne úlohy v pravouhlých súradniciach	61
3.7	Výpočet posunutí pri rovinných úlohách	70
3.8	Riešenie rovinných úloh v polárnych súradniciach	73
3.8.1	Diferenciálne rovnice rovnováhy	73
3.8.2	Geometrické rovnice	75
3.8.3	Fyzikálne rovnice	76
3.8.4	Rovnica kompatibility v zložkách napätia	77
3.8.5	Airyho funkcia napätia v polárnych súradniciach	79
3.8.6	Riešenie rovinných úloh v polárnych súradniciach	81
3.8.7	Rotačne symetrické úlohy	88
4.	TEPLOTNÉ NAPÄTIA	96
4.1	Základné vzťahy pre teplotnú elasticitu	96
4.2	Základné rovnice vedenia tepla	97
4.3	Teplotné napätia pri rovinných úlohách	100
4.3.1	Teplotné napätia v pravouhlých súradniciach	100
4.3.2	Teplotné napätia v rotačne symetrických úlohách	104
4.4	Teplotné napätia v nosníkoch	110
5.	ENERGETICKÉ PRINCÍPY A VARIÁČNÉ METÓDY	115
5.1	Princíp virtuálnych prác	115
5.2	Deformačná energia	116
5.3	Lagrangeov variačný princíp	120
5.4	Castiglianov variačný princíp	122
5.5	Aplikácie variačných princípov v pružnosti a pevnosti	125
5.5.1	Nepriama variačná metóda	126
5.5.2	Priame variačné metódy	128
6.	METÓDA KONEČNÝCH PRVKOV	134
6.1	Úvod do metódy konečných prvkov	134
6.2	Využitie maticového počtu pre vyjadrenie základných vzťahov a princípov teórie pružnosti	137
6.3	Princíp metódy konečných prvkov	139
6.3.1	Diskretizácia telesa na konečné prvky	139
6.3.2	Analýza prvku	142
6.3.2.1	Voľba aproximačných funkcií, tvarové funkcie	142
6.3.2.2	Matica tuhosti prvku, vektor zaťaženia prvku	144
6.3.3	Zostavenie výslednej sústavy rovníc	146
6.3.3.1	Transformácia matic prvkov do globálnych súradníc	148
6.3.3.2	Lokalizácia matic prvkov	150

6.3.4	Riešenie výslednej sústavy rovníc	151
6.4	Aplikácia metódy konečných prvkov na jednorozmernú úlohu	152
6.5	Riešenie rovinných úloh metódou konečných prvkov	159
6.5.1	Rovinná napätosť a rovinná deformácia v maticovom zápise	159
6.5.2	Diskretizácia telesa na konečné prvky	161
6.5.3	Analýza prvku	162
6.5.3.1	Voľba aproximačných funkcií, tvarové funkcie	162
6.5.3.2	Matica tuhosti prvku, vektor zaťaženia prvku	164
6.5.4	Zostavenie výslednej sústavy rovníc a jej riešenie	166
6.6	Aplikácie metódy konečných prvkov	169
7.	METÓDA HRANIČNÝCH PRVKOV	172
7.1	Úvod	172
7.2	Princíp metódy hraničných prvkov	173
7.3	Základné úlohy metódy hraničných prvkov	176
7.3.1	Osamelá sila pôsobiaca kolmo na polrovinu	176
7.3.2	Spojité zaťaženie na okraji polroviny	179
7.3.3	Číselné riešenie úlohy so spojitým zaťažením polroviny	182
7.3.4	Nerovnomerné rozloženie hraničných prvkov	187
7.3.5	Využitie symetrie	187
7.3.6	Integrálna formulácia úlohy	189
8.	ZÁKLADY MECHANIKY KOMPOZIČNÝCH MATERIÁLOV	190
8.1	Základné pojmy o kompozitných materiáloch	190
8.2	Jednosmerové kompozity	193
8.2.1	Charakteristika jednosmerných kompozitov	193
8.2.2	Pozdĺžna pevnosť a tuhosť	195
8.2.3	Priečna pevnosť a tuhosť	202
8.3	Analýza ortotrópných vrstiev kompozitov	205
8.3.1	Fyzikálne rovnice lamíny v hlavnom súradnicovom systéme	206
8.3.2	Fyzikálne rovnice lamíny vo všeobecnom súradnicovom systéme	208
8.3.3	Určenie zložiek matice poddajnosti lamíny	211
8.3.4	Kritéria porušenia jednosmerových kompozitov pri rovinnej napätosti	212
8.3.5	Vplyv orientácie šmykového napätia na pevnosť kompozitov	219

9. ÚVOD DO LOMOVEJ MECHANIKY	221
9.1 Základné pojmy	221
9.2 Napätosť a deformácia v okolí vrubov a trhlín	222
9.2.1 Napätosť a deformácia v okolí vrubov	222
9.2.2 Napätosť a deformácia v okolí trhlín	226
9.3 Kritéria lineárnej lomovej mechaniky	230
9.3.1 K- koncepcia	231
9.3.2 Koncepcie spojené s plastickou zónou na čele trh- liny	233
9.3.3 Energetické kritéria lomu	236
9.3.3.1 Griffithovo kritérium lomu	236
9.3.3.2 G- koncepcia	237
9.3.3.3 Kritérium J- integrálu	238
9.4 Kritéria nelineárnej lomovej mechaniky	239
10. PROBLÉMY SPOĽAHLIVOSTI A ŽIVOTNOSTI	240
10.1 Základné pojmy	240
10.2 Únavové vlastnosti materiálu a súčiastok	241
10.2.1 Klasifikácia kmitavých procesov	241
10.2.2 Wöhlerova krivka	244
10.2.3 Základné faktory ovplyvňujúce únavovú pevnosť .	245
10.2.3.1 Vplyv stredného napätia na medzu únavy	246
10.2.3.2 Vplyv tvaru súčiastky	249
10.2.3.3 Vplyv veľkosti súčiastky	251
10.2.3.4 Vplyv akosti povrchu	252
10.2.3.5 Vplyv ďalších faktorov	254
10.2.4 Únavové krivky reálnych súčiastok	255
10.2.5 Únava pri kombinovanom namáhaní	256
10.3 Kmitavé prevádzkové zaťaženie	259
10.3.1 Formulácia prevádzkových procesov a ich meranie	259
10.3.2 Spracovanie prevádzkových zaťažovacích procesov	260
10.3.2.1 Schématická procesu podľa charakte- ristických parametrov	260
10.3.2.2 Spracovanie procesu ako spojitej náhod- nej funkcie	264
10.4 Metódy stanovenia životnosti a dimenzovanie na únavu .	266
10.4.1 Filozofia dimenzovania na únavu	266
10.4.2 Dimenzovanie na trvalú pevnosť	268
10.4.2.1 Miera bezpečnosti pri jednoduchom na- máhaní	269
10.4.2.2 Miera bezpečnosti pri kombinovanom na- máhaní	270
10.4.3 Dimenzovanie na obmedzený únavový život	271

10.4.3.1	Hypotézy kumulácie únavového poškodenia	272
10.4.3.2	Postup odhadu životnosti	274
10.5	Základy spoľahlivosti mechanických systémov	275
10.5.1	Akosť výrobku	275
10.5.2	Riadenie, meranie a skúšanie spoľahlivosti	275
10.5.3	Charakter procesov vedúcich k porušeniu materiálu	277
ZÁKLADY TEÓRIE PLASTICITY		279
11.1	Základné pojmy	279
11.2	Pracovný diagram a jeho aproximácie	279
11.2.1	Základné údaje o pracovnom diagrame	279
11.2.2	Aproximácie pracovného diagramu	283
11.3	Doplňky k rozboru napätosti a deformácie	285
11.3.1	Intenzita napätia a pretvorenia	286
11.3.2	Rýchlosť deformácie	287
11.4	Podmienky plasticity	288
11.4.1	Podmienka intenzity napätia	289
11.4.2	Podmienka maximálneho šmykového napätia	290
11.4.3	Grafické znázornenie podmienok plasticity a ich experimentálne overenie	291
11.5	Teória malých pružne plastických deformácií	298
11.6	Základné úlohy teórie plasticity	298
11.6.1	Pružne-plastický ohyb prizmatických telies	298
11.6.2	Pružne-plastický krut telies kruhového prierezu	306
11.7	Riešenie rovinných úloh teórie plasticity	307
11.7.1	Základné pojmy	307
11.7.2	Podmienky plasticity pri rovinnej deformácii	309
11.7.3	Diferenciálne rovnice sklzových čiar	309
11.7.4	Vlastnosti sklzových čiar	312
11.7.5	Elementárne siete sklzových čiar	314
EXPERIMENTÁLNA PRUŽNOSŤ		320
12.1	Predmet a ciele experimentálnej pružnosti	320
12.2	Tenzometrické metódy	321
12.2.1	Tenzometre mechanické	322
12.2.2	Mechanicko-optické tenzometre	323
12.2.3	Strunové tenzometre	324
12.2.4	Pneumatické tenzometre	324
12.2.5	Elektrické odporové tenzometre	325
12.2.5.1	Druhy odporových tenzometrov	325
12.2.5.2	Meranie malých odporových zmien	328

12.2.5.3	Vlastnosti odporových tenzometrov	334
12.2.5.4	Vplyv prevádzkových podmienok na tenzometrické meranie	336
12.2.5.5	Postup tenzometrického merania	338
12.2.5.6	Určenie napätí z nameraných deformácií	341
12.3	Fotoelasticimetria	344
12.3.1	Dvojlom svetla	346
12.3.2	Intenzita svetla za polarizátorom pri priamkovo polarizovanom svetle	348
12.3.3	Určovanie konštanty optickej citlivosti	354
12.3.4	Určovanie napätosti v modeloch	355
12.3.4.1	Separácia hlavných normálových napätí pozdĺž izostaty	357
12.3.5	Reflexná fotoelasticimetria	359
12.4	Metóda mechanicko-optickej interferencie - moiré metóda	361
12.4.1	Metóda povrchovej mriežky	361
12.5	Holografia	363
12.6	Krehké nátery	365
LITERATÚRA		367