

OBSAH

1. ÚVOD (napsal V. Kolář)	11
2. ZÁKLADNÍ ROVNICE MATEMATICKÉ TEORIE PRUŽNOSTI (napsal V. Kolář)	14
2.1. Napětí a deformace pružného tělesa	14
21.1. Základní předpoklady, pojmy a označení	14
21.2. Popis napjatosti pružného tělesa	16
21.3. Popis deformace tělesa	19
2.2. Statické rovnice rovnováhy	23
22.1. Součtové podmínky rovnováhy	23
22.2. Momentové podmínky rovnováhy	25
22.3. Souhrn	27
2.3. Geometrické rovnice spojitosti deformace tělesa	28
2.4. Fyzikální rovnice a rovnice spočívající na využití fyzikálních vztahů	30
24.1. Obecný Hookeův zákon	30
24.2. Rovnice využívající fyzikálních vztahů	31
242.1. Laméovy rovnice rovnováhy	32
242.2. Beltramiho rovnice	32
2.5. Okrajové podmínky	33
25.1. Druhy okrajových podmínek	33
25.2. Statické okrajové podmínky	34
25.3. Jiné okrajové podmínky	36
2.6. Základní cesty řešení soustav rovnic matematické teorie pružnosti	37
26.1. Formulace problémů pružnosti	37
261.1. První problém pružnosti	37
261.2. Druhý problém pružnosti a jiné problémy	38
26.2. Přesné řešení problémů pružnosti	39
262.1. Matematická formulace a způsoby přesného řešení	39
262.2. Příklady přesného řešení	41
26.3. Přibližná řešení problémů pružnosti	44
2.7. Základní informace o tenzorovém vyjádření vztahů matematické teorie pružnosti	46
3. TEORIE NAPJATOSTI A STAVU DEFORMACE (napsal J. Ducháček)	50
3.1. Transformační vztahy pro složky napětí a deformace	50
31.1. Spojitá proměna vnitřních sil a charakter transformačních vztahů	50
31.2. Rovnováha na elementárním čtyřstěnu	51
31.3. Rovnost kolmých složek napětí. Vztah normálního a tangenciálního napětí	53
31.4. Napětí normální, tangenciální a výsledné v obecném směru	55
31.5. Rovnice rovnováhy v křivočarých souřadnicích	57
31.6. Teorie stavu deformací. Poměrná délková a úhlová deformace v nelineární pružnosti a obecném směru	61
31.7. Poměrná změna objemu	66
31.8. Okrajové podmínky	67
31.9. Složky přetvoření v souřadnicích válcových a kulových	68
Příklady	70
3.2. Hlavní normální napětí a délkové deformace	71
32.1. Determinant 3. stupně pro hlavní normální napětí a délkové deformace	71

32.2.	Existence hlavních napětí a délkových deformací. Jejich směr	74
32.3.	Invarianty napjatosti a stavu deformace	77
32.4.	Transformace normálních a tangenciálních napětí k hlavním osám	78
32.5.	Koincidence hlavních os napětí a přetvoření	79
32.6.	Nezávislost fyzikálních zákonů pro normálná a tangenciální napětí	79
32.7.	Kvadriky napětí a přetvoření	81
32.8.	Zvláštní případy napětí a deformace	83
32.9.	Napětí, které působí změnu objemu nebo tvaru	84
32.10.	Vliv setrvačných sil	86
32.11.	Vliv změny teploty na napětí	86
	Příklady	88
3.3.	Extrémní tangenciální napětí a úhlové deformace	90
33.1.	Směry a velikost hlavních tangenciálních napětí a úhlových deformací	90
33.2.	Normálná napětí (a délková přetvoření) k hlavním napětím tangenciálním (a úhlovým deformacím)	92
	Příklad	93
3.4.	Oktaedrická napětí a deformace	93
3.5.	Dvojměrný problém	94
35.1.	Dvě varianty dvojměrného problému	94
14	351.1. Charakteristika rovinné napjatosti a stavu přetvoření	94
	351.2. Význam rovinného problému	96
35.2.	Základní rovnice, teorie dvojměrného problému	97
	352.1. Rovinná napjatost	97
	352.2. Stav rovinné deformace	100
	Příklady	100
15	35.3. Hlavní napětí a deformace rovinného problému	101
	353.1. Hlavní napětí za rovinné napjatosti	101
16	353.2. Zvláštní případy rovinné napjatosti	103
	353.3. Hlavní složky deformací	106
	Příklady	106
18/19	35.4. Lévyho podmínka a Airyho funkce	108
	354.1. Rovnice kompatibility za rovinné napjatosti	108
19	354.2. Airyho funkce	109
20	354.3. Řešení funkcí harmonických a biharmonických	110
	354.4. Funkce napjatosti za nenulových sil hmotových	112
	354.5. Funkce napjatosti na okraji stěny	114
	354.6. Funkce napětí v polárních souřadnicích	115
	354.7. Určení lineárních posuvů z Airyho funkce	117
	Příklady	118
4.	PŘETVARNÁ PRÁCE A POTENCIÁLNÍ ENERGIE PRUŽNÉHO TĚLESA (napsal V. Kolář)	121
4.1.	Základní pojmy	121
40	41.1. Potenciální energie vnějších a vnitřních sil tělesa	121
	411.1. Potenciální energie vnějších sil tělesa	121
	411.2. Potenciální energie vnitřních sil tělesa	123
	411.3. Různá vyjádření potenciální energie vnitřních sil tělesa	125
41	41.2. Přetvárná práce a Clapeyronův zákon	127

412.1.	Vztah mezi potenciální energií deformace tělesa a potenciální energií vnějších sil tělesa	127
43 412.2.	Věty o přetvárné práci.	128
412.3.	Jednoznačnost řešení problémů pružnosti	131
41 4.2.	Princip virtuálních prací	132
42.1.	Úvod	132
42.2.	Princip virtuálních prací u pružných těles	133
4.3.	Variační principy teorie pružnosti	135
44 43.1.	Princip Lagrangeův	135
43.2.	Princip Castiglianův	136
43.3.	Princip Dirichletův a Hamiltonův	139
433.1.	Princip Dirichletův	139
433.2.	Princip Hamiltonův	140
4.4.	Bettiho věta o vzájemnosti	141
4.5.	Aplikace na zvláštní případy	144
45.1.	Dvojměrné úlohy	144
451.1.	Potenciální energie rovinné deformace	144
451.2.	Potenciální energie rovinné napjatosti	146
45.2.	Jednorozměrné úlohy	147
452.1.	Příhradové konstrukce	147
452.2.	Nosníky a rámy	150
5. METODY ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ MATEMATICKÉ TEORIE PRUŽNOSTI (napsal V. Kolář)		153
5.1.	Úvod	153
85/26/37/24 5.2.	Variační metody	153
52.1.	Řešení Lagrangeovy variační rovnice	153
52.2.	Řešení Castiglianovy variační rovnice	160
52.3.	Jiné metody řešení	163
523.1.	Galerkinova metoda	163
523.2.	Metoda bodového splnění podmínek	165
5.3.	Metoda sítí	166
53.1.	Diferenční výrazy	166
53.2.	Funkce více proměnných	170
53.3.	Převod diferenciálních rovnic na soustavu algebraických lineárních rovnic	171
53.4.	Řešení lineárních rovnic metody sítí	173
53.5.	Automatizace výpočtu	175
6. VYBRANÉ ÚLOHY MATEMATICKÉ TEORIE PRUŽNOSTI (napsal F. Lederer)		176
6.1.	Saint-Venantův princip	176
6.2.	Řešení stěn	177
62.1.	Nepřímé metody	178
621.1.	Airyho funkce rovinné napjatosti	178
621.2.	Řešení polynomické	179
621.3.	Posuvy bodů stěny	182
62.2.	Řešení Fourierovými řadami	187
622.1.	Koeficienty Fourierovy řady pro různá zatížení	189
622.2.	Složky napětí	195
622.3.	Úzký prut s osovým břemenem	201

622.4.	Nekonečný stěnový pás s periodickým zatížením	204
622.5.	Stěna o jediném poli	207
25 62.3.	Metoda diferenční nebo metoda sítí.	211
2 623.1.	Okrajové hodnoty Airyho funkce	211
623.2.	Bipotenciální rovnice v diferenčním tvaru a napětí	214
623.3.	Postup řešení a příklad	215
62.4.	Nekonečný stěnový pás s místním zatížením	217
624.1.	Fourierův integrál	217
62.5.	Polostěna nebo polorovina	221
625.1.	Polostěna s kolmým osamělým břemenem	222
625.2.	Posuvy v polostěně	224
62.6.	Řešení stěny v polárních souřadnicích	227
626.1.	Centrálně symetrické uspořádání	230
626.2.	Kotouč bez otvoru	232
626.3.	Kotouč s otvorem	233
626.4.	Čistý ohyb prutu s kružnicovou střednicí	235
626.5.	Posuvy v rotačně symetrickém uspořádání	237
626.6.	Stěnový pás a nekonečná stěna s otvorem	238
6.3.	Pružný poloprostor nebo pružné polotěleso	242
63.1.	Rotačně symetrická napjatost a přetvořenost v prostoru	243
63.2.	Nekonečné těleso	246
632.1.	Nekonečné těleso s osamělým břemenem	246
632.2.	Nekonečné těleso se dvěma protisměrnými břemeny	248
632.3.	Střed tlaku	249
63.3.	Aplikace na nekonečné polotěleso nebo poloprostor	251
633.1.	Poloprostor zatížený kolmým břemenem.	251
633.2.	Posuvy v poloprostoru	253
633.3.	Polotěleso zatížené po kruhu	256
6.4.	Kontaktní úlohy	258
64.1.	Tlak v kontaktní spáře dvou koulí. Hertzovy vzorce	259
64.2.	Tlak tuhého hranolu na poloprostor	263
6.5.	Kroucení prutů	265
65.1.	Rovnice kroucení.	266
651.1.	Funkce napjatosti kroucení	268
65.2.	Kroucení určitých průřezů	270
652.1.	Průřez kruhový	270
a)	Řešení Saint-Venantovo	270
b)	Řešení pomocí funkce napjatosti	272
652.2.	Obecné řešení funkce napjatosti	274
a)	První řešení	274
b)	Druhé řešení	276
652.3.	Průřez obdélníkový	277
a)	První řešení	277
b)	Druhé řešení	282
6.6.	Desky.	282
66.1.	Vztah vnitřních sil k přetvoření	285
66.2.	Momentové výslednice vnitřních sil	285
66.3.	Rovnice desky	286
663.1.	Podmínky rovnováhy	286
663.2.	Posouvající síly	287

812.2.	Znázornění Mohrovo	356
81.3.	Popis nejdůležitějších teorií porušení	359
813.1.	Teorie maximálních normálních napětí (Galilei) . . .	359
813.2.	Teorie maximálních prodloužení (Mariotte)	361
813.3.	Teorie maximálního tangenciálního napětí (Guest) .	362
813.4.	Mohrova teorie porušení	364
813.5.	Energetické teorie	367
813.6.	Kritéria použitelnosti teorií porušení	369
8.2.	Fyzikální mechanismus porušení	374
82.1.	Nezákladnější poznatky o struktuře materiálů	374
82.2.	Fyzikální mechanismus porušení — Teorie dislokací .	377