

Obsah

Předmluva	9
1.0 ZÁKLADNÍ POJMY	11
1.1 Harmonický pohyb v jedné přímce	11
1.1.1 Harmonický (sinusový) pohyb	11
1.1.2 Skládání dvou harmonických pohybů v jedné přímce	12
1.1.3 Skládání K harmonických pohybů se stejnou úhlovou frekvencí v jedné přímce	14
1.1.4 Obecný periodický pohyb v jedné přímce	15
1.1.5 Obecný neperiodický pohyb v jedné přímce	16
1.2 Skládání dvou harmonických pohybů ve dvou a třech vzájemně kolmých přímkách	17
1.3 Postupné vlnění	20
1.4 Hamiltonův princip	21
1.5 Lagrangeovy rovnice	24
Literatura	29
2.0 KMITÁNÍ LINEÁRNÍCH SOUSTAV SE SOUSTŘEDĚNÝMI PARAMETRY	30
2.1 Soustavy s jedním stupněm volnosti	31
2.1.1 Volné kmitání netlumené soustavy s jedním stupněm volnosti	33
2.1.2 Vynucené kmitání netlumené soustavy s jedním stupněm volnosti	41
2.1.3 Volné kmitání tlumené soustavy	44
2.1.4 Vynucené kmitání soustavy s jedním stupněm volnosti s tlumením	48
2.2 Způsoby zobrazování dynamických charakteristik	62
2.3 Soustavy se dvěma stupni volnosti	66
2.3.1 Volné kmitání netlumené soustavy se dvěma stupni volnosti	66
2.3.2 Vynucené kmitání netlumených soustav se dvěma stupni volnosti	85
2.3.3 Volné kmitání tlumené soustavy se dvěma stupni volnosti	87
2.3.4 Vynucené kmitání tlumené soustavy se dvěma stupni volnosti	88
2.3.5 Tlumiče kmitů, eliminátory kmitání a jiné způsoby snižování vynuceného kmitání	90
2.4 Soustavy s více stupni volnosti	98
2.4.1 Soustavy se třemi stupni volnosti a zvláštní případy soustav s více stupni volnosti	99
2.4.2 Fyzikální diskretizace kontinua	103
2.4.3 Diskretizace metodou konečných prvků (MKP)	109
2.4.4 Volné kmitání netlumené soustavy s více stupni volnosti	121
2.4.5 Vynucené kmitání netlumené soustavy s více stupni volnosti	127

2.4.6	Volné kmitání soustavy s více stupni volnosti s viskózním tlumením a s gyroskopickými účinky	130
2.4.7	Vynucené kmitání tlumené soustavy	137
2.4.8	Redukce výpočtového modelu	138
2.4.9	Dynamická citlivost a ladění diskrétních soustav	140
2.4.10	Identifikace lineárních asymptoticky stabilních dynamických soustav	142
2.4.11	Energie a stabilita při harmonickém kmitání nekonzervativní soustavy	144
2.4.12	Malé kmity soustav	146
2.5	Výpočtové metody užívané při řešení problému vlastních hodnot	149
2.5.1	Choleskiho metoda	150
2.5.2	Jacobiho metoda	150
2.5.3	LR algoritmus	151
2.5.4	QR algoritmus	152
2.5.5	Mocninová metoda přímá	153
2.5.6	Metoda podprostorových iterací	154
2.5.7	Mocninová metoda nepřímá (inverzní)	156
2.5.8	Danilevského metoda	157
2.5.9	Leverrierova-Fadějevova metoda	158
2.6	Příklady technických aplikací teorie kmitání soustav se soustředěnými parametry	160
2.6.1	Podélné a torzní (kroutivé) kmitání	160
2.6.2	Ohybové (příčné) kmitání	163
2.6.3	Krouživé kmitání hřídelů, kritické otáčky	171
2.6.4	Kmitání pružně uloženého tělesa	179
2.7	Parametrické kmitání lineárních soustav	185
2.7.1	Řešení pro soustavy s více stupni volnosti. Parametrická rezonance	185
2.7.2	Parametrické kmitání soustav s jedním stupněm volnosti Rovnice Hillova a rovnice Mathieuova	188
	Literatura	193
3.0	KMITÁNÍ A VLNĚNÍ SOUSTAV SE SPOJITĚ ROZLOŽENÝMI PARAMETRY. JEDNOROZMĚRNÉ A DVOJROZMĚRNÉ ÚTVARY	195
3.1	Kmitání a vlnění strun a lan	195
3.1.1	Volné kmitání struny	196
3.1.2	Postupné vlnění ve struně	200
3.1.3	Kmitání tlumené struny	202
3.1.4	Kmitání a vlnění strun a lan s nekonstantní předpínací silou	204
3.1.5	Struna na elastickém podloží	207
3.2	Podélné kmitání a vlnění tenkých pružných tyčí	208
3.2.1	Volné kmitání tyče	209
3.2.2	Tlumené volné kmitání prismatické tyče	217
3.2.3	Volné kmitání s korekcí na konečný příčný rozměr tyče	219
3.2.4	Vynucené kmitání tyče	221
3.2.5	Podélné vlnění v tyčích	223
3.3	Torsní kmitání a vlnění tyčí	228
3.3.1	Kmitání a vlnění válcových tyčí kruhového i mezikruhového průřezu — elementární teorie	228
3.3.2	Torsní kmitání tyčí čtverhranného průřezu	230
3.3.3	Obecná teorie torsního kmitání válcových tyčí	231
3.3.4	Torsní kmitání komolých kuželů	233
3.4	Ohybové kmitání a vlnění tenkých přímých nosníků	235
	Kmitání zakřivených prismatických nosníků	235
3.4.1	Ustálené kmitání, Bernoulliho-Eulerova teorie	235
3.4.2	Vynucené kmitání tenkých prismatických nosníků	245
3.4.3	Tlumené volné kmitání tenkých nosníků	248
3.4.4	Volné kmitání nosníků zatížených osovou silou	251

3.4.5	Ustálené kmitání Rayleighova a Timošenkova teorie	255
3.4.6	Kmitání nosníků proměnlivého průřezu	258
3.4.7	Ohybové vlnění v prismatických nosnících	261
3.4.8	Kmitání zakřivených prismatických nosníků Kmitání tenkého kruhového prstence	263
3.5	Kmitání a vlnění membrán	268
3.6	Kmitání a vlnění tenkých desek	275
3.6.1	Volné kmitání obdélníkové a čtvercové desky	277
3.6.2	Volné kmitání kruhové desky	280
3.6.3	Kmitání desky předepjaté konstantními silami ve své rovině	286
3.6.4	Postupné vlnění v tenké desce	287
3.7	Kmitání válcových skořepin	288
3.7.1	Membránová teorie válcových skořepin	288
3.7.2	Ohybová teorie válcových skořepin [3.44]	294
3.8	Přibližné metody výpočtu vlastních frekvencí a vlastních tvarů kmitů	298
3.8.1	Rayleighova metoda	298
3.8.2	Ritzova metoda	306
3.8.3	Southwellův teorém	310
	Literatura	311
4.0	KMITÁNÍ NELINEÁRNÍCH SOUSTAV	313
4.1	Matematické modely nelineárních mechanických soustav	316
4.2	Charakteristiky nelineárních prvků	318
4.3	Volné kmitání soustavy s jedním stupněm volnosti	324
4.3.1	Hlavní metody řešení	325
4.3.2	Příklady nelineárních soustav s jedním stupněm volnosti	342
4.4	Vynucené kmitání nelineárního mechanického systému s jedním stupněm volnosti	354
4.4.1	Metody řešení pohybových rovnic	356
4.4.2	Hlavní rezonance nelineárních soustav	369
4.4.3	Ultraharmonická a subharmonická rezonance — vícefrekvenční kmitání	387
4.5	Přechodové kmitání	394
4.6	Soustavy s periodicky proměnlivými parametry	402
4.7	Silně nelineární soustavy	408
4.7.1	Soustava s rázy	408
4.7.2	Soustavy s analytickými silně nelineárními charakteristikami	415
4.8	Nelineární soustavy s aktivními prvky	417
4.8.1	Interakce vynuceného a samobuzeného kmitání	423
4.9	Stabilita pohybu	425
4.9.1	Stabilita rovnovážné polohy a vlastního kmitání	437
4.9.2	Stabilita vynuceného kmitání	438
4.10	Soustavy s více stupni volnosti	447
4.10.1	Soustava se dvěma stupni volnosti	454
4.10.2	Soustava se zdrojem budících účinků	458
4.11	Nelineární kmitání kontinua	461
	Literatura	465
5.0	NÁHODNÉ KMITÁNÍ	468

5.1	Náhodné jevy a veličiny	468
5.2	Náhodné procesy	473
5.3	Lineární zobrazení náhodných procesů	483
5.4	Náhodné kmitání lineárních soustav	487
5.4.1	Soustavy se soustředěnými parametry	487
5.4.2	Soustavy se spojitě rozloženými parametry	491
5.4.3	Lineární soustavy s časově proměnnými koeficienty	494
5.5	Náhodné kmitání nelineárních soustav	495
5.5.1	Stanovení nelinearity	495
5.5.2	Metody řešení	496
5.5.3	Nelineární soustavy s časově proměnnými členy	504
	Literatura	506
6.0	VLNOVÉ JEVY V ELASTICKÉM PROSTŘEDÍ A V TĚLESECH. RÁZOVÉ JEVY V PRUŽNÝCH TĚLESECH	508
6.1	Vlnové jevy v elastickém prostředí	508
6.1.1	Základní typy vln v neomezeném třírozměrném prostředí	511
6.1.2	Rayleighovy vlny	513
6.1.3	Vlnění v tlusté desce	516
6.1.4	Vlnění ve válcové tyči kruhového průřezu	519
6.2	Rázové jevy v pružných tělesech	529
6.2.1	Podélný ráz v tenkých tyčích	529
6.2.2	Příčný ráz na tenký nosník	531
6.2.3	Ráz na pružný poloprostor. Vliv příčného rozměru tyče na počáteční fázi rázu při podélném rázu	532
6.2.4	Paradoxní rázové jevy při rázu pružných těles	538
	Literatura	538
DODATKY		
Dodatek 1	Geometrie plošných útvarů a hmotných tuhých těles. Matice hmotnosti a setrvačnosti a transformace souřadnic	539
Dodatek 2	Konstanty tuhosti pružin a jiných jednoduchých konstrukčních prvků	550
Dodatek 3	Fourierova řada	553
Dodatek 4	Fourierův integrál	560
Dodatek 5	Laplaceova integrální transformace	566
Dodatek 6	Základy maticové algebry	572
Dodatek 7	Tabulka fyzikálních veličin elastických materiálů (Polykrystalické látky)	580
	Literatura	581
	Rejstřík	583