

OBSAH

Obsah	strana
	5
Předmluva	15
Označení	16
I. ÚVOD	25
II. JEDNOROZMĚRNÁ TĚLESA	33
1. Prostý nosník zatížený pohybující se silou konstantní velikosti	34
1.1 Formulace úlohy	34
1.2 Řešení úlohy	36
1.3 Zvláštní případy	40
1.3.1 Příklad $\alpha = 0$ (statika)	40
1.3.2 Příklad $\beta = 0$ (bez útlumu)	42
1.3.3 Příklad $\beta \ll 1$ (malý útlum)	43
1.3.4 Příklad $\beta = \beta_{cr} = n^2$ (kritický útlum)	43
1.3.5 Příklad $\beta > \beta_{cr}$ (nadkritický útlum)	44
1.4 Užití teorie	45
1.4.1 Vliv rychlosti	45
1.4.2 Aplikace u mostů	45
1.4.3 Přibližné řešení účinků pohybující se hmoty	47
1.4.4 Experimentální výsledky	48
1.5 Doplňující literatura	52
2. Pohyblivá harmonicky proměnná síla na prostém nosníku	53
2.1 Formulace problému a jeho řešení	53
2.2 Dynamický koeficient	55
2.3 Užití teorie	56
2.3.1 Srovnání teorie s experimentem	57
2.3.2 Kritické rychlosti a maximální dynamické koeficienty pro mosty různých rozpětí	61
2.4 Doplňující literatura	63

3.	Pohyblivé spojité zatížení na prostém nosníku	64
3.1	Vynucené ustálené kmitání	64
3.2	Najetí rovnoměrného zatížení na nosník	68
3.3	Odjetí rovnoměrného zatížení s nosníku	70
3.4	Užití teorie	71
3.4.1	Přibližný výpočet železničních mostů velkých rozpětí	72
3.4.2	Srovnání teorie s experimenty	73
3.4.3	Dynamické koeficienty	75
3.4.4	Potrubí při protékání kapaliny	76
3.5	Doplňující literatura	76
4.	Pohyblivá síla obecně v čase proměnná na prostém nosníku	77
4.1	Síla v čase lineárně vzrůstající	78
4.2	Síla s exponenciálním průběhem	79
4.3	Pohyblivé impulsy	80
4.4	Užití teorie	82
4.5	Doplňující literatura	84
5.	Výpočet napětí	85
5.1	Výpočet řadami	85
5.2	Integro-diferenciální rovnice	87
5.2.1	Partikulární řešení nehomogenní integro-diferenciální rovnice	90
5.2.2	Obecné řešení homogenní integro-diferenciální rovnice	94
5.2.3	Číselný příklad	95
5.3	Kombinovaná metoda	97
5.4	Užití teorie	100
5.5	Doplňující literatura	101
6.	Nosníky s různými okrajovými podmínkami při pohyblivém zatížení	102
6.1	Zobecněná metoda konečných integrálních transformací	102
6.2	Pohyb obecně proměnné síly po nosníku	105
6.3	Pohyb síly po konzole	110
6.4	Užití teorie	112
6.5	Doplňující literatura	112
7.	Nehmotný nosník při pohyblivém zatížení	113
7.1	Formulace úlohy	113
7.2	Přesné řešení	114
7.3	Přibližné řešení	117

7.3.1	Metoda malého parametru (perturbací)	117
7.3.2	Metoda postupných aproximací	119
7.3.3	Rozvoj řešení v mocninnou řadu	120
7.4	Užití teorie	121
7.5	Doplňující literatura	121
8.	Nosník zatížený pohybující se soustavou o dvou stupních volnosti	122
8.1	Formulace problému	123
8.2	Řešení problému	126
8.2.1	Bezrozměrné parametry	126
8.2.2	Převedení rovnic do bezrozměrného tvaru	131
8.2.3	Numerické řešení	132
8.3	Vliv jednotlivých parametrů	133
8.3.1	Vliv rychlosti	134
8.3.2	Vliv frekvenčního parametru neodpružené soustavy	134
8.3.3	Vliv frekvenčního parametru odpružené hmoty	135
8.3.4	Vliv proměnné tuhosti pružné vrstvy	135
8.3.5	Vliv poměru tíhy vozidla a nosníku	143
8.3.6	Vliv poměru tíhy neodpružených a odpružených částí vozidla	143
8.3.7	Vliv útlumu nosníku	143
8.3.8	Vliv útlumu v pružinách vozidla	143
8.3.9	Vliv počátečních podmínek	143
8.3.10	Vliv ostatních parametrů	144
8.4	Užití teorie	148
8.4.1	Srovnání teorie s experimenty	148
8.4.2	Dynamické namáhání železničních mostů větších rozpětí	148
8.5	Doplňující literatura	151
9.	Nosník zatížený pohybující se dvounápravovou soustavou	152
9.1	Formulace problému	152
9.2	Řešení problému	157
9.2.1	Bezrozměrné parametry	157
9.2.2	Převedení rovnic do bezrozměrného tvaru	159
9.2.3	Úprava rovnic pro numerické řešení	162
9.2.4	Numerické řešení	164
9.3	Vliv jednotlivých parametrů	165
9.3.1	Vliv rychlosti	165
9.3.2	Vliv frekvenčního parametru neodpružené hmoty	169
9.3.3	Vliv frekvenčního parametru odpružené hmoty	169
9.3.4	Vliv poměru tíhy vozidla a nosníku	173
9.3.5	Vliv poměru tíhy neodpružených částí vozidla a celkové tíhy vozidla	174

9.3.6	Vliv hloubky nerovnosti	174
9.3.7	Vliv délky nerovnosti	175
9.3.8	Vliv ostatních parametrů	175
9.4	Užití teorie	176
9.4.1	Srovnání teorie s experimenty	176
9.4.2	Dynamické namáhání železničních mostů malých rozpětí	179
9.5	Doplňující literatura	179
10.	Nosník zatížený pohybující se vícenápravovou soustavou	180
10.1	Formulace problému	180
10.2	Řešení problému	184
10.2.1	Bezrozměrné parametry	184
10.2.2	Převedení rovnic do bezrozměrného tvaru	185
10.2.3	Numerické řešení	187
10.3	Vliv některých parametrů	190
10.3.1	Vliv rychlosti	190
10.3.2	Vliv dalších parametrů	190
10.4	Užití teorie	191
10.4.1	Srovnání teorie s experimenty	191
10.4.2	Dynamické namáhání železničních mostů menších rozpětí za vysokých rychlostí	196
10.5	Doplňující literatura	196
11.	Soustavy prutů konstantního průřezu při pohybujícím se zatížení	197
11.1	Rámové soustavy	199
11.1.1	Vlastní kmitání	200
11.1.2	Vynucené kmitání	205
11.2	Spojité nosníky	209
11.2.1	Vlastní kmitání	209
11.2.2	Vynucené kmitání	211
11.3	Příhradové mosty	214
11.4	Užití teorie	214
11.4.1	Spojitý příhradový most o dvou polích	215
11.4.2	Spojitý příhradový most o 6 polích	215
11.5	Doplňující literatura	217
12.	Nosníky proměnného průřezu a křivé pruty při pohybujícím se zatížení	218
12.1	Přímý prut proměnného průřezu	218
12.1.1	Metoda sítí	218
12.1.2	Galerkinova metoda	221
12.2	Křivé pruty	223

12.2.1	Metoda rozkladu podle vlastních tvarů	224
12.2.2	Kruhový oblouk konstantního průřezu	226
12.3	Užití teorie	232
12.4	Doplňující literatura	232
13.	Nekonečně dlouhý nosník na pružném podkladě	233
13.1	Formulace úlohy	233
13.2	Póly funkce komplexní proměnné	236
13.3	Řešení pro různé případy	241
13.3.1	Případ $\alpha = 0$ (statika)	245
13.3.2	Případ $\beta = 0$ (bez útlumu)	245
13.3.3	Případ $\beta \ll 1$ (malý útlum)	248
13.3.4	Případ $\beta = \beta_{cr}$ (kritický útlum)	248
13.3.5	Případ $\beta > \beta_{cr}$ (nadkritický útlum)	252
13.4	Průhyb, ohybový moment a posouvající síla v místě pod břemenem	253
13.4.1	Případ $\alpha = 0$ (statika)	254
13.4.2	Případ $\beta = 0$ (bez útlumu)	254
13.4.3	Případ $\beta \ll 1$ (malý útlum)	254
13.4.4	Případ $\beta = \beta_{cr}$ (kritický útlum)	255
13.5	Užití teorie	258
13.5.1	Vliv pohybuující se hmoty	258
13.5.2	Vliv rychlosti	259
13.5.3	Vliv podloží	260
13.6	Doplňující literatura	260
14.	Vlákno zatížené pohybuícím se zatížením	261
14.1	Hmotné vlákno s pohybuující se silou	261
14.2	Pohyb hmoty po nehmotném vlákně	263
14.3	Vlákno zavěšené v nestejně výši	270
14.3.1	Statický průhyb vlákna vlivem vlastní tíhy a vlivem osamělé síly	272
14.3.2	Pohyb síly po vlákně	272
14.4	Užití teorie	273
14.5	Doplňující literatura	274
III.	DVOUROZMĚRNÁ TĚLESA	275
15.	Desky zatížené pohybuícím se zatížením	276
15.1	Obdélníková deska po obvodě prostě podepřená	278

15.1.1	Pohyb síly v čase proměnné rovnoběžně s osou x	279
15.1.2	Pohyb konstantní síly	281
15.1.3	Pohyb síly po přímce	282
15.2	Obdélníková deska na dvou protilehlých okrajích prostě podepřená	283
15.2.1	Pohyb síly v čase proměnné rovnoběžně s osou x při obecných počátečních podmínkách	285
15.2.2	Pohyb konstantní síly	288
15.3	Užití teorie	288
15.4	Doplňující literatura	292
16.	Nekonečně velká deska na pružném podkladě	293
16.1	Vynucené ustálené kmitání	293
16.2	Řešení v polárních souřadnicích	295
16.2.1	Statické řešení	296
16.2.2	Přibližné řešení při podkritické rychlosti	298
16.3	Užití teorie	300
16.4	Doplňující literatura	300
IV.	TŘÍROZMĚRNÁ TĚLESA	301
17.	Síla pohybující se v pružném prostoru	302
17.1	Kvazistacionární pohyb síly v pružném prostředí	304
17.1.1	Podzvuková rychlost $c < c_2 < c_1$	307
17.1.2	Přechodová rychlost $c_2 < c < c_1$	311
17.1.3	Nadzvuková rychlost $c_2 < c_1 < c$	314
17.2	Napětí v pružném prostředí	317
17.3	Užití teorie	320
17.4	Doplňující literatura	320
18.	Síla pohybující se po pružném poloprostoru	321
18.1	Pohyb osamělé síly pro pružném poloprostoru	322
18.1.1	Podzvuková rychlost $c < c_2 < c_1$	324
18.1.2	Přechodová rychlost $c_2 < c < c_1$	328
18.1.3	Nadzvuková rychlost $c_2 < c_1 < c$	329
18.2	Pohyb přímkového zatížení po pružném poloprostoru	330
18.2.1	Podzvuková rychlost $c < c_2 < c_1$	332
18.2.2	Přechodová rychlost $c_2 < c < c_1$	335
18.2.3	Nadzvuková rychlost $c_2 < c_1 < c$	339
18.3	Pohyb síly po pružné poloroovině	342
18.4	Užití teorie	342
18.5	Doplňující literatura	344

V. SPECIÁLNÍ PROBLÉMY	345
19. Pohyb zatížení proměnnou rychlostí	346
19.1 Pohyb osamělé síly	347
19.2 Najetí rovnoměrného zatížení	351
19.3 Vliv setrvačné hmoty zatížení při proměnné rychlosti	354
19.3.1 Galerkinova metoda	356
19.3.2 Metoda malého parametru (perturbací)	359
19.3.3 Rozvoj řešení v mocninnou řadu	362
19.4 Užití teorie	363
19.5 Doplňující literatura	363
20. Nosníky s osovou silou při pohyblivém zatížení	364
20.1 Nosník se statickou osovou silou	367
20.1.1 Pohybující se osamělá síla	367
20.1.2 Najetí rovnoměrného zatížení na nosník	368
20.1.3 Vliv hmoty pohybujícího se rovnoměrného zatížení	369
20.2 Visuté nosníky	372
20.3 Užití teorie	376
20.4 Doplňující literatura	377
21. Podélné kmitání prutů při pohyblivém zatížení	378
21.1 Pohybující se zatížení	379
21.2 Ohybové a podélné kmitání prutů	380
21.3 Užití teorie	381
21.4 Doplňující literatura	381
22. Tenkostěnné pruty	382
22.1 Průřez prutu se svislou osou souměrnosti	384
22.1.1 Svislá konstantní síla	386
22.1.2 Svislá harmonicky proměnná síla	387
22.1.3 Vodorovná síla a krouticí moment	388
22.2 Průřez prutu se dvěma osami souměrnosti	392
22.2.1 Vodorovná síla	392
22.2.2 Krouticí moment	393
22.3 Užití teorie	394
22.3.1 Účinek pohybující se hmoty vozidla	394
22.3.2 Kroutivý účinek protizávaží	395
22.3.3 Boční rázy	395
22.4 Doplňující literatura	396

23. Vliv smyku a rotační setrvačnosti	397
23.1 Prostě uložený nosník	401
23.1.1 Timošenkův nosník	401
23.1.2 Nosník s uvažováním smyku	404
23.1.3 Rayleighův nosník	405
23.2 Nekonečně dlouhý nosník na pružném podkladě	406
23.2.1 Timošenkův nosník	409
23.2.2 Nosník s uvažováním smyku	419
23.2.3 Rayleighův nosník	420
23.2.4 Bernoulliho-Eulerův nosník	420
23.3 Užití teorie	422
23.4 Doplňující literatura	422
24. Nosník konečné délky při vysoké rychlosti pohybu síly	423
24.1 Nosník konečné délky	424
24.2 Prostě uložený nosník	424
24.3 Užití teorie	427
24.4 Doplňující literatura	427
25. Nepružné vlastnosti materiálu	428
25.1 Viskoelastický nosník při pohybujičím se zatížení	428
25.1.1 Hookovo dokonale pružné těleso	431
25.1.2 Kelvinovo těleso	431
25.1.3 Maxwelllovo těleso	434
25.1.4 Standardní lineární těleso	436
25.2 Tuhoplastický nosník při pohybujičím se zatížení	437
25.2.1 Dokonale tuhý nosník s plastickým kloubem	439
25.2.2 Pohybujičící se síla	446
25.2.3 Nehmotný nosník	449
25.3 Užití teorie	450
25.4 Doplňující literatura	450
26. Pohybujičící se náhodné zatížení	451
26.1 Obecná teorie	452
26.1.1 Korelační analýza	453
26.1.2 Spektrální analýza	455
26.2 Pohybujičící se náhodná síla	456
26.3 Pohybujičící se náhodné spojitě zatížení	460
26.4 Nekonečně dlouhý nosník na náhodném pružném podloží zatížený pohybujičící se náhodnou silou	463
26.5 Užití teorie	469
26.6 Doplňující literatura	470

27. Tabulky integrálních transformací	472
27.1 Laplaceova - Carsonova integrální transformace	472
27.2 Fourierova sinová konečná integrální transformace	481
27.3 Fourierova kosinová konečná integrální transformace	482
27.4 Fourierova komplexní integrální transformace	482
27.5 Fourierova sinová integrální transformace	483
27.6 Fourierova kosinová integrální transformace	483
27.7 Hankelova integrální transformace	484

LITERATURA	485
------------	-----

VĚCNÝ REJSTŘÍK	509
----------------	-----

Kniha z roku 1972 byla věnována mému učiteli staršího gymnasia P.Š. Ing. Dr. Vladimíru Kolouškovi, DrSc., členu korespondenčního ÚSAV, který zemřel v roce 1974. Někdy i při každém vydání budiz a jeho vzpomínat tento redaktor Československé školy staršího gymnasia.

Zavřít věnuji všem, kdo se zabývají o publikaci této knihy. Redakční věnování redaktorovi Prof. Ing. J. Jiráskovi, DrSc., členu korespondenčního ÚSAV, recenzentům Ing. B. Mertiněvi, DrSc. a Ing. V. Fischerovi, DrSc., redaktorům a nakladatelům Akademie M. Novákové a L. Hrdinovi a E. Kouborovi za pečlivé přepracování rukopisu.

Doc. Ing. Vladimír Koloušek, DrSc.

Praha, 1986