

OBSAH

ÚVOD	11
PŘEHLED POUŽITÝCH ZNAČEK	14

ČÁST PRVNÍ - ZÁKLADY STAVEBNÍ DYNAMIKY

Kapitola 1 DYNAMICKÉ ÚČINKY

1.1 Všeobecně o dynamických účincích	19
1.2 Dynamická zatížení	21
1.2.1 Deterministická zatížení působící v čase spojitě	21
1.2.2 Deterministická zatížení působící v čase nespojitě	24
1.2.3 Stochastická zatížení	24
1.2.4 Smíšená zatížení	25
1.3 Seismické účinky	26
1.3.1 Seismické účinky vyvolané zemětřesením	26
1.3.2 Seismické účinky vyvolané dopravou	27
1.3.3 Seismické účinky vyvolané explozemi trhavin	27
1.3.4 Seismické účinky vyvolané beraněním pilot	28

Kapitola 2 POSUZOVÁNÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ VYSTAVENÝCH DYNAMICKÝM ÚČINKŮM

2.1 Dynamická odezva	29
2.2 Obecné zásady při posuzování dynamicky namáhaných konstrukcí	30
2.3 Kritéria bezpečnosti	31
2.3.1 První mezní stav	31
2.3.2 Druhý mezní stav	32
2.4 Kritéria provozní způsobilosti	34
2.4.1 Účinky kmitání na člověka	34
2.4.2 Účinky kmitání na měřicí a jiné přístroje	34
2.4.3 Účinky kmitání na strojní a jiná technologická zařízení	35
2.4.4 Účinky kmitů šířících se podložím	36

Kapitola 3 ZÁKLADY TEORIE KMITÁNÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

3.1 Předpoklady	37
3.2 Rozdělení výpočtových modelů a metod teoretické stavební dynamiky	38
3.3 Principy	39
3.3.1 d'Alembertův princip pro pohyb hmotného bodu a hmotného centra	39
3.3.2 d'Alembertův princip pro pohyb soustavy s konečným počtem hmotných center	40
3.3.3 d'Alembertův princip pro pohyb soustavy s nekonečným počtem hmotných bodů	41
3.4 Druhy kmitání a jejich obecné vlastnosti	42
3.5 Útlum provázající kmitání stavebních konstrukcí	43

ČÁST DRUHÁ - SOUSTAVY S JEDNÍM STUPNĚM VOLNOSTI

Kapitola 4 ZÁKLADY TEORIE KMITÁNÍ SOUSTAV O JEDNOM STUPNI VOLNOSTI

4.1 Soustava s jedním stupněm volnosti a její použití	45
4.2 Mechanické charakteristiky	46
4.2.1 Přetvárná charakteristika	46
4.2.2 Napjatostní charakteristika	47
4.2.3 Setrvačná charakteristika	47

4.2.4 Útlumová charakteristika	47
4.3 Podmínky pohybové rovnováhy	48
4.4 Obecný postup při stanovení pohybového vychýlení a pohybové napjatosti	49
4.5 Číselný příklad	50

Kapitola 5
KMITÁNÍ VLASTNÍ

5.1 Pohybové vychýlení netlumené soustavy	51
5.2 Pohybové vychýlení tlumené soustavy, jeho rychlost a zrychlení	52
5.3 Pohybová napjatost	56
5.4 Integrační konstanty	56
5.5 Absolutní extrémý pohybových stavů	57
5.6 Číselný příklad	58

Kapitola 6
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ V ČASE SPOJITÝM ZATÍŽENÍM

6.1 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	60
6.2 Pohybová napjatost	62
6.3 Integrační konstanty	62
6.4 Absolutní extrémý pohybových stavů	63
6.5 Rozšíření úlohy	63

Kapitola 7
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ NÁHLÝM ÚČINKEM ZATÍŽENÍ STÁLÉ VELIKOSTI

7.1 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení za obecných počátečních podmínek kmitání	64
7.2 Pohybová napjatost za obecných počátečních podmínek kmitání	65
7.3 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení při rozkmitu z klidu	65
7.4 Pohybová napjatost při rozkmitu z klidu	66
7.5 Absolutní extrémý pohybových stavů	67
7.6 Číselný příklad	67

Kapitola 8
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ HARMONICKÝM ZATÍŽENÍM

8.1 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení za obecných počátečních podmínek kmitání	70
8.2 Pohybová napjatost za obecných počátečních podmínek kmitání	71
8.3 Absolutní extrémý pohybových stavů	72
8.4 Fáze pohybových stavů vynuceného kmitání	74
8.5 Mimorezonanční rozkmit z klidu	75
8.6 Rozkmit z klidu za rezonance	75
8.7 Číselné příklady	76
8.7.1 Příklad 1	76
8.7.2 Příklad 2	78
8.7.3 Příklad 3	79

Kapitola 9
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ PERIODICKÝM ZATÍŽENÍM

9.1 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	80
9.2 Pohybová napjatost	81
9.3 Absolutní extrémý pohybových stavů	81
9.4 Rezonanční kmitání	82

9.5 Číselný příklad	82
-------------------------------	----

Kapitola 10

VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ OPAKOVANĚ PŮSOBÍCÍMI DLOUHODOBÝMI IMPULZY

10.1 Úplné vynucené kmitání po dobu působení impulzů	84
10.2 Vlastní kmitání v časových úsecích, v nichž nepůsobí impulzy	85
10.3 Absolutní extrémny pohybových stavů	86
10.4 Rezonanční kmitání	86
10.5 Číselný příklad	86

Kapitola 11

VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ OPAKOVANĚ PŮSOBÍCÍMI KRÁTKODOBÝMI IMPULZY

11.1 Vlastní kmitání v dílčím časovém intervalu	89
11.2 Rezonanční kmitání	90
11.2.1 Rezonanční kmitání prvního cyklu	91
11.2.2 Rezonanční kmitání // - tého cyklu	92
11.3 Číselný příklad	93

Kapitola 12

VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ JEDNODUCHÝMI SEISMICKÝMI ÚČINKY

12.1 Mechanické charakteristiky	95
12.1.1 Přetvárná charakteristika	95
12.1.2 Napjatostní charakteristika	96
12.2 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	96
12.3 Pohybové napjatost	97
12.4 Absolutní extrémny pohybových stavů	97
12.5 Obecný příklad	97

ČÁST TŘETÍ - SOUSTAVY S KONEČNÝM POČTEM STUPŇŮ VOLNOSTI

Kapitola 13

ZÁKLADY TEORIE KMITÁNÍ SOUSTAV S KONEČNÝM POČTEM STUPŇŮ VOLNOSTI

13.1 Soustava s konečným počtem stupňů volnosti	99
13.1.1 Definice soustavy	99
13.1.2 Odvození soustavy z konkrétní konstrukce	100
13.1.3 Zjednodušování soustav	101
13.2 Mechanické charakteristiky	101
13.2.1 Přetvárná charakteristika	102
13.2.2 Napjatostní charakteristika	102
13.2.3 Šetrvačná charakteristika	103
13.2.4 Útlumová charakteristika	103
13.3 Podmínky pohybové rovnováhy	103
13.4 Obecný postup při stanovení pohybového vychýlení a pohybové napjatosti	104
13.5 Vlastnosti redukovaných matic tuhostí a poddajností	105
13.6 Charakteristické vychýlení, zatížení a napjatost	107
13.7 Finitní modální analýza	107
13.8 Číselné příklady	108
13.8.1 Příklad 1	108
13.8.2 Příklad 2	108
13.8.3 Příklad 3	109
13.8.4 Příklad 4	109

Kapitola 14
KMITÁNÍ VLASTNÍ

14.1	Pohybové vychýlení netlumené soustavy	110
14.2	Pohybové vychýlení tlumené soustavy, jeho rychlost a zrychlení . . .	111
14.3	Pohybová napjatost	113
14.4	Integrační konstanty	113
14.5	Absolutní extrémy pohybových stavů	114
14.6	Číselné příklady	114
14.6.1	Příklad 1	114
14.6.2	Příklad 2	115

Kapitola 15
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ V ČASE SPOJITÝM ZATÍŽENÍM

15.1	Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	117
15.2	Pohybová napjatost	118
15.3	Integrační konstanty	118
15.4	Absolutní extrémy pohybových stavů	119
15.5	Rozšíření úlohy	119

Kapitola 16
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ NÁHLÝM ÚČINKEM ZATÍŽENÍ STÁLÉ VELIKOSTI

16.1	Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení za obecných počátečních podmínek pohybu	120
16.2	Pohybová napjatost za obecných počátečních podmínek pohybu	120
16.3	Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení při rozkmitu z klidu	121
16.4	Pohybová napjatost při rozkmitu z klidu	121
16.5	Absolutní extrémy pohybových stavů	121
16.6	Číselný příklad	122

Kapitola 17
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ JEDNODUCHÝM HARMONICKÝM ZATÍŽENÍM

17.1	Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení za obecných počátečních podmínek kmitání	125
17.2	Pohybová napjatost za obecných počátečních podmínek kmitání	127
17.3	Absolutní extrémy pohybových stavů	127
17.4	Mimorezonanční rozkmit soustavy z klidu	128
17.5	Rozkmit soustavy z klidu za rezonance	128
17.6	Rezonanční křivky	128
17.7	Číselný příklad	129

Kapitola 18
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ JEDNODUCHÝM PERIODICKÝM ZATÍŽENÍM

18.1	Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	133
18.2	Pohybová napjatost	134
18.3	Absolutní extrémy pohybových stavů	134
18.4	Rezonanční kmitání	134
18.5	Číselný příklad	135

Kapitola 19
VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ OPAKOVANĚ PŮSOBÍCÍMI DLOUHODOBÝMI IMPULZY

19.1	Úplné vynucené kmitání po dobu působení impulzů	138
19.2	Vlastní kmitání v časových úsecích, v nichž nepůsobí impulzy	139

19.3 Absolutní extrémý pohybových stavů	140
19.4 Rezonanční kmitání	140
19.5 Číselný příklad	140

Kapitola 20

VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ OPAKOVANĚ PŮSOBÍCÍMI KRÁTKODOBÝMI IMPULZY

20.1 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	144
20.2 Pohybová napjatost	145
20.3 Absolutní extrémý pohybových stavů	145
20.4 Rezonanční kmitání	145
20.5 Číselný příklad	146

Kapitola 21

VYNUCENÉ KMITÁNÍ VYVOLANÉ JEDNODUCHÝMI SEISMICKÝMI ÚČINKY

21.1 Mechanické charakteristiky	149
21.1.1 Přetvárná charakteristika	149
21.1.2 Napjatostní charakteristika	150
21.2 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	150
21.3 Pohybová napjatost	152
21.4 Absolutní extrémý pohybových stavů	152
21.5 Obecný příklad	152

ČÁST ČTVRTÁ - SOUSTAVY S NEKONEČNÝM POČTEM STUPŇŮ VOLNOSTI

Kapitola 22

OHYBOVÉ KMITÁNÍ ŠTÍHLÝCH PŘÍMÝCH NOSNÍKŮ

22.1 Definice soustavy, její mechanické charakteristiky a podmínky pohybové rovnováhy	154
22.2 Kmitání vlastní	155
22.2.1 Pohybové vychýlení netlumené soustavy	155
22.2.2 Pohybové vychýlení tlumené soustavy, jeho rychlost a zrychlení	160
22.2.3 Pohybová napjatost	161
22.2.4 Integroční konstanty	161
22.2.5 Absolutní extrémý pohybových stavů	162
22.2.6 Číselný příklad	162
22.3 Vynucené kmitání vyvolané v čase spojitým zatížením	164
22.3.1 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	164
22.3.2 Pohybová napjatost	165
22.3.3 Integroční konstanty	165
22.3.4 Absolutní extrémý pohybových stavů	166
22.3.5 Rezonanční kmitání	166
22.3.6 Číselný příklad	167
22.4 Kmitání vyvolané krátkodobým impulzovým zatížením	168
22.4.1 V čase ojedinele působící impulzové zatížení	168
22.4.2 Opakující se impulzové zatížení	169
22.4.3 Číselný příklad	170
22.5 Vynucené kmitání vyvolané nehmotným pohyblivým břemenem	171
22.5.1 Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	172
22.5.2 Pohybová napjatost	172
22.5.3 Integroční konstanty	173
22.5.4 Absolutní extrémý pohybových stavů, kritické rychlosti	173
22.5.5 Obecný a číselný příklad	173

Kapitola 23

OHYBOVÉ KMITÁNÍ TENKÝCH OBDÉLNÍKOVÝCH DESEK

23.1 Definice soustavy, její mechanické charakteristiky a podmínky pohybové rovnováhy	175
---	-----

23.2	Kmitání vlastní	177
23.2.1	Pohybové vychýlení netlumené soustavy	177
23.2.2	Pohybové vychýlení tlumené soustavy, jeho rychlost a zrychlení	181
23.2.3	Pohybová napjatost	182
23.2.4	Integrační konstanty	183
23.2.5	Absolutní extrém pohybových stavů	183
23.2.6	Číselný příklad	183
23.3	Vynucené kmitání vyvolané v čase spojitým zatížením	185
23.3.1	Pohybové vychýlení, jeho rychlost a zrychlení	185
23.3.2	Pohybová napjatost	186
23.3.3	Integrační konstanty	187
23.3.4	Absolutní extrém pohybových stavů	187
23.3.5	Rezonanční kmitání	187
23.3.6	Číselný příklad	187
23.4	Kmitání vyvolané krátkodobým impulzovým zatížením	188
23.4.1	V čase ojedinele působící impulzové zatížení	189
23.4.2	Opakující se impulzové zatížení	189
23.4.3	Číselný příklad	190

ČÁST PÁTÁ - NĚKTERÉ TECHNICKY VÝZNAMNÉ ÚLOHY

Kapitola 24

ZÁKLADY POD STROJI VYVOZUJÍCÍMI DYNAMICKÉ ÚČINKY

24.1	Mechanické charakteristiky tuhého základu na Winklerově podloží	194
24.2	Mechanické charakteristiky tuhého základu uloženého na pružných podložkách	197
24.3	Mechanické charakteristiky tuhého základu uloženého na izolátorech	199
24.4	Kombinovaná zapojení pružných prvků	200

Kapitola 25

PŘIBLIŽNÉ VYŠETŘOVÁNÍ DYNAMICKÉ ODEZVY VODOHOSPODÁŘSKÝCH KONSTRUKCÍ NA ÚČINKY PROUDÍCÍ VODY

25.1	Vysvětlení úlohy	200
25.2	Pohybové stavy a jejich absolutní extrém	202
25.3	Číselný příklad	204

Kapitola 26

TECHNICKÝ ZPŮSOB POSUZOVÁNÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ NA ÚČINKY ZEMĚTŘESENÍ

26.1	Seismické síly	206
26.2	Posouzení odolnosti	208
26.3	Hlavní zásady při navrhování stavebních konstrukcí vystavených účinkům zemětřesení	208

ČÁST ŠESTÁ - NĚKTERÉ POUŽITÉ MATEMATICKÉ PROSTŘEDKY

Kapitola 27

ZÁKLADY ALGEBRY MATIC

27.1	Úvodní poznámky	210
27.2	Zápis matic, jejich typ a druh	211
27.3	Nejdůležitější speciální matice	212
27.4	Základní vlastnosti čtvercových matic	214
27.5	Transponování matic, rovnost matic a násobení matic číslem	215
27.6	Sečítání matic	216
27.7	Skalární součin vektorů	216

27.8	Násobení matic	216
27.9	Matice adjungovaná	219
27.10	Matice inverzní	220
27.11	Dělení matic	222
27.12	Mocniny a odmocniny matic	223
27.13	Derivování a integrování funkčních matic	224
27.14	Základní maticová rovnice a její řešení	225
27.15	Řešení rovnice $[a][x] = [0]$, je-li matice $[a]$ singulární	226

Kapitola 28

ÚLOHA O CHARAKTERISTICKÝCH VELIČINÁCH ČÍSELNÝCH MATIC

28.1	Úvodní poznámky, objasnění úlohy	227
28.2	Charakteristická čísla	228
28.3	Charakteristické vektory	231
28.4	Normování charakteristických vektorů	235
28.5	Ortogonalita	236
28.6	Podobnostní transformace	237
28.7	Některé důležité věty o charakteristických veličinách	238
28.8	Využití ortogonality charakteristických vektorů	239
SEZNAM POUŽITÉ A DOPORUČENÉ LITERATURY		243