

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 PREDMET DYNAMIKY STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ	8
2.1 Úloha dynamiky stavebných konštrukcií a jej miesto v systéme inžinierskych vied	8
2.2 Okruhy problémov a aktuálne úlohy spoločenskej praxe	9
3 VÝPOČTOVÉ MODELY, STUPNE VOĽNOSTI A SÚRADNICOVÉ SÚSTAVY	11
3.1 Výpočtové modely stavebných konštrukcií	11
3.1.1 Diskrétné modely	11
3.1.2 Kontinuálne modely – modely so spojitou rozloženými parametrami	13
3.1.3 Zmiešané modely	13
3.2 Stupne voľnosti	14
3.3 Súradnicové sústavy	16
3.3.1 Descartove súradnice	16
3.3.2 Zovšeobecnené súradnice	16
4 ZÁKLADNÉ POJMY	18
4.1 Vymedzenie základných pojmov o kmitaní	18
4.2 Zobrazovanie harmonických kmitavých pohybov	18
4.3 Tlmenie	20
4.4 Tuhosť a poddajnosť konštrukcie	20
4.5 Rozdiel medzi lineárnym a nelineárnym kmitaním	25
4.6 D'Alembertov princíp	26
5 DYNAMICKÉ ZAŤAŽENIE STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ	27
5.1 Deterministické zaťaženie	27
5.2 Náhodne premenné (stochastické) zaťaženie	27
6 KMITANIE SYSTÉMOV S JEDNÝM STUPŇOM VOĽNOSTI	30
6.1 Vlastné kmitanie netlmené	30
6.2 Vynútené kmitanie netlmené	39
6.2.1 Budiaca sila harmonicky premenná	39

6.2.2	Budiaca sila periodického priebehu	43
6.2.3	Kinematické budenie	45
6.3	Vlastné kmitanie tlmené	52
6.3.1	Útlm kmitania úmerný rýchlosti pohybu – viskózne útlm	52
6.3.2	Útlm spôsobený šmykovým trením	56
6.4	Vynútené kmitanie tlmené	57
6.4.1	Budiaca sila harmonicky premenná	57
6.5	Ladenie dynamického systému	65
6.6	Analógia medzi posuvným a otáčavým kmitaním	68
6.7	Zápis niektorých veličín v komplexnom tvare	68
6.7.1	Možnosti zápisu komplexného čísla	68
6.7.2	Vyjadrenie vlastnej kruhovej frekvencie v komplexnom tvare	69
6.7.3	Funkcia frekvenčného prenosu	70
7	KMITANIE SYSTÉMOV S n STUPŇAMI VOĽNOSTI	72
7.1	Voľné kmitania netlmené	72
7.1.1	Metóda konštant tuhosti	72
7.1.2	Metóda konštant poddajnosti	78
7.1.3	Vzťah medzi metódou konštant tuhosti a metódou konštant poddajnosti	81
7.1.4	Ortogonalita vlastných tvarov kmitania	82
7.1.5	Normované vlastné tvary kmitania	83
7.1.6	Energetická Rayleighova metóda	85
7.1.7	Iteračná Stodolova metóda	88
7.1.7.1	Výpočet najnižších vlastných frekvencií	88
7.1.7.2	Výpočet najvyšších vlastných frekvencií	90
7.1.8	Približné vzorce pre určenie základnej vlastnej frekvencie	91
7.1.9	Riešenie zložitejších systémov	92
7.2	Vynútené kmitanie netlmené	96
7.2.1	Budiace sily harmonicky premenné	96
7.3	Voľné kmitanie tlmené	99
7.4	Vynútené kmitanie tlmené	100
7.4.1	Metóda rozvoja zaťaženia a výchyliek podľa vlastných tvarov kmitania	101
7.5	Rezonancia a rezonančné krivky	107
7.5.1	Netlmené kmitanie	107
7.5.2	Tlmené kmitanie	107

8	VOĽNÉ KMITANIE PRIAMEHO PRÚTA SO SPOJITO ROZLOŽENOU HMOTOU	109
8.1	Vlastné a voľné priečne netlmené kmitanie priameho prúta	109
8.1.1	Ukážka riešení pre niektoré spôsoby podoprenia	113
8.1.1.1	Jednoduchý nosník	113
8.1.1.2	Nosník obojstranne dokonale votknutý	115
8.1.1.3	Konzola	116
8.1.1.4	Nosník ľubovoľne na koncoch podoprený	117
8.1.2	Ortogonalita vlastných tvarov kmitania	119
8.1.3	Voľné kmitanie prizmatického prúta s uvažovaním vplyvu šmyku a momentov zotrvačných síl	120
8.1.4	Voľné kmitanie prizmatického prúta zaťaženého osovou silou	122
8.2	Vlastné a voľné priečne tlmené kmitanie priameho prúta	125
8.3	Pozdĺžne netlmené kmitanie prizmatického prúta	126
9	VYNÚTENÉ KMITANIE PRIZMATICKÉHO PRÚTA	128
9.1	Vynútené kmitanie spôsobené harmonickým pohybom úložných bodov	128
9.1.1	Nosník obojstranne dokonale votknutý	130
9.1.2	Prút vľavo votknutý a vpravo kľbovo uložený	133
9.1.3	Prút vľavo kľbovo uložený a vpravo votknutý	134
9.1.4	Prút na oboch koncoch kľbovo uložený – jednoduchý nosník	135
9.1.5	Konzola vľavo votknutá	136
9.1.6	Konzola vpravo votknutá	137
9.1.7	Kolouškove frekvenčné funkcie	138
9.2	Priečne kmitanie vyvolané spojitým v čase premenným zaťažením	140
9.2.1	Priečne netlmené kmitanie vyvolané rovnomerným harmonicky premenným zaťažením	140
10	KOLOUŠKOVA DEFORMAČNÁ METÓDA	141
10.1	Princíp metódy	141
10.2	Ustálené vynútené kmitanie	144
10.3	Vlastné kmitanie	150
11	ÚČINKY IMPULZNÉHO ZAŤAŽENIA	159
11.1	Klasifikácia silových impulzov	159
11.2	Ohlas systému s 1^0 voľnosti na krátkodobý silový impulz	160

11.3 Riešenie ohlasu na budiacu silu všeobecného charakteru	163
12 ÚČINKY RÁZOVÉHO ZAŤAŽENIA	165
12.1 Možné prístupy k riešeniu	165
12.2 Klasická teória rázu	166
12.2.1 Nedokonale pružný ráz na systém s 1^0 voľnosťami	167
12.2.2 Dokonale nepružný ráz na systém s 1^0 voľnosťami	169
12.3 Statická teória rázu	172
12.3.1 Centrálny ráz dvoch gúľ	173
12.3.2 Náraz gule na rovinnú stenu alebo dosku	174
12.4 Energetická teória rázu	176
12.4.1 Pozdĺžny ráz na prút	176
12.4.2 Priechy ráz na nosník	178
12.5 Vlnová teória rázu	179
12.5.1 Pozdĺžne vlny v tenkej tyči	179
13 ZÁKLADY DYNAMIKY KONTINUA	181
13.1 Úvod	181
13.2 Pohybové rovnice	181
13.3 Šírenie vln v neobmedzenom pružnom prostredí	183
13.3.1 Pozdĺžne rovinné vlny	183
13.3.2 Priechne rovinné vlny	186
13.3.3 Sféricke vlny	187
13.4 Šírenie vln v pružnom polpriestore	188
13.4.1 Rayleighove vlny	188
13.4.2 Loveove vlny	189
14 KRÁTKA ÚVAHA O APLIKÁCIÁCH VÝPOČTOVEJ TECHNIKY	191
14.1 Praktické možnosti	191
14.2 Niekoľko aplikácií v jazyku MATLAB	191
LITERATÚRA	199