

Výpočtové metody ve stavbě motorových vozidel

<u>Obsah</u>	<u>Strana</u>
1. Úvod do mechaniky konstrukcí	4
1.1 Mechanický model	4
1.2 Matematický model	5
1.3 Přesné řešení	7
1.4 Přibližné řešení	8
1.4.1 Metoda rozvoje v nekonečnou řadu	8
1.4.2 Kolokační metoda	9
1.4.3 Galerkinova metoda	9
1.4.4 Gaussova metoda nejmenších čtverců	10
1.4.5 Ritzova metoda	11
1.4.6 Maticové metody	11
1.4.61 Metoda přenosových matic	14
1.4.62 Metoda tuhosti	15
1.5 Základní popis MKP	18
2. Statika konstrukcí (MKP)	20
2.1 Pojem konečného prvku	20
2.1.1 Interpolační funkce	21
2.1.11 Jednorozměrný simplexní prvek	21
2.1.12 Dvojměrný simplexní prvek	22
2.1.13 Trojměrný simplexní prvek	24
2.1.14 Výpočet vektorových veličin	25
2.1.15 Jiné souřadnice. Výpočtové prvky	26
2.1.16 Požadavky na interpolační funkci z hlediska konvergence	30
2.2 Zařazení prvku v konstrukci	31
2.3 Matematická formulace MKP	33
2.4 Algoritmus výpočtu MKP	37
2.4.1 Matice tuhosti a vektor zatížení prvku v lokálních souřadnicích	37
2.4.11 Jednorozměrný simplexní prvek pro osové namáhání	38
2.4.12 Jednorozměrný prvek pro rovinný ohyb	39
2.4.13 Jednorozměrný prvek pro osové namáhání i rovinný ohyb	41
2.4.14 Jednorozměrný prvek pro osové namáhání, krut a prostorový ohyb	41
2.4.15 Trojúhelníkový prvek pro rovinnou napjatost	43
2.4.2 Transformace souřadnic	44
2.4.21 Posuv a natočení v rovině	45
2.4.22 Posuv a natočení v prostoru	46
2.4.3 Transformace matice $K_i^{(e)}$ a vektoru $f_i^{(e)}$	47
2.4.4 Sestavení matice K a vektoru f	48
2.4.5 Pásovost matice K	51
2.4.6 Respektování okrajových podmínek	52
2.4.7 Řešení základní rovnice	55
2.4.8 Výpočet napětí a přetvoření prvků	58
2.4.9 Vývojový diagram statického řešení	58
2.5 Prvky vyšších řádů	58
2.5.1 Jednorozměrný kvadratický a kubický prvek	58
2.5.2 Dvojměrný trojúhelníkový kvadratický a kubický prvek	61
2.5.3 Kondenzace vnitřních stupňů volnosti	64
3. Dynamika konstrukcí (MKP)	65
3.1 Matice hmotnosti	66

	Strana	
3.1.1	Diagonální matice hmotnosti	66
3.1.2	Konzistentní matice hmotnosti	66
3.1.3	Matice hmotnosti konstrukce	68
3.1.4	Matice osamělých hmot	69
3.2	Pohybová rovnice konstrukce	70
3.3	Volné kmitání bez tlumení	70
3.3.1	Modální a spektrální matice	72
3.3.2	Obecné řešení	72
3.3.3	Hlavní souřadnice	74
3.4	Vliv tlumení	75
3.5	Volné kmitání s tlumením	78
3.6	Vynucené kmitání s tlumením	79
3.6.1	Harmonické buzení - přímé řešení	80
3.6.2	Harmonické buzení - rozvoj podle vlastních tvarů	81
3.6.3	Periodicky proměnné buzení	83
3.6.4	Obecný průběh budicích účinků	83
3.6.5	Kinematické buzení	84
3.6.6	Užití hlavních souřadnic	85
3.7	Vynucené kmitání s tlumením	85
3.7.1	Harmonické kmitání - přímé řešení	85
3.7.2	Harmonické buzení - rozvoj podle vlastních tvarů	86
3.7.3	Obecný průběh budicích účinků	87
4.	Aplikace MKP	89
4.1.	Všeobecně	89
4.1.1.	Úvodní poznámky	89
4.1.2.	Poznámky ke tvorbě modelů MKP	93
4.2.	Soubor vstupních dat úlohy	95
4.2.1.	Soubor záhlaví	95
4.2.2.	Soubor uzlů	96
4.2.3.	Soubor prvků	108
4.2.4.	Soubor dat materiálů konstrukce	115
4.2.5.	Soubor zatížení	115
4.3.	Výsledky výpočtů MKP a jejich zpracování	117
4.3.1.	Zpracování výsledků výpočtu	117
4.4.	Předprocesory a postprocesory pro MKP	119
4.5.	Programy pro MKP	125
4.6.	Poznámky k praktickému zavádění MKP	128
5.	Syntéza a optimalizace konstrukcí	130
5.1.	Optimalizace konstrukcí	130
5.2.	Algoritmus optimalizace	131
5.3.	Požadavky na program pro analýzu konstrukce	133
5.4.	Výpočet citlivostí	134
5.4.1.	Výpočet citlivostí ve statické úloze	135
5.4.2.	Výpočet citlivosti při volném kmitání	137
5.4.3.	Výpočet citlivosti při vynuceném kmitání	140