

Spis treści

Streszczenie	7
Summary	9
1. Wstęp	13
1.1. Cel i zakres pracy	13
1.2. Zastosowanie analizy wrażliwości	16
1.2.1. Wprowadzenie	16
1.2.2. Analiza wrażliwości w optymalizacji	17
1.2.3. Analiza wrażliwości w identyfikacji	21
2. Zmienne projektowe	24
2.1. Uwagi ogólne	24
2.2. Parametry opisujące konfigurację konstrukcji	25
2.2.1. Wstęp	25
2.2.2. Opis krzywych	26
2.2.3. Opis powierzchni	30
2.3. Parametry opisujące geometryczne cechy elementów	31
2.4. Parametry opisujące cechy materiałowe konstrukcji	34
2.5. Parametry opisujące konfigurację podpór oraz ich cechy sprężyste i tłumiące	37
2.6. Parametry opisujące obciążenia	39
2.7. Parametry opisujące cechy fizyczne dyskretnych elementów sprężystych i tłumiących	41
3. Preliminaria matematyczne	44
3.1. Wprowadzenie	44
3.2. Podstawowe pojęcia	46
3.3. Pojęcie pochodnej i gradientu	50
3.3.1. Informacje wstępne	50
3.3.2. Pochodna silna – pochodna Frécheta	51
3.3.3. Pochodna słaba – pochodna Gâteaux	54
3.4. Wzór Taylora dla pochodnych Gâteaux	68
3.5. Pochodne podstawowych wielkości	69
3.6. Układy współrzędnych i pochodna materialna	72

4. Preliminaria fizyczne	78
4.1. Wprowadzenie	78
4.2. Równanie statyki	79
4.3. Dyskretne równanie ruchu drugiego rzędu	83
4.4. Dyskretne równanie ruchu pierwszego rzędu	92
4.5. Równanie i funkcja wyjścia	93
4.5.1. Wstęp	93
4.5.2. Równanie wyjścia	94
4.5.3. Funkcje wyjścia	96
5. Metoda elementów skończonych dla układów prętowych	99
5.1. Wprowadzenie	99
5.2. Układy współrzędnych i macierze transformacji	99
5.3. Elementowe macierze i wektory obciążeń	101
5.3.1. Siły węzłowe	101
5.3.2. Obciążenie ciągłe po długości elementu	103
5.3.3. Obciążenie skupione	103
5.3.4. Obciążenia wstępne	105
5.4. Elementowa macierz sztywności	105
5.5. Elementowa macierz bezwładności	108
5.6. Elementowa macierz tłumienia	109
5.7. Globalne równanie metody	111
5.8. Naprężenia w przekroju elementu	112
5.9. Pochodne materialne współczynników układu równań ruchu	114
5.9.1. Wprowadzenie	114
5.9.2. Pochodne podstawowe	115
5.9.3. Pochodne macierzy elementowych	116
5.9.4. Pochodne macierzy i wektorów obciążenia elementu	121
5.9.5. Pochodne macierzy rzutowania	123
5.10. Globalne macierze pochodnych	125
6. Analiza wrażliwości – zagadnienia statyczne	127
6.1. Wstęp	127
6.2. Metoda bezpośrednia różniczkowania – DDM	127
6.3. Metoda układu dołączonego (sprzężonego) – ASM	128
6.4. Metoda obciążeń wirtualnych – VLM	130
7. Analiza wrażliwości – dowolne wymuszenie w czasie	135
7.1. Wprowadzenie	135
7.2. Metoda bezpośrednia – DDM	136
7.3. Metoda układu sprzężonego – ASM	140
7.4. Pochodna kierunkowa rozwiązania równania ruchu	148
7.5. Rozwiązanie równania ruchu w analizie wrażliwości	150

8. Analiza wrażliwości – problem własny	156
8.1. Wprowadzenie	156
8.2. Podstawowe własności problemu własnego	163
8.3. Metoda bezpośrednia – DDM	191
8.3.1. Wstęp	191
8.3.2. Liniowy problem własny	194
8.3.3. Kwadratowy problem własny	198
8.3.4. Algorytm i uwagi krytyczne	205
8.4. Metoda układu sprzężonego – ASM	209
8.4.1. Wstęp	209
8.4.2. Pojedyncze wartości własne	210
8.4.3. Wielokrotne wartości własne	211
9. Analiza wrażliwości – dziedzina częstotliwości	213
9.1. Wprowadzenie	213
9.2. Analiza wrażliwości – wymuszenia harmoniczne	216
9.2.1. Wstęp	216
9.2.2. Metoda bezpośrednia – DDM	219
9.2.3. Metoda układu dołączonego – ASM	222
9.3. Analiza wrażliwości – macierze sztywności i podatności dynamicznej	223
9.3.1. Wstęp	223
9.3.2. Metoda bezpośrednia – DDM	225
9.3.3. Metoda układu dołączonego – ASM	226
10. Przykłady	228
10.1. Wprowadzenie	228
10.2. Rama płaska	228
10.2.1. Wstęp	228
10.2.2. Przypadek nr 1: symetryczne zmiany własności ramy	233
10.2.3. Przypadek nr 2: asymetryczne zmiany własności ramy	246
10.3. Ruszt	255
10.3.1. Wstęp	255
10.3.2. Przypadek nr 1: symetryczne zmiany własności rusztu	261
10.3.3. Przypadek nr 2: asymetryczne zmiany własności rusztu	266
10.4. Konstrukcja prętowa z wieloma osiami symetrii	272
10.4.1. Wstęp	272
10.4.2. Zaburzenie symetrii układu prętowego „dyszy”	285
Bibliografia	296