
SPIS TREŚCI

OD AUTORÓW	5
1. WSTĘP	7
1.1. Definicje dynamiki budowli	7
1.2. Modelowanie konstrukcji inżynierskich	8
1.2.1. Modelowanie więzi sprężystych	9
1.2.2. Modelowanie tłumienia	12
1.2.3. Modelowanie sił bezwładności	13
1.3. Wyprowadzenie równań ruchu	13
1.3.1. Zastosowanie zasady Hamiltona	13
1.3.2. Równania ruchu wyprowadzane równaniami Lagrange'a	16
1.3.3. Zastosowanie zasady d'Alemberta	18
2. DRGANIA UKŁADÓW O JEDNYM STOPNIU SWOBODY	20
2.1. Drgania swobodne nietłumione	20
2.2. Drgania swobodne tłumione	35
2.3. Drgania harmoniczne nietłumione	44
2.4. Drgania harmoniczne tłumione	49
2.5. Dowolne wymuszenie okresowe	58
2.6. Drgania wywołane obciążeniem impulsowym	61
2.6.1. Działanie impulsu jednostkowego	61
2.6.2. Działanie siły wymuszającej o stałej wartości	62
2.6.3. Działanie impulsu prostokątnego	63
2.6.4. Działanie impulsu sinusoidalnego	66
2.6.5. Przybliżona odpowiedź układu o jednym stopniu swobody dla „krótkiego impulsu”	68
2.7. Drgania wywołane dowolnym obciążeniem wymuszającym	69
2.7.1. Całka Duhamela	69
2.7.2. Równanie ruchu w przestrzeni stanów	70
2.7.3. Metody numeryczne	72
2.7.3.1. Metoda różnic centralnych	72
2.7.3.2. Metoda Newmarka	75
2.8. Projektowanie konstrukcji o jednym stopniu swobody obciążonych dynamicznie	78
3. DRGANIA UKŁADÓW DYSKRETYCH O N STOPNIACH SWOBODY	82
3.1. Równanie ruchu	82
3.2. Drgania swobodne nietłumione	83
3.2.1. Częstotliwości i postaci drgań własnych	83
3.2.2. Ortogonalność i normalizacja postaci drgań	85
3.2.3. Rozkład modalny wektora przemieszczeń	96
3.3. Drgania swobodne tłumione	101

3.3.1. Rozkład modalny wektora przemieszczeń	101
3.3.2. Wyznaczanie macierzy tłumienia proporcjonalnego	101
3.3.3. Rozwiązanie problemu własnego z uwzględnieniem tłumienia	106
3.4. Drgania wymuszone siłą harmoniczną	110
3.5. Drgania wywołane dowolnym obciążeniem wymuszającym	114
3.5.1. Równanie ruchu w przestrzeni stanów	114
3.5.2. Metody numeryczne	115
4. DRGANIA CIĄGŁYCH UKŁADÓW PRĘTOWYCH	126
4.1. Równanie ruchu drgań poprzecznych nietłumionych pręta	126
4.2. Drgania własne	127
4.2.1. Belka swobodnie podparta	129
4.2.2. Belka wspornikowa	131
5. EKSPERYMENTALNA ANALIZA MODALNA	134
5.1. Wstęp	134
5.2. Funkcja odpowiedzi częstotliwościowej dla układów o jednym stopniu swobody	135
5.3. Funkcja odpowiedzi częstotliwościowej dla układów o n_d stopniach swobody	140
ZAŁĄCZNIK A Techniki Fouriera	150
ZAŁĄCZNIK B Analiza czasowo-częstotliwościowa	171
ZAŁĄCZNIK C Transformata Laplace'a	177
ZAŁĄCZNIK D Wybrane wzory MES dla płaskich układów prętowych	181
ZAŁĄCZNIK E Tablica całkowania graficznego	185
ZAŁĄCZNIK F Wyjściowe siły przywęzłowe	186
ZAŁĄCZNIK G Lista używanych funkcji	187
LITERATURA	192