

Spis treści

Przedmowa	9
Wykaz najważniejszych oznaczeń	11
1. Wstęp	13
1.1. Ogólna charakterystyka maszyn roboczych	13
1.2. Struktura maszyn roboczych	15
2. Mechanika maszyn roboczych.....	19
2.1. Obciążenia maszyn roboczych	19
2.1.1. Metody wyznaczania obciążeń. Rachunek wektorów. Układy równowagi.....	19
2.1.2. Obciążenia maszyn roboczych	25
2.1.3. Stateczność maszyn	38
2.2. Kinematyka maszyn roboczych.....	40
2.2.1. Układy odniesienia. Więzy. Współrzędne uogólnione	40
2.2.2. Kinematyka punktu materialnego	46
2.2.3. Kinematyka ciała sztywnego	50
2.2.4. Kinematyka ruchu roboczego.....	55
3. Wprowadzenie do dynamiki maszyn roboczych.....	64
3. . Dyskretyzacja układów i wynikające z niej modele maszyn.....	64
3. . 1. Ogólne zasady modelowania układów dynamicznych	64
3. . 2. Geometria mas	67
3. . 3. Praca, energia, rozpraszanie energii	73
3. . 4. Masy zredukowane i sztywności zastępcze.....	81
3.2. Zasady budowy modeli matematycznych maszyn roboczych.....	91
3.2.1. Zasada prac przygotowanych.....	91
3.2.2. Zasada d'Alemberta.....	95
3.2.3. Równania Lagrange'a II rodzaju	99
3.2.3.1. Odpowiedź układu dynamicznego na wymuszenia deterministyczne i losowe	101
3.2.3.2. Drgania swobodne. Układy zachowawcze i niezachowawcze.....	104
3.2.3.3. Drgania wymuszone. Układy zachowawcze i niezachowawcze.....	119
3.2.3.4. Transmitancja operatorowa i widmowa	125
3.2.3.4.1. Odpowiedź układu na wymuszenie losowe	132

3.4.	Charakterystyka układów nieliniowych w maszynach roboczych	138
3.4.1.	Charakterystyka typowych nieliniowości	138
3.4.2.	Linearyzacja w układach nieliniowych	142
3.5.	Powstawanie obciążeń dynamicznych podczas pracy maszyn roboczych	146
3.6.	Podstawy dynamiki układów o zmiennej masie	150
4.	Maszyna robocza jako układ dynamiczny	156
4.1.	Oddziaływania zewnętrzne na maszynę roboczą.....	156
4.1.1.	Modelowanie właściwości gruntu.....	156
4.1.2.	Analiza obciążeń działających na osprzęt roboczy.....	160
4.1.3.	Obciążenia od urabiania gruntu	164
4.2.	Charakterystyki dynamiczne silnika napędowego.....	168
4.3.	Ciągniki kołowe i gąsienicowe.....	172
4.3.1.	Modele ciągników kołowych.....	172
4.3.2.	Modele ciągników gąsienicowych	175
4.3.3.	Sprzężenie drgań nadwozia ciągnika z drganiami jego układu napędowego	178
4.3.4.	Ciągniki dwuczłonowe	184
4.4.	Koparki hydrauliczne	187
4.4.1.	Koparka jako układ przestrzenny	187
4.4.1.1.	Model dynamiki koparki hydraulicznej.....	188
4.4.1.2.	Dynamika koparki podczas obrotu nadwozia.....	190
4.4.2.	Model koparki z uwzględnieniem poślizgu podwozia.....	196
4.5.	Spycharki.....	200
4.5.1.	Spycharki na podwoziu kołowym.....	200
4.5.2.	Spycharki na podwoziu gąsienicowym.....	202
4.6.	Zgarniarki	204
4.6.1.	Ogólne zasady modelowania zgarniarek	204
4.6.2.	Model zgarniarki doczepnej	204
4.7.	Ładowarki.....	207
4.8.	Urządzenia dźwigowe.....	210
4.8.1.	Model suwnicy pomostowej	210
4.8.2.	Model żurawia samojezdnego.....	213
4.9.	Maszyny wibracyjne	216
4.9.1.	Walce drogowe.....	216
4.9.2.	Płyty i młoty wibracyjne.....	217
5.	Modelowanie podstawowych zespołów maszyn	223
5. .	Układy jezdne	223
5. .1.	Współpraca ogumienia z podłożem	223
5. .2.	Współpraca gąsienicy z podłożem.....	229
5. .3.	Zawieszenia ciągników	231
5. .4.	Zawieszenia hydropneumatyczne	234
5.2.	Układy napędowe.....	238
5.2.1.	Przekładnie mechaniczne	238
5.2.2.	Przekładnie hydrostatyczne.....	241
5.2.3.	Przekładnia hydrokinetyczna.....	244
5.2.4.	Układ napędu jazdy i jego modelowanie	247
5.2.5.	Układ napędu obrotu nadwozia koparki hydraulicznej i jego modelowanie	251
5.2.6.	Układ napędu żurawia.....	255
5.3.	Układ sterowania mechanizmem obrotu koparki hydraulicznej	258

5.3.1.	Analiza pracy układu sterowania	258
5.3.2.	Model układu sterowania	258
6.	Badania właściwości dynamicznych maszyn roboczych i zespołów	265
6.1.	Podstawowe metody badań właściwości dynamicznych.....	265
6.2.	Dynamika osprzętu roboczego w procesie skrawania gruntu.....	271
6.3.	Analiza obciążeń osprzętu roboczego koparki mechanicznej	275
6.3.1.	Model matematyczny	275
6.3.2.	Obciążenia dynamiczne mechanizmu podnoszenia	276
6.4.	Analiza obciążenia suwnicy	279
6.4.1.	Model procesu przyspieszania i hamowania.....	279
6.4.2.	Model procesu podnoszenia	284
6.5.	Dynamika ruchu postępowego ciągników	293
6.6.	Izolacja drgań i hałasu	299
6.6.1.	Oddziaływanie drgań i hałasu na człowieka	299
6.6.2.	Wibroizolacja siedzisk i operatora.....	303
6.6.3.	Dynamika zawieszenia fotela operatora	307
6.7.	Zarys badań eksperymentalnych	312
6.7.1.	Zakres i metodyka badań maszyn roboczych	312
6.7.2.	Analiza właściwości badanego obiektu	314
6.7.3.	Opracowanie programu i metodyki badań.....	317
6.7.3.1.	Dobór układu pomiarowego.....	318
6.7.3.2.	Układ do pomiaru obciążeń przekładni mechanizmu jazdy koparki hydraulicznej..	323
6.7.4.	Badania eksperymentalne maszyn roboczych i ich zespołów	325
6.7.5.	Opracowanie wyników badań	326
7.	Zastosowanie techniki komputerowej w projektowaniu maszyn roboczych	328
7. .	Komputerowe wspomaganie obliczeń dynamiki maszyn roboczych.....	328
7. .1.	Wprowadzenie	328
7. .2.	Zasady budowy modelu obliczeniowego	329
7. .3.	Energia kinetyczna, potencjalna i funkcja dyssypacji	332
7. .4.	Równania ruchu modelu dyskretnego i ogólny algorytm ich analizy	338
7.1.5.	Przykłady zastosowania metody elementów skończonych.....	341
7.2.	Obliczanie trwałości zmęczeniowej	349
7.2.1.	Niezawodność i trwałość.....	349
7.2.2.	Kumulacja zmęczenia i widmo obciążenia	352
7.2.3.	Wyznaczenie prognozy trwałości	354
	Literatura.....	359
	Skorowidz rzeczowy	362