

MECHANIKA  
I BUDOWA MASZYN –  
WYBRANE ASPEKTY  
PRAKTYCZNE





Akademia Nauk Stosowanych w Koninie

MECHANIKA  
I BUDOWA MASZYN –  
WYBRANE ASPEKTY  
PRAKTYCZNE

redakcja  
Robert Cieślak  
Kamil Łodygowski

Poznań – Konin 2024

Recenzja wydawnicza:  
dr hab. Piotr Siwak, Politechnika Poznańska

Redakcja i korekta:  
Sebastian Surendra  
Maria Sierakowska

Projekt okładki:  
Agnieszka Jankowska

Łamanie, skład, druk:  
Wydawnictwo Rys

© Copyright by Autorzy  
© Copyright by Wydawnictwo Rys  
© Copyright by Akademia Nauk Stosowanych w Koninie  
Wydawnictwo Akademii Nauk Stosowanych w Koninie

**ISBN 978-83-68006-26-1**  
**ISBN 978-83-65038-54-8**



Wydawnictwo Rys  
Dąbrówka, ul. Kolejowa 41  
62-070 Dąbrówka  
tel. 600 44 55 80  
e-mail: [tomasz.paluszynski@wydawnictworys.com](mailto:tomasz.paluszynski@wydawnictworys.com)  
[www.wydawnictworys.com](http://www.wydawnictworys.com)



Wydawnictwo  
Akademii Nauk Stosowanych w Koninie  
ul. Przyjaźni 1  
62-510 Konin  
tel. 63 249 72 09  
e-mail: [wydawnictwo@konin.edu.pl](mailto:wydawnictwo@konin.edu.pl)

# Spis treści

Rozdział 1. Wprowadzenie do mechaniki i budowy maszyn .....	9
1.1. Pojęcia podstawowe.....	10
<i>Paweł Sobczak, Łukasz Domagalski</i>	
Rozdział 2. Metody numeryczne .....	13
2.1. Zagadnienia teoretyczne z przykładami.....	13
2.1.1. Wstęp .....	13
2.1.1.1. Metoda numeryczna .....	13
2.1.1.2. Obliczanie całek oznaczonych .....	14
2.1.1.3. Znajdowanie miejsc zerowych wielomianów .....	15
2.1.1.4. Rozwiązywanie układów równań liniowych.....	15
2.1.1.5. Rozwiązywanie równań różniczkowych .....	16
2.1.1.6. Znajdowanie wartości i wektorów własnych .....	17
2.1.1.7. Aproksymacja i interpolacja funkcji.....	17
2.1.2. Algebra liniowa. Macierze i wyznaczniki.....	18
2.1.2.1. Podstawowe definicje .....	18
2.1.2.2. Działania na macierzach.....	19
2.1.2.3. Układy równań liniowych .....	21
2.1.2.4. Metody rozwiązywania układów równań liniowych.....	23
2.1.2.5. Wartości własne macierzy .....	26
2.1.3. Aproksymacja i interpolacja funkcji .....	26
2.1.3.1. Interpolacja .....	26
2.1.3.2. Aproksymacja.....	30
2.1.4. Szereg Taylora i Maclaurina.....	36
2.1.5. Metoda różnic skończonych .....	42
2.1.6. Metoda elementów skończonych .....	46
2.2. Studium przypadku .....	56
2.2.1. Metoda różnic skończonych .....	56
2.2.2. Metoda elementów skończonych .....	62
2.3. Zadania.....	77
2.4. Rozwiązania zadań .....	78
Literatura.....	80

*Piotr Świta*

Rozdział 3. Wytrzymałość materiałów .....	81
3.1. Wstęp .....	81
3.2. Schematy statyczne i modele materiałowe .....	82
3.2.1. Idealizacja konstrukcji.....	82
3.2.2. Idealizacja obciążeń.....	83
3.2.3. Idealizacja materiału.....	84
3.3. Siły wewnętrzne.....	87
3.4. Naprężenia, odkształcenia, przemieszczenia .....	89

3.5. Założenia wytrzymałości materiałów .....	90
3.6. Badania doświadczalne parametrów wytrzymałościowych materiałów.....	90
3.7. Warunek wytrzymałości .....	95
3.7.1. Ściskanie lub rozciąganie .....	95
3.7.2. Zginanie i ścinanie.....	95
3.7.3. Skręcanie .....	98
3.8. Warunek sztywności .....	106
3.9. Warunek stateczności .....	109
3.9.1. Wstęp do stateczności .....	109
3.9.2. Badania doświadczalne słupów ściskanych osiowo.....	111
3.9.3. Podstawowe zagadnienia teoretyczne stateczności sprężystej pręta .....	114
Literatura.....	120

### *Edward Pająk*

Rozdział 4. Obróbka ubytkowa .....	123
4.1. Wprowadzenie – zakres tematyczny rozdziału.....	123
4.2. Procesy technologii kształtujących .....	127
4.2.1. Proces obróbki skrawaniem .....	128
4.2.2. Procesy obróbki erozyjnej .....	147
4.2.2.1. Obróbka elektrochemiczna – ECM .....	148
4.2.2.2. Obróbka elektroerozyjna – EDM .....	150
4.2.2.3. Obróbka strumieniowo-erozyjna .....	152
4.3. Procesy mikroobróbki .....	154
4.3.1. Proces wytworzenia płytki podłożowej.....	155
4.3.2. Kształtowanie topografii układu scalonego.....	158
4.3.3. Procesy mikroobróbki objętościowej .....	160
4.4. Zadanie .....	162
4.5. Literatura .....	164

### *Monika Muszyńska*

Rozdział 5. Materiałoznawstwo i obróbka cieplna.....	165
5.1. Wprowadzenie – zakres tematyczny rozdziału .....	165
5.2. Materiały stosowane w technice: klasyfikacja i właściwości .....	167
5.3. Podstawowe grupy materiałów .....	171
5.4. Przykłady badań – badania metalograficzne.....	181
5.5. Zadania.....	187
Literatura.....	191

### *Robert Roszak*

Rozdział 6. Modelowanie i symulacja konstrukcji.....	193
6.1. Projektowanie wirtualne – modelowanie części.....	194
6.2. Struktura systemu SolidWorks.....	194
6.3. Struktura systemu – modelowanie części.....	194
6.4. Organizacja pracy z systemem.....	196
6.5. Szkicowanie – operacje 2D.....	198
6.6. Ćwiczenie.....	209

6.6.1. Modelowanie części – operacje 3D.....	209
Literatura.....	222
<i>Andrzej Milecki</i>	
Rozdział 7. Elektrotechnika i elektronika.....	223
7.1. Podstawy elektryczności.....	223
Literatura.....	258
<i>Robert Cieślak, Jerzy Mijalski</i>	
Rozdział 8. Obróbka za pomocą obrabiarek CNC.....	261
8.1. Wprowadzenie – zakres tematyczny rozdziału.....	261
8.2. Fazy rozwoju od konwencjonalnych obrabiarek do CIM ( <i>Computer Integrated Manufacturing</i> ).....	262
8.3. Budowa obrabiarek, funkcje i zastosowanie.....	263
8.4. Wprowadzenie do projektowania obrabiarek sterowanych numerycznie .....	272
8.5. Zadania.....	281
Literatura .....	291
<i>Kamil Łodygowski</i>	
Rozdział 9. Eksploatacja maszyn i diagnostyka .....	293
9.1. Eksploatacja maszyn.....	293
9.2. Diagnostyka .....	301
9.3. Studium przypadku .....	305
9.4. Zadania.....	310
Literatura .....	310
Chapter 10. Introduction to Mechanics and Machine Construction .....	313
1.1. Basic concepts.....	314