

**Podstawy konstrukcji maszyn. 1 / autorzy: Marek Dietrich, Stanisław Kocańda, Bohdan Korytkowski, Włodzimierz Ozimowski, Jacek Stupnicki, Tadeusz Szopa ; pod redakcją Marka Dietricha. – wyd. 3, 1 dodr. (PWN). – Warszawa, 2017**

## Spis treści

<b>Przedmowa</b>	<b>11</b>
<b>1. Wprowadzenie do problematyki konstruowania</b>	<b>15</b>
<i>Marek Dietrich (p. 1.1, 1.2), Włodzimierz Ozimowski (p. 1.3÷1.7), Jacek Stupnicki (p. 1.8)</i>	
1.1. Proces konstruowania	15
1.2. Kryteria oceny konstrukcji	23
1.3. Zasady wytwarzania maszyn	27
1.3.1. Półfabrykaty	28
1.3.2. Przetwarzanie półfabrykatów	33
1.3.3. Montaż	36
1.4. Dokładność elementów maszyn	38
1.4.1. Dokładności wymiarów liniowych	38
1.4.2. Pasowania	40
1.4.3. Chropowatość powierzchni	41
1.4.4. Odchyłki kształtu i położenia	44
1.5. Normalizacja w budowie maszyn	44
1.6. Unifikacja	45
1.7. Wybrane problemy ochrony patentowej	46
1.8. Materiały konstrukcyjne	48
1.8.1. Właściwości mechaniczne materiałów konstrukcyjnych	55
1.8.2. Właściwości fizyczne materiałów konstrukcyjnych	61
1.8.3. Właściwości technologiczne materiałów konstrukcyjnych	63
Bibliografia	66
<b>2. Modelowanie i optymalizacja</b>	<b>68</b>
<i>Marek Dietrich (p. 2.1÷2.3), Włodzimierz Ozimowski (p. 2.4, 2.5)</i>	
2.1. Ogólne problemy modelowania	68
2.1.1. Istota i potrzeba modelowania	68
2.1.2. Model nominalny	71
2.1.3. Model matematyczny	77
2.1.4. Zjawiska losowe w maszynach	81
2.1.5. Identyfikacja parametrów modelu	83
2.2. Metody badania modeli matematycznych	84
2.3. Optymalizacja w budowie maszyn	85
2.3.1. Problematyka optymalizacji	85
2.3.2. Model optymalizacyjny	86

2.3.3. Deterministyczne metody optymalizacji	97
2.3.4. Losowe metody optymalizacji	110
2.4. Mieszane metody optymalizacji	112
2.4.1. Metoda gradientowo-losowa	112
2.4.2. Metoda kompleks	113
2.5. Programowanie dynamiczne	115
Bibliografia	125
<b>3. Wspomaganie komputerowe w budowie maszyn</b>	<b>126</b>
<i>Bohdan Korytkowski</i>	
3.1. Wprowadzenie	126
3.2. Systemy komputerowego wspomaganie projektowania, konstruowania i kreślenia CAD 2D	128
3.2.1. Informacje ogólne	128
3.2.2. Wymagania sprzętowe	128
3.2.3. Ogólne zasady pracy z programem	129
3.2.4. Technika pracy	130
3.2.5. Organizacja pracy	132
3.2.6. Nakładki na programy CAD	134
3.3. Zintegrowane systemy CAD/CAM/CAE	134
3.3.1. Informacje ogólne	134
3.3.2. Wymagania sprzętowe	137
3.3.3. Ogólne zasady pracy w systemie	137
3.4. CAD w zintegrowanym systemie CAD/CAM/CAE	138
3.4.1. Modelowanie geometryczne 3D	139
3.4.1.1. Narzędzia modelowania	139
3.4.1.2. Organizacja plików	143
3.4.1.3. Technika modelowania	144
3.4.1.4. Modelowanie parametryczne - korzyści i zakres zastosowań	147
3.4.1.5. Analiza elementów modelu geometrycznego	150
3.4.2. Złożenia	152
3.4.2.1. Zasady tworzenia złożzeń	152
3.4.2.2. Wiązanie między sobą parametrów różnych części, wchodzących w skład złożzenia	154
3.4.2.3. Rysunki eksplodowane złożzeń	154
3.4.2.4. Organizacja struktury złożzenia	155
3.4.3. Rysunek techniczny	155
3.4.4. Niektóre programy CAE	156
3.4.4.1. Programy z zastosowaniem metody elementów skończonych (MES)	156
3.4.4.2. Programy do analizy mechanizmów	156
3.5. Języki programowania związane z programami CAD	157
Bibliografia	157
<b>4. niezawodności bezpieczeństwo</b>	<b>158</b>

*Tadeusz Szopa*

4.1. Wprowadzenie w problematykę niezawodności i bezpieczeństwa	158
4.2. Pojęcia i miary niezawodności	160
4.2.1. Ogólny model procesu powstawania niesprawności obiektu	160
4.2.2. Opisowa definicja pojęcia niezawodności	166
4.2.3. Miary niezawodności	168
4.2.3.1. Podstawowe miary niezawodności	168
4.2.3.2. Miary niezawodności charakterystyczne dla obiektów odnawianych	181
4.3. Zagadnienia wyboru poziomu niezawodności	183
4.4. Struktura niezawodnościowa	189
4.4.1. Ważniejsze modele struktur niezawodnościowych	189
4.4.2. Wybór postaci struktury niezawodnościowej	193
4.4.3. Opis zależności stochastycznych między czasami funkcjonowania elementów	194
4.4.4. Wykorzystanie metod drzew do opisu struktury niezawodnościowej i przebiegu zdarzeń niepożądanych	196
4.5. Modelowanie i analiza niezawodności	203
4.5.1. Możliwości kształtowania poziomu niezawodności obiektu w fazie jego projektowania	203
4.5.2. Modelowanie i analiza niezawodności elementu obiektu mechanicznego	206
4.5.3. Modelowanie niezawodności obiektu złożonego z wielu elementów	215
4.5.4. Analiza niezawodności obiektu złożonego z wielu elementów	226
4.5.5. Niezawodność człowieka	231
4.6. Projektowanie odnowy profilaktycznej	237
4.7. Eksperymentalne badania niezawodności	242
4.8. Bezpieczeństwo człowieka w systemach człowiek-technika-środowisko	249
4.8.1. Wstęp	249
4.8.2. Podstawowe pojęcia	252
4.8.3. Miary ryzyka i miary bezpieczeństwa	256
4.8.4. Związki miar ryzyka z miarami niezawodności i zagrożeń	260
4.8.5. Jakościowa analiza ryzyka	264
4.8.6. Ilościowa analiza ryzyka	267
4.8.6.1. Probabilistyczny model ryzyka	267
4.8.6.2. Modelowanie zagrożeń	269
4.8.6.3. Modelowanie niezawodności	271
4.8.6.4. Procedura modelowania i analizy ryzyka	271
4.8.6.5. Uwagi dodatkowe	273
4.8.6.6. Czynniki ludzkie w analizach ryzyka	274
4.8.7. Problemy zarządzania bezpieczeństwem	274
4.8.8. Projektowanie bezpieczeństwa	278
Bibliografia	278

<b>5. Wytrzymałość elementów konstrukcyjnych na pękanie</b>	<b>282</b>
<i>Stanisław Kocańda</i>	
5.1. Wprowadzenie	282
5.2. Elementy liniowej mechaniki pękania. Pękanie kruche i quasi-kruche	288
5.3. Współczynnik bezpieczeństwa	298
5.4. Elementy nieliniowej mechaniki pękania	301
5.4.1. Plastyczność w strefie pękania	301
5.4.2. Rozwarcie wierzchołka szczeliny	304
5.4.3. Całka J	306
5.5. Pękanie plastyczne. Ujęcie ogólne	309
5.6. Kryteria porównawcze pękania plastycznego i kruchego	311
5.7. Wykres oceny pękania	314
Bibliografia	318
<b>6. Wytrzymałość zmęczeniowa i podstawy obliczeń zmęczeniowych</b>	<b>319</b>
<i>Stanisław Kocańda</i>	
6.1. Naprężenia zmienne i przebieg zmęczenia wiadomości wstępne i podstawowe pojęcia	319
6.1.1. Naprężenia zmienne	320
6.1.2. Wykresy Wöhlera. Granice zmęczenia	324
6.1.2.1. Wykresy Wöhlera w ujęciu statystycznym	331
6.1.3. Wykresy zmęczeniowe	335
6.1.4. Zjawiska zmęczenia w metalach i ich przebieg	341
6.1.5. Przełomy zmęczeniowe	346
6.2. Czynniki wpływające na wytrzymałość zmęczeniową	351
6.2.1. Działanie karbu	351
6.2.1.1. Pojęcia ogólne. Współczynniki kształtu	351
6.2.1.2. Współczynnik działania karbu	367
6.2.1.3. Zmniejszanie wpływu karbu przez konstrukcyjne kształtowanie	374
6.2.2. Wpływ wielkości przedmiotu	379
6.2.3. Wpływ rodzaju obróbki i stanu warstwy wierzchniej	381
6.2.3.1. Obróbka skrawaniem	381
6.2.3.2. Obróbki polepszające warstwę wierzchnią	383
6.2.4. Działanie korozji i ośrodków aktywnych	387
6.2.5. Wpływ temperatury	389
6.3. Współczynniki bezpieczeństwa i dopuszczalne naprężenia.	
Schemat obliczeń	390
6.3.1. Cykle symetryczne	390
6.3.2. Cykle niesymetryczne	396
6.3.3. Obliczenia wstępne	404
6.3.4. Obliczenia sprawdzające i korekcyjne	406
6.4. Obliczenia zmęczeniowe przy obciążeniach złożonych	408
6.5. Probabilistyczne metody obliczeń zmęczeniowych	414
6.5.1. Ocena prawdopodobieństwa zniszczenia elementów	414

6.5.2. Ocena prawdopodobieństwa zniszczenia przy określonej wartości współczynnika bezpieczeństwa	422
6.6. Obliczenia w zakresie ograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej	426
6.6.1. Naprężenia zastępcze i współczynniki bezpieczeństwa	431
6.6.2. Probabilistyczna ocena niezawodności z wykorzystaniem hipotezy kumulacji uszkodzeń	433
6.7. Zakres małej liczby cykli obciążenia	439
6.7.1. Uwagi wstępne. Pętle histerezy i wykresy cyklicznego odkształcenia	439
6.7.2. Podstawowe zależności do obliczeń zmęczeniowych. Kryteria odkształceniowe	444
6.7.3. Kryteria energetyczne	450
6.7.4. Działanie karbu. Współczynniki bezpieczeństwa	455
6.8. Obliczenia na podstawie prędkości zmęczeniowego pęknięcia	464
6.8.1. Opis prędkości zmęczeniowego pęknięcia	464
6.8.2. Prędkość pęknięcia a mikrobudowa powierzchni pęknięć	478
Bibliografia	484

## **7. Badania eksperymentalne w budowie maszyn** **485**

*Jacek Stupnicki*

7.1. Rola i cel badań eksperymentalnych	485
7.2. Przygotowanie badań, opracowanie wyników, wnioskowanie	487
7.2.1. Podstawowe wielkości mierzone w budowie maszyn	487
7.2.2. Metodyka planowania i prowadzenia badań eksperymentalnych	487
7.2.3. Błędy pomiarów	490
7.2.3.1. Metody pomiarów	490
7.2.3.2. Źródła błędów	491
7.2.3.3. Klasyfikacja błędów	493
7.2.3.4. Ocena wyników pomiarów	494
7.2.3.5. Wyznaczanie parametrów wzorów empirycznych metodą najmniejszych kwadratów	500
7.3. Metody pomiarów stosowane w badaniach konstrukcji i w budowie maszyn	502
7.3.1. Pomiary czasu, temperatury, promieniowania, wielkości akustycznych, magnetycznych, lepkości, masy i gęstości	502
7.3.1.1. Pomiar czasu	502
7.3.1.2. Pomiary temperatury	502
7.3.1.3. Pomiary promieniowania — defektoskopia rentgenowska	506
7.3.1.4. Pomiary wielkości akustycznych	509
7.3.1.5. Badania metodami magnetycznymi	514
7.3.1.6. Pomiar lepkości cieczy i gazów	516
7.3.1.7. Pomiar masy	517
7.3.1.8. Pomiary gęstości	520
7.3.2. Pomiary sił, momentów sił, ciśnień	522
7.3.2.1. Pomiary sił	523
7.3.2.2. Pomiar momentu skręcającego	525

7.3.2.3. Pomiary ciśnienia	527
7.3.3. Pomiary wielkości geometrycznych	531
7.3.3.1. Pomiary odległości	531
7.3.3.2. Pomiary kształtu elementów maszyn	535
7.3.3.3. Dyskretne metody pomiaru przemieszczeń	540
7.3.3.4. Polowe metody pomiaru przemieszczeń	545
7.3.4. Pomiary prędkości i drgań	555
7.3.4.1. Pomiary prędkości	555
7.3.4.2. Pomiary drgań	555
7.3.5. Pomiary odkształceń i naprężeń	560
7.3.5.1. Stan naprężenia	560
7.3.5.2. Stan odkształcenia	563
7.3.5.3. Pomiary odkształceń	564
7.3.5.4. Interferometryczne metody badania odkształceń i naprężeń	572
<b>Bibliografia</b>	<b>590</b>
<b>Skorowidz</b>	<b>592</b>

oprac. BPK