

Spis treści

Wstęp - XVII

Wytczne do konstruowania przyrządów precyzyjnych 1

- 1.1. Przygotowanie uruchomienia produkcji przyrządów precyzyjnych 1**
 - 1.1.1. Wiadomości wstępne - 1
 - 1.1.2. Produkcja masowa i wielkoseryjna przyrządów precyzyjnych z centralnym elektronicznym układem sterującym - 2
 - 1.1.3. Produkcja masowa i wielkoseryjna przyrządów z centralnym napędem elektromechanicznym lub mechanicznym - 9
 - 1.1.4. Produkcja jednostkowa i małoseryjna przyrządów precyzyjnych - 9
- 1.2. Ergonomiczność konstrukcji - 10**
 - 1.2.1. Wiadomości wstępne - 10
 - 1.2.2. Rozmieszczenie i dobór środków obsługi i elementów wskazujących - 10
- 1.3. Hałas i metody zmniejszania hałasu przyrządów - 13**
 - 1.3.1. Wiadomości wstępne - 13
 - 1.3.2. Źródła drgań i metody zmniejszania ich wpływu na hałas - 13
- 1.4. Problematyka związana z wydzielaniem ciepła w przyrządach precyzyjnych 15**
 - 1.4.1. Wiadomości wstępne - 15
 - 1.4.2. Odprowadzanie ciepła z przyrządów precyzyjnych - 16
 - 1.4.3. Wpływ ciepła na układy mechaniczne przyrządów precyzyjnych - 17
- 1.5. Dokładność przekazywania sygnałów przez urządzenia precyzyjne - 18**
 - 1.5.1. Wiadomości wstępne - 18
 - 1.5.2. Mechanizm idealny i jego dokładność - 18
 - 1.5.3. Mechanizm rzeczywisty pracujący w warunkach kwazistatycznych - 21
 - 1.5.4. Drgania cienne (zjawisko „stick-slip”) - 23
 - 1.5.5. Dokładność mechanizmów rzeczywistych w warunkach dynamicznych - 24
- 1.6. Technologiczność konstrukcji 25**
 - 1.6.1. Wiadomości wstępne - 25
 - 1.6.2. Podział urządzenia na elementy i zespoły - 27
 - 1.6.3. Dobór materiału ze względu na technologię - 27
 - 1.6.4. Technologiczność montażu – 28

1.7.	Technologiczność konstrukcji elementów tłoczonych z blachy - 29
1.7.1.	Wiadomości wstępne - 29
1.7.2.	Wymagania technologiczne dotyczące elementów z blachy - 29
1.7.3.	Usztywnianie elementów blaszanych - 33
1.7.4.	Zmniejszenie masy elementów i zużycia materiału - 35
1.7.5.	Dokładność elementów wykrawanych z blachy - 35
1.8.	Technologiczność konstrukcji elementów odlewanych z metali 37
1.8.1.	Odlewy z form piaskowych - 37
1.8.2.	Odlewy wytwarzane metodą wytapianych modeli (tzw. precyzyjne) - 40
1.8.3.	Odlewy kokilowe - 42
1.8.4.	Odlewy ciśnieniowe - 44
1.9.	Technologiczność konstrukcji elementów prasowanych z materiałów ceramicznych - 49
1.9.1.	Wiadomości wstępne - 49
1.9.2.	Zasady kształtowania wyprasek ceramicznych - 50
1.10.	Technologiczność konstrukcji elementów z proszków spiekanych 53
1.10.1.	Wiadomości wstępne - 53
1.10.2.	Zasady kształtowania elementów spiekanych - 55
1.11.	Technologiczność konstrukcji elementów obrabianych skrawaniem 57
1.11.1.	Wiadomości wstępne - 57
1.11.2.	Zasady kształtowania elementów obrabianych skrawaniem - 57
1.12.	Technologiczność konstrukcji elementów z tworzyw sztucznych - 61
	Literatura - 61

2

Tolerancje geometryczne

62

2.1.	Wiadomości wstępne - 62
2.2.	Tolerancje wymiarów - 62
2.2.1.	Układ tolerancji wymiarów liniowych - 64
2.2.2.	Układ tolerancji kątów - 64
2.2.3.	Układ tolerancji stożków - 66
2.2.4.	Zapis wymiarów tolerowanych - 67
2.3.	Elementy analizy wymiarowej zamienności elementów - 68
2.3.1.	Arytmetyka wymiarów tolerowanych - 68
2.3.2.	Analiza wymiarowa zamienności elementów - 69
2.4.	Pasowania - 72
2.4.1.	Pasowania wałków i otworów walcowych - 73
2.4.2.	Pasowania stożków - 79
2.4.3.	Oznaczanie pasowań na rysunkach - 81
2.5.	Tolerancje kształtu i położenia 81
2.5.1.	Wiadomości ogólne - 81
2.5.2.	Tolerancje kształtu - 82
2.5.3.	Tolerancje położenia - 82
2.5.4.	Tolerancje złożone położenia i kształtu - 86
2.5.5.	Oznaczanie tolerancji kształtu i położenia na rysunkach - 86
2.6.	Mikrogeometria powierzchni 89
2.6.1.	Wiadomości ogólne - 89
2.6.2.	Parametry falistości i chropowatości - 90
2.6.3.	Oznaczanie wymagań mikrogeometrycznych na rysunkach - 94
	Literatura - 95

Materiały metalowe

97

- 3.1. Wprowadzenie - 98**
 - 3.1.1. Uwagi ogólne - 98
 - 3.1.2. Własności mechaniczne i fizyczne metali - 98
 - 3.1.3. Wytyczne dotyczące doboru metalowych materiałów konstrukcyjnych - 105
- 3.2. Stopy żelaza 105**
 - 3.2.1. Żeliwa i staliwa - 105
 - 3.2.2. Stale - 105
- 3.3. Metale nieżelazne 116**
 - 3.3.1. Aluminium i stopy aluminium - 116
 - 3.3.2. Miedź i stopy miedzi - 120
 - 3.3.3. Stopy niklu - 120
 - 3.3.4. Stopy ołowiu, cynku i cyny - 120
 - 3.3.5. Stopy magnezu - 120
- 3.4. Inne specjalne materiały metalowe - 129**
- 3.5. Tablice półwyrobów metalowych 129**
- 3.6. Informacje końcowe - 170**
 - Literatura - 170

4

Powłoki ochronne metali

171

- 4.1. Wiadomości wstępne - 171**
- 4.2. Sposoby ochrony przed korozją 173**
 - 4.2.1. Ochrona czynna - 173
 - 4.2.2. Ochrona bierna - 174
- 4.3. Oznaczanie powłok na rysunkach 180**
 - Literatura - 184

Materiały niemetalowe

185

- 5.1. Tworzywa sztuczne 185**
 - 5.1.1. Wiadomości ogólne - 185
 - 5.1.2. Własności i zastosowanie tworzyw sztucznych - 186
 - 5.1.3. Modyfikacja własności tworzyw sztucznych - 220
 - 5.1.4. Identyfikacja tworzyw sztucznych - 221
 - 5.1.5. Kryteria doboru tworzyw sztucznych na elementy mechanizmów - 221
 - 5.1.6. Podstawowe technologie otrzymywania elementów mechanizmów z tworzyw sztucznych - 225
 - 5.1.7. Technologiczność konstrukcji elementów mechanizmów z tworzyw sztucznych - 233
 - 5.1.8. Dokumentacja konstrukcyjna wypraski - 257
- 5.2. Elastomery. Guma 260**
 - 5.2.1. Wiadomości ogólne - 260

- 5.2.2. Podstawowe technologie wyrobów gumowych - 265
- 5.2.3. Przykłady gumowych elementów konstrukcyjnych stosowanych w urządzeniach precyzyjnych - 268
- Literatura - 276

6

Połączenia

277

- 6.1. Połączenia gwintowe - 278**
 - 6.1.1. Wiadomości wstępne - 278
 - 6.1.2. Zarysy i podstawowe wymiary gwintów - 279
 - 6.1.3. Pasowania gwintów - 287
 - 6.1.4. Znormalizowane elementy złączne - 292
 - 6.1.5. Własności mechaniczne śrub, wkrętów i nakrętek stalowych - 316
 - 6.1.6. Obliczanie złącz gwintowych - 318
 - 6.1.7. Dokładność wykonania znormalizowanych elementów złącznych - 320
 - 6.1.8. Rysowanie połączeń gwintowych - 320
- 6.2. Połączenia kołkowe 323**
 - 6.2.1. Wiadomości wstępne - 323
 - 6.2.2. Znormalizowane kołki - 324
 - 6.2.3. Obliczanie połączeń kołkowych - 326
- 6.3. Połączenia wpustowe 327**
 - 6.3.1. Wiadomości wstępne - 327
 - 6.3.2. Znormalizowane wpusty - 328
 - 6.3.3. Obliczanie połączeń wpustowych - 329
- 6.4. Połączenia nitowane i nitowe 329**
 - 6.4.1. Wiadomości wstępne - 329
 - 6.4.2. Połączenia nitowane - 329
 - 6.4.3. Połączenia nitowe - 331
 - 6.4.4. Obliczanie połączeń nitowanych i nitowych - 331
- 6.5. Połączenia klejone 337**
 - 6.5.1. Wiadomości wstępne - 337
 - 6.5.2. Zasady kształtowania połączeń klejonych 340
 - 6.5.3. Obliczanie połączeń klejonych - 340
 - 6.5.4. Rysowanie i oznaczanie połączeń klejonych - 340
- 6.6. Połączenia zgrzewane - 341**
 - 6.6.1. Wiadomości wstępne - 341
 - 6.6.2. Zasady kształtowania połączeń zgrzewanych - 342
 - 6.6.3. Obliczanie połączeń zgrzewanych - 345
 - 6.6.4. Rysowanie i oznaczanie połączeń zgrzewanych - 345
- 6.7. Połączenia lutowane 347**
 - 6.7.1. Wiadomości wstępne - 347
 - 6.7.2. Lutowanie miękkie - 348
 - 6.7.3. Lutowanie twarde - 349
 - 6.7.4. Topniki do lutowania - 350
 - 6.7.5. Zasady kształtowania połączeń lutowanych - 350
 - 6.7.6. Obliczanie połączeń lutowanych - 352
 - 6.7.7. Rysowanie i oznaczanie połączeń lutowanych - 352
- 6.8. Szybkie łączniki 352**
 - Literatura - 355

- 7.1. **Wiadomości wstępne - 358**
- 7.2. **Łożyskowania ślizgowe - 358**
 - 7.2.1. Uwagi ogólne - 358
 - 7.2.2. Łożyska ślizgowe walcowe maszynowe - 361
 - 7.2.3. Łożyska ślizgowe walcowe zegarowe - 363
 - 7.2.4. Łożyska ślizgowe walcowe z panewkami spiekanyymi (porowatymi) - 366
 - 7.2.5. Łożyska ślizgowe walcowe z panewkami z tworzyw sztucznych - 368
 - 7.2.6. Łożyska stożkowe - 369
 - 7.2.7. Łożyska kulowe - 371
 - 7.2.8. Łożyska pryzmatyczne - 372
 - 7.2.9. Smarowanie łożysk ślizgowych - 373
 - 7.2.10. Miniaturowe łożyska ślizgowe o specjalnych zastosowaniach - 374
- 7.3. **Łożyskowania toczne (z pośrednimi elementami tocznymi) 375**
 - 7.3.1. Uwagi ogólne - 375
 - 7.3.2. Wymiary łożysk tocznych - 377
 - 7.3.3. Nośność i trwałość łożysk tocznych - 378
 - 7.3.4. Obliczanie i dobór łożysk tocznych - 379
 - 7.3.5. Opory ruchu łożysk tocznych - 389
 - 7.3.6. Zamocowanie łożysk tocznych na wałku i w oprawie - 393
 - 7.3.7. Smarowanie łożysk tocznych - 394
 - 7.3.8. Uszczelnianie łożysk tocznych - 395
 - 7.3.9. Łożyska toczne miniaturowe - 396
- 7.4. **Łożyskowania nożowe - 397**
 - 7.4.1. Uwagi ogólne - 397
 - 7.4.2. Obliczanie łożyskowań nożowych - 397
 - 7.4.3. Zastosowanie i rozwiązania konstrukcyjne łożyskowań nożowych - 398
- 7.5. **Łożyskowania kielkowe - 400**
 - 7.5.1. Uwagi ogólne - 400
 - 7.5.2. Obliczanie łożyskowań kielkowych - 401
 - 7.5.3. Zastosowanie i rozwiązania konstrukcyjne łożyskowań kielkowych - 402
- 7.6. **Łożyskowania sprężyste - 403**
 - 7.6.1. Uwagi ogólne - 403
 - 7.6.2. Łożyskowania na sprężynach płaskich - 403
 - 7.6.3. Łożyskowania na sprężynach krzyżowych - 403
 - 7.6.4. Łożyskowania na sprężystych zawieszkach skrętnych - 405
- Literatura - 407

- 8.1. **Definicje i klasyfikacja prowadnic - 409**
- 8.2. **Prowadnice ślizgowe - 410**
 - 8.2.1. Prowadnice walcowe - 410
 - 8.2.2. Prowadnice pryzmatyczne - 412
 - 8.2.3. Opory i warunki ruchu prowadnic ślizgowych - 413
 - 8.2.4. Dobór materiałów na prowadnice ślizgowe - 418

- 8.3. Prowadnice toczne 419**
 - 8.3.1. Prowadnice rolkowe - 419
 - 8.3.2. Prowadnice ze swobodnymi elementami tocznymi - 420
 - 8.3.3. Opory tarcia prowadnic tocznych - 423
 - 8.3.4. Materiały stosowane na prowadnice toczne - 424
 - 8.3.5. Dopuszczalne obciążenie prowadnic tocznych - 424
- 8.4. Prowadnice sprężyste 425**
- 8.5. Dokładność prowadnic - 427**
 - Literatura - 428

9

Elementy sprężynujące

429

- 9.1. Klasyfikacja elementów sprężynujących 429**
- 9.2. Wiadomości wstępne 430**
 - 9.2.1. Energia odkształcenia zmagazynowana w elemencie sprężynującym - 430
 - 9.2.2. Niedoskonałość sprężysta materiałów - 431
 - 9.2.3. Wpływ temperatury na elementy sprężynujące - 432
- 9.3. Sprężyny śrubowe 432**
 - 9.3.1. Uwagi ogólne - 432
 - 9.3.2. Sprężyny naciskowe - 436
 - 9.3.3. Sprężyny naciągowe - 443
 - 9.3.4. Regulacja siły w sprężynach naciskowych i naciągowych - 446
 - 9.3.5. Sprężyny skrętowe (skrętne) - 450
- 9.4. Sprężyny spiralne - 455**
 - 9.4.1. Uwagi ogólne - 455
 - 9.4.2. Sprężyny włosowe - 455
 - 9.4.3. Sprężyny napędowe - 456
- 9.5. Sprężyny płytowe metalowe - 461**
 - 9.5.1. Uwagi ogólne - 461
 - 9.5.2. Sprężyny dociskowe - 461
 - 9.5.3. Sprężyny układów stykowych (sprężyny stykowe) - 461
 - 9.5.4. Sprężyny do sprężystych łożyskowań i prowadzeń - 473
- 9.6. Termobimetale - 474**
 - 9.6.1. Uwagi ogólne - 474
 - 9.6.2. Projektowanie termobimetalu - 475
 - Literatura - 479

10

Przekładnie zębate i z paskiem zębatym

480

- 10.1. Przekładnie zębate 480**
 - 10.1.1. Wiadomości wstępne - 480
 - 10.1.2. Przekładnie zębate o osiach równoległych z kołami walcowymi o zębach prostych - 483
 - 10.1.3. Przekładnie zębate o osiach równoległych z kołami walcowymi o zębach skośnych (śrubowych) - 494
 - 10.1.4. Przekładnie zębate kątowe - 496
 - 10.1.5. Przekładnie ślimakowe - 498

- 10.1.6. Konstruowanie drobnomodułowych przekładni zębatych - 501
- 10.2. Przekładnie z paskiem zębatym - 513
 - 10.2.1. Uwagi wstępne - 513
 - 10.2.2. Obliczanie przekładni z paskiem zębatym - 516
 - Literatura - 519

11

Sprzęgła, hamulce i ustalacze

521

- 11.1. Sprzęgła 521
 - 11.1.1. Sprzęgła nierozłączne - 521
 - 11.1.2. Sprzęgła samoczynne - 526
 - 11.1.3. Sprzęgła sterowane - 532
- 11.2. Hamulce-534
- 11.3. Ustalacze 535
 - 11.3.1. Ustalacze kształtowe - 535
 - 11.3.2. Ustalacze ciernie (zaciski) - 536
 - 11.3.3. Ograniczniki obrotu - 537
 - Literatura - 539

12

Smarowanie zespołów urządzeń precyzyjnych

540

- 12.1. Wiadomości wstępne - 540
- 12.2. Materiały smarowe stosowane w urządzeniach precyzyjnych 542
 - 12.2.1. Uwagi ogólne - 542
 - 12.2.2. Oleje-543
 - 12.2.3. Smary plastyczne - 544
 - 12.2.4. Smary stałe - 546
- 12.3. Powłoki przeciwtarciowe i przeciwzużyciowe - 548
- 12.4. Przykłady smarowania węzłów tarcia w urządzeniach precyzyjnych 550
 - 12.4.1. Uwagi ogólne - 550
 - 12.4.2. Smarowanie łożysk walcowych typu zegarowego - 550
 - 12.4.3. Smarowanie łożysk z panewkami spiekanymi z proszków metali - 550
 - 12.4.4. Smarowanie łożysk z panewkami z tworzyw sztucznych - 551
 - 12.4.5. Smarowanie miniaturowych łożysk tocznych - 551
 - 12.4.6. Smarowanie łożysk mechanizmów działających w niskich i wysokich temperaturach - 551
 - 12.4.7. Smarowanie łożysk mechanizmów pracujących w próżni - 552
 - Literatura - 552

13

Elementy pneumatyczne

554

- 13.1. Wprowadzenie 554
 - 13.1.1. Cechy ogólne elementów pneumatycznych - 554
 - 13.1.2. Sygnały pneumatyczne - 556

- 13.2. Podstawowe elementy konstrukcyjne - 558**
 - 13.2.1. Opory pneumatyczne - 558
 - 13.2.2. Sprężyste elementy ciśnieniowe - 572
 - 13.2.3. Objętości pneumatyczne - 581
 - 13.2.4. Uszczelnienia - 581
- 13.3. Podstawowe zespoły funkcjonalne przyrządów pneumatycznych - 584**
 - 13.3.1. Kaskady pneumatyczne - 584
 - 13.3.2. Równoważnie pneumatyczne i elektropneumatyczne - 594
 - 13.3.3. Wzmacniacze pneumatyczne - 599
- 13.4. Przyrządy i urządzenia pneumatyczne - 602**
 - 13.4.1. Przygotowanie czynnika roboczego dla urządzeń pneumatycznych - 602
 - 13.4.2. Przetworniki pomiarowe i regulatory PID - 610
 - 13.4.3. Przetworniki elektropneumatyczne i pneumoelektryczne - 610
 - 13.4.4. Siłowniki pneumatyczne - 612
 - 13.4.5. Zawory pneumatyczne - 619
 - 13.4.6. Połączenia pneumatyczne - 623
 - Literatura - 630

14

Elementy hydrauliczne i elektrohydrauliczne

632

- 14.1. Podstawowa struktura układu hydraulicznego (elektrohydraulicznego) - 632**
- 14.2. Ciecze robocze - 633**
 - 14.2.1. Właściwości fizyczne cieczy - 633
 - 14.2.2. Stosowane ciecze robocze - 637
- 14.3. Podstawowe zależności obliczeniowe - 638**
- 14.4. Pompy hydrauliczne - 644**
- 14.5. Elementy sterujące - 646**
 - 14.5.1. Rozdzielacze suwakowe - 646
 - 14.5.2. Serworozdzielacze elektrohydrauliczne - 647
 - 14.5.3. Rozdzielacze proporcjonalne - 649
- 14.6. Elementy wykonawcze - 650**
 - 14.6.1. Silniki hydrauliczne - 650
 - 14.6.2. Siłowniki hydrauliczne - 651
 - 14.6.3. Amortyzatory (pochłaniacze energii) - 653
- 14.7. Elementy pomocnicze - 654**
 - 14.7.1. Zawory maksymalne - 654
 - 14.7.2. Zawory zwrotne - 656
 - 14.7.3. Zawory dławiące - 658
 - 14.7.4. Zawory redukcyjne - 659
 - 14.7.5. Zawory różnicowe - 659
 - 14.7.6. Regulator strumienia objętości - 660
 - 14.7.7. Synchronizator prędkości - 661
 - 14.7.8. Filtry - 662
 - 14.7.9. Elementy przewodzące i magazynujące ciecz - 664
- 14.8. Wytyczne do projektowania układów hydraulicznych - 664**
 - 14.8.1. Zasady ogólne - 664
 - 14.8.2. Opracowanie założeń - 665
 - 14.8.3. Schematy typowych układów - 667
 - 14.8.4. Dobór elementów - 675

- 14.8.5. Bilans mocy - 676
- 14.8.6. Obliczenia cieplne - 677
- 14.8.7. Eksploatacja układów hydraulicznych - 678
- Literatura - 679

15

Mechaniczne zespoły konstrukcyjne przyrządów optycznych **680**

- 15.1. Wstęp - 680**
- 15.2. Parametry mechaniczne elementów szklanych 680**
 - 15.2.1. Wytrzymałość szkieł - 680
 - 15.2.2. Smukłość elementów szklanych - 681
 - 15.2.3. Fazki na krawędziach szkieł - 682
 - 15.2.4. Pasowania soczewek w oprawach - 682
- 15.3. Połączenia szkieł z oprawami - 683**
 - 15.3.1. Wymagania ogólne - 683
 - 15.3.2. Zamocowanie elementów okrągłych - 683
 - 15.3.3. Zamocowanie pryzmatów - 690
 - 15.3.4. Zamocowanie zwierciadeł - 693
- 15.4. Przysłony - 696**
 - 15.4.1. Przysłony stałe - 696
 - 15.4.2. Przysłony ze zmiennym otworem - 697
 - 15.4.3. Przysłony kwadratowe - 703
- 15.5. Poziomnice 704**
 - 15.5.1. Poziomnice cieczowe (ampułkowe) - 704
 - 15.5.2. Poziomnice wahadłowe - 707
- 15.6. Okulary przyrządów optycznych - 711**
 - 15.6.1. Okulary mikroskopowe - 711
 - 15.6.2. Okulary lunetowe - 712
 - 15.6.3. Obliczanie i dobór gwintu okularowego - 713
 - 15.6.4. Osłony oka i czołochrony - 714
 - 15.6.5. Oprawy płytki ogniskowej - 716
- 15.7. Obiektywy 717**
 - 15.7.1. Obiektywy lunetowe - 717
 - 15.7.2. Obiektywy mikroskopowe - 718
- 15.8. Mechanizmy rewolwerowe - 723**
- 15.9. Układy odczytowe - 725**
- 15.10. Mechanizmy regulacyjne - 727**
 - 15.10.1. Optymalizacja pokręteł - 727
 - 15.10.2. Mechanizmy poziomujące - 727
 - 15.10.3. Mechanizmy naprowadzające - 729
 - 15.10.4. Mechanizmy ogniskujące - 731
- 15.11. Mikrometr z płytką płasko-równoległą - 734**
- 15.12. Przyrządy dwuoczne - 736**
 - 15.12.1. Nierównoległości osi - 738
 - 15.12.2. Mechanizmy regulacyjne - 738
- 15.13. Uszczelnianie i osuszanie przyrządów optycznych - 739**
 - Literatura - 741

16

Napędy elektromagnesami prądu stałego

742

- 16.1. Wiadomości wstępne - 742
- 16.2. Zastosowania elektromagnesów 744
- 16.3. Układ elektromechaniczny z elektromagnesem prądu stałego - 745
- 16.4. Wielkości mechaniczne opisujące działanie elektromagnesu 746
- 16.5. Zależności czasowe - 749
- 16.6. Bilans energii i sprawność układu z elektromagnesem prądu stałego - 753
- 16.7. Zależności cieplne - 754
- 16.8. Znamionowe warunki pracy - 756
- 16.9. Dobór obciążenia elektromagnesu - 757
- 16.10. Kryteria doboru elektromagnesu do obciążenia - 760
- 16.11. Dobór elektromagnesu 768
- 16.12. Problematyka badań układów elektromechanicznych z elektromagnesami prądu stałego - 769
 - 16.12.1. Charaktery styki mechaniczne - 769
 - 16.12.2. Wyznaczanie przebiegów zmienności prądu i napięcia zasilania - 773
 - 16.12.3. Charakterystyki termiczne - 774
 - 16.12.4. Badanie ruchu zwory - 775
 - 16.12.5. Pomiary czasu trwania faz pracy układu elektromechanicznego - 776
- 16.13. Zjawiska towarzyszące wyłączaniu elektromagnesu - 777
- 16.14. Wpływ parametrów zasilania i obciążenia elektromagnesu na działanie układu elektromechanicznego - 779
- 16.15. Opis matematyczny układu elektromechanicznego - 780
- 16.16. Uprozczone obliczenia elektromagnesu - 783
 - 16.16.1. Obliczenia magnetowodu - 783
 - 16.16.2. Obliczenia uzwojeń - 786
- Literatura - 790

17

Mikromaszyny elektryczne

792

- 17.1. Wstęp - 792
- 17.2. Prądnice tachometryczne - 793
 - 17.2.1. Wiadomości ogólne - 793
 - 17.2.2. Prądnice prądu stałego - 794
 - 17.2.3. Prądnice indukcyjne - 796
 - 17.2.4. Prądnice synchroniczne - 797
 - 17.2.5. Właściwości dynamiczne - 798
 - 17.2.6. Mostki tachometryczne - 799
- 17.3. Transformatory położenia kąтового 800
 - 17.3.1. Wiadomości ogólne - 800
 - 17.3.2. Transformatory położenia kąтового dwubiegunowe - 800
 - 17.3.3. Transformatory położenia kąтового wielobiegunowe - 805
 - 17.3.4. Łączy transformatorów położenia kąтового - 807
- 17.4. Selsyny 808
 - 17.4.1. Wiadomości ogólne - 808
 - 17.4.2. Łączy selsynowe wskaźnikowe - 809
 - 17.4.3. Łączy selsynowe momentowe - 810

- 17.4.4. Łączy selsynowe transformatorowe - 811
- 17.4.5. Łączy selsynowe różnicowe - 811
- 17.4.6. Łączy selsynowe bezzestykowe - 812
- 17.5. Silniki prądu stałego - 813**
- 17.5.1. Wiadomości ogólne - 813
- 17.5.2. Charakterystyka mechaniczna - 814
- 17.5.3. Silniki wykonawcze prądu stałego. Zasady sterowania - 816
- 17.5.4. Właściwości dynamiczne - 820
- 17.5.5. Zasady konstruowania - 820
- 17.5.6. Silniki z komutacją bezzestykową - 823
- 17.6. Silniki indukcyjne - 828**
- 17.6.1. Wiadomości ogólne - 828
- 17.6.2. Silniki jednofazowe - 831
- 17.6.3. Silniki indukcyjne dwufazowe wykonawcze - 834
- 17.7. Silniki synchroniczne - 840**
- 17.7.1. Wiadomości ogólne - 840
- 17.7.2. Silniki synchroniczne z magnesem trwałym (permasyny) - 842
- 17.7.3. Silniki synchroniczne reluktancyjne - 845
- 17.7.4. Silniki synchroniczne histerezowe - 847
- 17.8. Silniki skokowe - 849**
- 17.8.1. Wiadomości ogólne - 849
- 17.8.2. Charakterystyka kątowa momentu statycznego - 851
- 17.8.3. Sposoby komutacji - 853
- 17.8.4. Rodzaje pracy i charakterystyki mechaniczne - 855
- 17.8.5. Zasady konstruowania silników skokowych - 857
- 17.9. Silniki jednofazowe komutatorowe - 861**
- 17.9.1. Wiadomości ogólne - 861
- 17.9.2. Zasada powstawania momentu obrotowego - 862
- 17.9.3. Silnik komutatorowy szeregowy - 863
- 17.9.4. Silnik komutatorowy repulsyjny - 864
- 17.10. Silniki o innych zasadach konstrukcyjnych - 866**
- 17.10.1. Silniki liniowe - 866
- 17.10.2. Silniki o toczącym się wirniku - 868
- 17.10.3. Silniki o elastycznym wirniku - 870
- 17.10.4. Silniki elektrostatyczne - 871
- 17.11. Silniki momentowe - 872**
- 17.11.1. Wiadomości ogólne - 872
- 17.11.2. Silniki momentowe prądu przemiennego - 873
- 17.11.3. Silniki momentowe prądu stałego - 873
- Literatura - 874

18

Mechaniczne zespoły sprzętu elektronicznego

875

- 18.1. Wstęp - 875**
- 18.2. Połączenia elektryczne - 875**
- 18.2.1. Rodzaje połączeń i ich charakterystyki - 875
- 18.2.2. Połączenia lutowane - 880
- 18.2.3. Połączenia owijane - 884
- 18.2.4. Połączenia zaciskane - 885

- 18.2.5. Połączenia klamrowe - 889
- 18.2.6. Połączenia zakleszczane - 889
- 18.2.7. Przewody i kable - 891
- 18.3. Podzespoły stykowe - 897**
- 18.3.1. Wiadomości podstawowe - 897
- 18.3.2. Łączówki - 897
- 18.3.3. Złącza-898
- 18.3.4. Łączniki - 909
- 18.3.5. Podzespoły sygnalizacyjne i wskaźnikowe - 915
- 18.3.6. Radiatory (rozpraszacze ciepła) - 915
- 18.3.7. Bezpieczniki - 919
- 18.4. Obwody drukowane 920**
- 18.4.1. Wiadomości wstępne - 920
- 18.4.2. Konstrukcja obwodu drukowanego - 921
- 18.4.3. Prowadzenie ścieżek - 926
- 18.4.4. Materiały na obwody drukowane - 928
- 18.4.5. Dokumentacja obwodów drukowanych - 929
- 18.4.6. Rozmieszczenie układu elektronicznego - 937
- 18.4.7. Montaż podzespołów elektronicznych - 938
- 18.4.8. Konstrukcja modułów elektronicznych - 939
- 18.4.9. Płytki obwodów drukowanych do montażu powierzchniowego - 943
- 18.5. Obudowy urządzeń elektronicznych 950**
- 18.5.1. Wiadomości ogólne - 950
- 18.5.2. Obudowy kasetowe - 950
- 18.5.3. Obudowy szufladowe - 951
- 18.5.4. Podzespoły mechaniczne obudów - 953
- 18.6. Wybrane zagadnienia dotyczące odporności mechanicznej i klimatycznej urządzeń i sprzętu precyzyjnego oraz elektronicznego - 956**
- 18.6.1. Wiadomości ogólne - 956
- 18.6.2. Charakterystyka narażeń - 959
- 18.6.3. Badania odporności klimatycznej i mechanicznej sprzętu precyzyjnego i elektronicznego - 963
- Literatura - 963

Skorowidz - 965