

Spis treści

Wstęp / 11

1

Wprowadzenie do elastycznej automatyzacji wytwarzania / 15

- 1.1 Definicje podstawowe / 15
- 1.2 Istota elastyczności wytwarzania / 17
- 1.3 Rys historyczny rozwoju elastycznej automatyzacji wytwarzania / 18
- 1.4 Przesłanki rozwoju elastycznej automatyzacji wytwarzania / 21
- 1.5 Efekty elastycznej automatyzacji wytwarzania / 23
- 1.6 Współczesne poglądy na elastyczną automatyzację wytwarzania / 27
- Literatura / 32

2

Podstawy budowy elastycznych systemów wytwarzania / 34

- 2.1 Elementy procesu wytwarzania / 34
- 2.2 Struktura funkcjonalna elastycznych systemów wytwarzania / 36
- 2.3 Formy organizacji produkcji / 38
 - 2.3.1 Skoncentrowana forma organizacji produkcji / 40
 - 2.3.2 Gniazdowa forma organizacji produkcji / 40
 - 2.3.3 Liniowa forma organizacji produkcji / 43
 - 2.3.4 Systemy wytwarzania z centralnym magazynem produkcyjnym / 45
- 2.4 Strategie organizacji produkcji / 48
- 2.5 Środki elastycznej automatyzacji wytwarzania / 51
- Literatura / 56

3

Komponenty automatyzacji obrabiarek i systemów obróbkowych / 58

- 3.1 Podstawy modułowej budowy obrabiarek i urządzeń / 58
 - 3.1.1 Istota i zasady budowy modułowej / 58

- 3.1.2 Korzyści wynikające z zastosowania modułowej budowy obrabiarek / 60
- 3.2 Układy napędowe / 62
- 3.2.1 Wymagania dla napędów w obrabiarkach i urządzeniach technologicznych / 63
- 3.2.2 Charakterystyka nowoczesnych napędów głównych / 65
- 3.2.3 Charakterystyka napędów ruchu posuwowego / 71
- 3.2.4 Układy napędowe z silnikami prądu stałego / 77
- 3.2.4.1 Silniki prądu stałego / 77
- 3.2.4.2 Tyrystorowe układy napędowe / 81
- 3.2.5 Układy napędowe prądu przemiennego / 88
- 3.2.5.1 Silniki prądu przemiennego / 89
- 3.2.5.2 Sterowanie częstotliwościowe / 94
- 3.2.5.3 Mikroprocesorowe układy napędowe / 97
- 3.2.5.4 Przykłady modułowych układów napędowych / 98
- 3.2.6 Napędy liniowe / 104
- 3.2.7 Napędy z silnikami skokowymi / 109
- 3.3 Układy pomiarowe położenia i przemieszczenia / 113
- 3.3.1 Selsyn przelicznikowy (rezolwer) / 115
- 3.3.2 Induktosyn liniowy i obrotowy / 116
- 3.3.3 Przetwornik obrotowo-impulsowy i liniał kreskowy / 118
- 3.3.4 Tarcze i liniały kodowe / 124
- 3.4 Układy kodowania palet i narzędzi / 127
- 3.4.1 Kody kreskowe / 127
- 3.4.2 Kody elektromagnetyczne / 129
- 3.5 Połączenia przewodnicowe / 130
- 3.6 Aluminiowe profile konstrukcyjne / 138
- Literatura / 145

4

Sterowanie obrabiarek i systemów obróbkowych / 149

- 4.1 Podział układów sterowania obrabiarek / 149
- 4.2 Osie współrzędnych i struktury ruchowe w obrabiarkach sterowanych automatycznie (numerycznie) / 156
- 4.3 Programowalne sterowniki logiczne PLC / 158
- 4.4 Podstawy sterowania numerycznego / 167
- 4.4.1 Struktura funkcjonalna układów sterowania numerycznego / 167
- 4.4.1.1 Interpolator / 169
- 4.4.1.2 Sterownik położenia napędu / 174
- 4.4.2 Podstawy programowania układów sterowania numerycznego / 177
- 4.5 Sterowanie komputerowe obrabiarek / 185
- 4.5.1 Komputerowe układy sterowania CNC / 185
- 4.5.2 Sterowanie otwarte / 197
- 4.5.3 Układy sterowania CNC plus / 199
- 4.5.4 Układy sterowania adaptacyjnego AC / 202
- 4.6 Bezpośrednie i rozproszone sterowanie numeryczne DNC / 207
- Literatura / 211

5

Obrabiarki skrawające w systemach obróbkowych / 216

- 5.1 Wymagania i tendencje rozwojowe w budowie obrabiarek / 216
- 5.1.1 Małe koszty produkcji — budowa modułowa obrabiarek / 220
- 5.1.2 Produktowność i wydajność obrabiarek / 220
- 5.1.3 Elastyczność technologiczna / 224
- 5.1.4 Automatyzacja / 225
- 5.1.5 Dokładność obrabiarek / 226
- 5.1.6 Bezpieczeństwo pracy, ergonomia i ekologia / 226
- 5.2 Tokarki i centra tokarskie / 228
- 5.2.1 Tendencje rozwojowe w budowie tokarek / 229
- 5.2.2 Układy strukturalne tokarek / 230
- 5.2.3 Modułowa budowa tokarek / 235
- 5.2.4 Możliwości technologiczne tokarek i centrów tokarskich / 236
- 5.2.5 Przegląd wybranych tokarek i centrów tokarskich / 242
- 5.2.5.1 Tokarki wielonarzędziowe kłowe i uchwytowe / 242
- 5.2.5.2 Centra obróbkowe tokarskie / 249
- 5.3 Obrabiarki do części korpusowych / 250
- 5.3.1 Tendencje rozwojowe w budowie obrabiarek do części korpusowych / 250
- 5.3.2 Układy geometryczno-ruchowe frezarek i centrów frezarskich / 253
- 5.3.3 Charakterystyka wybranych rozwiązań frezarek i centrów frezarskich / 256
- 5.3.3.1 Frezarki i wytaczarko-frezarki / 256
- 5.3.3.2 Centra obróbkowe do części korpusowych / 258
- 5.3.3.3 Obrabiarki do obróbki szybkościowej HSC / 273
- 5.3.3.4 Obrabiarki typu hexapod / 277
- 5.4 Obrabiarki do obróbki ściernej / 284
- 5.4.1 Rozwój technologii szlifowania / 284
- 5.4.2 Rozwój obrabiarek do obróbki ściernej / 285
- 5.4.3 Szlifierki do zewnętrznego i wewnętrznego szlifowania walcowego / 286
- 5.4.4 Szlifierki do płaszczyn / 289
- Literatura 289

6

Przeływ przedmiotów obrabianych i narzędzi / 294

- 6.1 Definicje i funkcje podsystemu przepływu materiałów / 294
- 6.2 Podsystem transportu przedmiotów / 295
- 6.2.1 Klasyfikacja środków transportowych / 295
- 6.2.2 Palety do transportu i magazynowania przedmiotów obrotowych / 299
- 6.2.3 Palety do transportu i magazynowania przedmiotów korpusowych / 302
- 6.2.4 Środki transportu przedmiotów / 309
- 6.2.4.1 Przenośniki cięgnowe o budowie modułowej / 309
- 6.2.4.2 Przenośniki taśmowe / 312
- 6.2.4.3 Przenośniki łańcuchowe i członowe / 313
- 6.2.4.4 Przenośniki rolkowe i walcowe / 314
- 6.2.4.5 Przenośniki nadpodłogowe / 316
- 6.2.4.6 Wózki szynowe / 318
- 6.2.4.7 Wózki bezszynowe / 319
- 6.2.4.8 Układarki regałowe / 326

- 6.2.5 Ocena obszaru zastosowań środków transportu / 328
- 6.3 Podsystem składowania. Magazyny / 330
 - 6.3.1 Klasyfikacja magazynów i podsystemów składowania / 330
 - 6.3.2 Centralne magazyny przedmiotów / 332
 - 6.3.3 Przystanowiskowe magazyny przedmiotów obrotowych / 336
 - 6.3.4 Przystanowiskowe magazyny przedmiotów korpusowych / 339
 - 6.3.5 Projektowanie podsystemu magazynowego / 341
- 6.4 Podsystem manipulacji / 343
 - 6.4.1 Manipulacja i urządzenia manipulacyjne do przedmiotów obrotowych / 343
 - 6.4.2 Manipulacja i urządzenia manipulacyjne do przedmiotów korpusowych / 345
- 6.5 Podsystem przepływu narzędzi / 347
 - 6.5.1 Elementy podsystemu zarządzania narzędziami / 347
 - 6.5.2 Systemy narzędziowe / 350
 - 6.5.2.1 Systemy narzędziowe w tokarkach / 351
 - 6.5.2.2 Systemy narzędziowe w centrach obróbkowych / 352
 - 6.5.3 Systemy kodowania narzędzi / 358
 - 6.5.4 Komputerowe systemy zarządzające gospodarką narzędziową / 360
- Literatura / 364

7

Diagnostyka i nadzorowanie w systemach obróbkowych / 367

- 7.1 Ogólna charakterystyka metod diagnostyki technicznej / 367
 - 7.1.1 Podstawowe określenia i terminologia / 367
 - 7.1.2 Metody diagnostyki technicznej / 368
 - 7.1.3 Klasyfikacja i zadania podsystemu nadzorowania i diagnostyki w elastycznych systemach obróbkowych / 370
- 7.2 Nadzorowanie i diagnostyka obrabiarek i urządzeń technologicznych / 373
 - 7.2.1 Znaczenie i zadania nadzorowania i diagnostyki obrabiarek / 373
 - 7.2.2 Diagnostyka poprawności działania / 376
 - 7.2.3 Diagnostyka stanu technicznego zespołów i elementów obrabiarek / 379
 - 7.2.3.1 Diagnostyka stanu napędu głównego / 379
 - 7.2.3.2 Diagnostyka stanu serwonapędu posuwu / 380
 - 7.2.3.3 Diagnostyka stanu łożysk tocznych / 381
 - 7.2.4 Telediagnostyka maszyn / 384
- 7.3 Nadzorowanie narzędzi / 385
 - 7.3.1 Informacje wstępne o nadzorowaniu narzędzi / 385
 - 7.3.2 Bezpośrednie metody nadzorowania stanu ostrza / 387
 - 7.3.3 Pośrednie metody nadzorowania stanu ostrza / 391
 - 7.3.3.1 Rejestracja czasu pracy / 391
 - 7.3.3.2 Metody oparte na pomiarze sił skrawania / 391
 - 7.3.3.3 Metody oparte na pomiarze drgań i hałasu / 396
 - 7.3.3.4 Metody z wykorzystaniem emisji akustycznej / 399
 - 7.3.3.5 Strategie nadzorowania / 402
 - 7.3.3.6 System nasłuchu / 406
- 7.4 Nadzorowanie i diagnostyka procesu obróbki / 406
 - 7.4.1 Zadania diagnostyki procesu obróbki / 406
 - 7.4.2 Rozpoznawanie rodzaju wióra / 406
 - 7.4.3 Wykrywanie nadmiernych drgań / 408
 - 7.4.4 Zabezpieczenie przed kolizjami / 410
- 7.5 Przemysłowe układy diagnostyki stanu narzędzia / 412

- 7.6 Nadzorowanie i diagnostyka dokładności przedmiotów obrabianych / 415
- 7.6.1 Struktura podsystemu kontroli jakości / 415
- 7.6.2 Formy badania jakości produkcji / 416
- 7.6.3 Kontrola jakości na wejściu / 419
- 7.6.4 Pomiary w przestrzeni roboczej obrabiarki / 420
- 7.6.5 Pomiary poza obrabiarką / 424
- Literatura / 425

8

Elastyczne stacje i systemy obróbkowe / 429

- 8.1 Cechy elastycznej automatyzacji w procesach obróbki skrawaniem / 429
- 8.2 Autonomiczne stacje obróbkowe ASO / 433
- 8.3 Przegląd rozwiązań elastycznych systemów obróbkowych / 438
- Literatura / 446

9

Komputerowa integracja wytwarzania / 449

- 9.1 Komponenty komputeryzacji produkcji / 450
- 9.1.1 Komputerowo wspomagane projektowanie (CAD) / 450
- 9.1.2 Komputerowo wspomagane wytwarzanie (CAM) / 451
- 9.1.3 Komputerowo wspomagane planowanie procesów (CAP) / 452
- 9.1.4 Komputerowo wspomagana kontrola jakości (CAQ) / 453
- 9.1.5 Komputerowo wspomagane zarządzanie produkcją (PPC, PPS) / 454
- 9.1.5.1 Planowanie potrzeb materiałowych (MRP I) / 455
- 9.1.5.2 Planowanie zasobów produkcyjnych (MRP II) / 457
- 9.2 Komputerowo zintegrowana produkcja (CIM) / 460
- 9.2.1 Istota i definicje CIM / 460
- 9.2.2 Modele CIM / 462
- 9.3 Projektowanie współbieżne (CE) / 464
- 9.3.1 Podstawy projektowania współbieżnego / 464
- 9.3.2 Koszty, jakość i czas w projektowaniu współbieżnym / 470
- 9.3.3 Korzyści płynące z zastosowania CE / 475
- 9.4 Systemy wspomagające komputerową integrację produkcji / 476
- 9.4.1 Protokół automatyzacji wytwarzania MAP / 477
- 9.4.2 Integrator Linkage / 479
- 9.4.3 Protokół ATM / 481
- 9.4.4 Protokół TCP/IP / 482
- 9.4.5 Implementacja transmisji w technologiach internetowych — MMS i Java / 483
- Literatura / 485