

Spis treści

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Wprowadzenie</b>                                                         | <b>9</b>   |
| <b>2. Pojęcia podstawowe</b>                                                   | <b>13</b>  |
| 2.1. Definicje robotów                                                         | 14         |
| 2.2. Zastosowania specjalne robotów                                            | 15         |
| 2.3. Robotyka przemysłowa a automatyzacja                                      | 20         |
| 2.4. Klasyfikacja robotów przemysłowych                                        | 21         |
| 2.5. Budowa robotów przemysłowych                                              | 25         |
| 2.6. Parametry robotów przemysłowych                                           | 41         |
| 2.7. Wybrane konstrukcje robotów przemysłowych                                 | 58         |
| 2.7.1. Roboty przegubowe pięcio- i sześćoosiowe                                | 59         |
| 2.7.2. Roboty o budowie równoległej                                            | 63         |
| 2.7.3. Roboty typu SCARA                                                       | 68         |
| 2.7.4. Roboty portalowe                                                        | 70         |
| 2.7.5. Roboty dwuramienne                                                      | 71         |
| 2.7.6. Roboty kolaboracyjne                                                    | 77         |
| 2.8. Układy współrzędnych robotów przemysłowych                                | 82         |
| <b>3. Efektory robotów przemysłowych</b>                                       | <b>88</b>  |
| 3.1. Chwytyki                                                                  | 88         |
| 3.2. Narzędzia robotów                                                         | 99         |
| 3.3. Systemy wymiany narzędzi                                                  | 100        |
| <b>4. Czujniki i układy sensoryczne robotów przemysłowych</b>                  | <b>103</b> |
| 4.1. Czujniki pomiarowe                                                        | 103        |
| 4.2. Systemy wizyjne                                                           | 120        |
| <b>5. Wykorzystanie robotów przemysłowych w wybranych aplikacjach</b>          | <b>134</b> |
| 5.1. Zalety robotyzacji                                                        | 135        |
| 5.2. Zrobotyzowane stanowiska spawalnicze                                      | 136        |
| 5.3. Pakowarki vs. roboty                                                      | 140        |
| 5.4. Nowe rynki dla robotyki                                                   | 142        |
| 5.5. Praca w niebezpiecznych warunkach                                         | 142        |
| 5.6. Stały rozwój robotyzacji                                                  | 145        |
| <b>6. Analiza procesów zrobotyzowanego sortowania, pakowania i paletyzacji</b> | <b>147</b> |
| 6.1. Projektowanie zrobotyzowanego stanowiska do sortowania,                   |            |

|                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| pakowania i paletyzacji produktów                                                          | 149        |
| 6.2. Budowa stanowiska sortowania, pakowania i paletyzacji                                 | 150        |
| 6.2.1. Zrobotyzowane sortowanie produktów                                                  | 152        |
| 6.2.2. Zrobotyzowane pakowanie produktów                                                   | 154        |
| 6.2.3. Zrobotyzowana paletyzacja produktów                                                 | 156        |
| 6.3. Bezpieczeństwo i środowisko pracy na stanowiskach sortowania, pakowania i paletyzacji | 161        |
| 6.4. Przykłady zrobotyzowanych stanowisk pakowania i paletyzacji                           | 164        |
| <b>7. Zrobotyzowane procesy spawania, zgrzewania, cięcia oraz spawania laserowego</b>      | <b>170</b> |
| 7.1. Zrobotyzowane procesy spawania łukowego                                               | 171        |
| 7.2. Zrobotyzowane procesy zgrzewania                                                      | 182        |
| 7.3. Przykłady zrobotyzowanych stanowisk zgrzewalniczych                                   | 194        |
| 7.4. Zrobotyzowane procesy cięcia i spawania laserowego                                    | 198        |
| 7.5. Podsumowanie                                                                          | 209        |
| <b>8. Zrobotyzowana obsługa maszyn</b>                                                     | <b>210</b> |
| 8.1. Zrobotyzowana obsługa centrów obróbczych                                              | 210        |
| 8.2. Zrobotyzowana obsługa stanowisk obróbki plastycznej                                   | 215        |
| <b>9. Zrobotyzowany montaż</b>                                                             | <b>220</b> |
| 9.1. Rodzaje gniazd montażowych                                                            | 224        |
| 9.2. Podsumowanie                                                                          | 229        |
| <b>10. Sterowniki PLC na zrobotyzowanych stanowiskach produkcyjnych</b>                    | <b>231</b> |
| 10.1. Miejsce sterowników PLC w przemyśle                                                  | 232        |
| 10.2. Budowa, działanie i programowanie sterowników PLC                                    | 232        |
| 10.3. Imigracja sterowników do kontrolerów robotów                                         | 235        |
| 10.3.1. Przykłady rozwiązań                                                                | 236        |
| 10.4. Podsumowanie                                                                         | 245        |
| <b>11. Systemy bezpieczeństwa na stanowiskach zrobotyzowanych</b>                          | <b>246</b> |
| 11.1. Bezpieczeństwo maszyn w aspekcie wymagań zawartych w normach                         | 247        |
| 11.2. Kategorie bezpieczeństwa                                                             | 249        |
| 11.3. Bezpieczeństwo w zrobotyzowanej komorze produkcyjnej                                 | 255        |
| 11.4. Systemy bezpieczeństwa a systemy sterowania robotów przemysłowych                    | 259        |
| 11.5. Podsumowanie                                                                         | 265        |
| <b>12. Rynek robotyki, przegląd nowych rozwiązań i trendów</b>                             | <b>266</b> |
| 12.1. Gęstość robotyzacji                                                                  | 269        |
| 12.2. Prognozy rozwoju robotyzacji                                                         | 270        |
| 12.3. Główne czynniki mające wpływ na rozwój robotyzacji                                   | 270        |

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 12.4. Trendy rozwoju robotów przemysłowych                      | 272 |
| 12.4.1. Konstrukcje manipulatorów                               | 272 |
| 12.4.2. Generacje kontrolerów                                   | 276 |
| 12.4.3. Rozwój paneli operatorów - paneli Teach Pendant         | 279 |
| 12.4.4. Rozwój systemów bezpieczeństwa robotów przemysłowych    | 281 |
| 12.4.5. Rozwój środowisk do programowania robotów przemysłowych | 283 |
| 12.4.6. Zintegrowane systemy do szybkiego wdrożenia             | 286 |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| <b>13. Bibliografia</b> | <b>288</b> |
|-------------------------|------------|

oprac. BPK