

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	7
1.1. Wprowadzenie do zagadnienia.....	7
1.2. Cel pracy	8
1.3. Zakres pracy	10
2. AUTOMATYZACJA PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH MONTAŻU.....	13
2.1. Elastyczna automatyzacja wytwarzania	13
2.2. Montowalność połączeń i systemów montażowych.....	15
2.3. Warunki montowalności połączeń na powierzchniach walcowych	18
2.3.1. Charakterystyka połączeń	18
2.3.2. Etap pierwszy łączenia części	19
2.3.3. Etap drugi łączenia części	21
2.4. Warunki montowalności połączeń o powierzchniach płaskich	31
2.5. Warunki montowalności połączeń o powierzchniach gwintowych.....	33
2.6. Błędy zautomatyzowanego systemu montażowego i ich kompensacja.....	36
2.7. Ekonomiczny aspekt zrobotyzowania operacji montażowych	41
2.8. Metody wyznaczania błędów stanowiska montażowego	45
2.9. Podsumowanie	49
3. BADANIE ZDOLNOŚCI JAKOŚCIOWEJ PROCESU POZYCJONOWANIA ROBOTA MONTAŻOWEGO.....	51
3.1. Zastosowanie robotów w montażu maszyn	51
3.2. Zdolność jakościowa procesu pozycjonowania robota	54
3.3. Badania eksperymentalne błędów robota montażowego i zdolności jakościowej procesu pozycjonowania	61
3.3.1. Stanowisko badawcze	61
3.3.2. Błąd powtarzalności pozycjonowania w wybranych punktach przestrzeni roboczej	66
3.3.3. Wpływ prędkości efektora robota na zdolność jakościową procesu pozycjonowania	72
3.3.4. Wpływ wyposażenia robota na zdolność jakościową procesu pozycjonowania	80
3.3.5. Błąd powtarzalności pozycjonowania robota przy montażu części o powierzchniach walcowych i gwintowych	88
3.3.6. Błąd powtarzalności pozycjonowania robota przy montażu części o powierzchniach płaskich	93
3.4. Podsumowanie	102

4. MODELOWANIE BŁĘDU POWTARZALNOŚCI POZYCJONOWANIA ROBOTA.....	105
4.1. Charakterystyka metod modelowania błędu robota	105
4.2. Błąd robota wywołany błędami ustawienia współrzędnych konfiguracyjnych.....	107
4.2.1. Modelowanie błędu robota	107
4.2.2. Wyznaczenie kinematyki prostej robotów.....	116
4.2.3. Wyznaczenie parametrów rozkładów zmiennych losowych błędu ustawienia współrzędnych konfiguracyjnych	120
4.2.4. Weryfikacja statystyczna modelu	123
4.3. Modelowanie błędów robota z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych.....	130
4.4. Modelowanie całkowitego błędu powtarzalności pozycjonowania robota ..	137
4.5. Błędy robota wywołane zmianą temperatury	141
4.5.1. Modelowanie błędów.....	141
4.5.2. Weryfikacja modelu.....	148
4.6. Podsumowanie	151
5. MONTOWALNOŚĆ CZĘŚCI MASZYN O TYPOWYCH POWIERZCHNIACH	153
5.1. Błąd odległości między osiami łączonych części.....	153
5.2. Montaż części o powierzchniach walcowych i gwintowych.....	156
5.2.1. Wyznaczanie minimalnego poziomu montowalności połączeń.....	156
5.2.2. Szczególne przypadki montażu części o powierzchniach walcowych.....	165
5.2.3. Prawdopodobieństwo połączenia części o powierzchniach cylindrycznych.....	176
5.3. Prawdopodobieństwo połączenia części o powierzchniach płaskich	181
5.4. Podsumowanie	187
6. METODY ZWIĘKSZANIA POZIOMU MONTOWALNOŚCI ZROBOTYZOWANYCH STANOWISK MONTAŻOWYCH.....	189
6.1. Zwiększenie poziomu montowalności przez odpowiednią orientację chwytaka	189
6.2. Zwiększenie poziomu montowalności przez wyznaczenie optymalnego miejsca w przestrzeni roboczej stanowiska.....	197
6.2.1. Zagadnienie optymalizacji jednokryterialnej	197
6.2.2. Zagadnienie optymalizacji wielokryterialnej	203
6.3. Zapewnienie poziomu montowalności stanowiska montażowego przez dobór oprzyrządowania	206
6.4. Podsumowanie	211

7. WPLYW BŁĘDÓW SYSTEMU MONTAŻOWEGO NA MONTOWALNOŚĆ POŁĄCZEŃ ZGRZEWANYCH TARCIOWO Z PRZEMIESZANIEM	213
7.1. Punktowe zgrzewanie tarciove z przemieszaniem – z wypełnieniem krateru (RFSSW)	213
7.1.1. Opis technologii	213
7.1.2. Wpływ błędów ustawienia parametrów procesu na nośność po- łączeń	217
7.1.3. Optymalizacja wielokryterialna procesu zgrzewania	223
7.2. Liniowe zgrzewanie tarciove z przemieszaniem	226
7.2.1. Opis technologii	226
7.2.2. Badania eksperymentalne	228
7.2.3. Wpływ błędu zagłębienia narzędzia na nośność połączenia	233
7.3. Podsumowanie	238
8. ZAKOŃCZENIE	241
8.1. Wnioski końcowe	241
8.2. Kierunki dalszych badań	245
LITERATURA	247
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH SKRÓTÓW I OZNACZEŃ	259
SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ	265
STRESZCZENIE	269
ABSTRACT	271