

# Spis treści

Wprowadzenie .....	9
<b>1. Budowa obrabiarek sterowanych numerycznie.....</b>	<b>11</b>
1.1. Charakterystyka obrabiarek sterowanych numerycznie .....	11
1.2. Struktura sterowania numerycznego obrabiarek.....	15
1.3. Osie sterowane numerycznie.....	18
1.4. Odmiany konstrukcyjne obrabiarek sterowanych numerycznie .....	21
1.4.1. Tokarki NC.....	21
1.4.2. Frezarki NC.....	25
1.4.3. Centra obróbkowe .....	28
1.4.4. Szlifierki NC .....	31
1.4.5. Rekonfigurowalność obrabiarek.....	32
1.4.6. Inne obrabiarki sterowane numerycznie.....	33
1.5. Punkty charakterystyczne obrabiarki .....	35
1.6. Układy sterowania numerycznego CNC.....	37
1.7. Korpusy i prowadnice .....	42
1.8. Zespoły napędowe.....	48
1.9. Układy pomiaru położenia i przemieszczenia .....	59
1.10. Urządzenia do wymiany narzędzi .....	66
1.11. Elementy oceny jakości obrabiarki.....	69
1.11.1. Elementy bezpośrednio związane z konstrukcją obrabiarki.....	70
1.11.2. Zintegrowane systemy wspomagające wytwarzania.....	73
<b>2. Podstawy technologii obróbki .....</b>	<b>80</b>
2.1. Podstawy rysunku technicznego.....	80
2.1.1. Rzutowanie.....	80
2.1.2. Zasady wymiarowania.....	84
2.1.3. Tolerancje wymiarów .....	87
2.1.4. Oznaczanie chropowatości .....	90
2.1.5. Oznaczenia tolerancji kształtu i położenia .....	92
2.2. Matematyczne podstawy opisu geometrycznego.....	94
2.3. Dokumentacja techniczna .....	99
2.4. Ustalanie baz obróbkowych .....	109
2.5. Podstawowe metody obróbki skrawaniem .....	110
2.5.1. Toczenie .....	110
2.5.2. Frezowanie .....	118

2.5.3. Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie .....	124
<b>2.6. Narzędzia skrawające.....</b>	<b>126</b>
2.6.1. Budowa narzędzi skrawających .....	126
2.6.2. Fizykalne podstawy skrawania.....	127
2.6.3. Geometria ostrza i jej wpływ na obróbkę.....	129
2.6.4. Materiały narzędziowe .....	135
2.6.5. Oznaczenia kodowe narzędzi skrawających wg ISO .....	137
2.6.6. Dobór narzędzi obróbkowych i parametrów skrawania z wykorzystaniem programu CoroGuide 2.0.....	150
2.6.7. Inne programy do doboru narzędzi obróbkowych i parametrów skrawania .....	162
<b>3. Podstawy programowania obrabiarek CNC.....</b>	<b>164</b>
<b>3.1. Komputerowe sterowanie numeryczne.....</b>	<b>164</b>
<b>3.2. Czynności składające się na tworzenie programu         sterującego.....</b>	<b>168</b>
<b>3.3. Metody programowania obrabiarek CNC .....</b>	<b>169</b>
3.3.1. Programowanie ręczne (bezpośrednie).....	170
3.3.2. Programowanie automatyczne.....	171
3.3.3. Programowanie dialogowe .....	174
<b>3.4. Podstawy programowania ręcznego układów CNC</b>	
<b>Sinumerik na bazie kodu ISO .....</b>	<b>175</b>
3.4.1. Struktura programu sterującego .....	176
3.4.2. Podprogramy .....	184
3.4.3. Deklaracja sposobu wymiarowania .....	186
3.4.4. Programowanie funkcji ruchu .....	203
3.4.5. Programowanie obróbki gwintów .....	227
3.4.6. Programowanie funkcji związanych z układami współrzędnych i ich transformacjami.....	232
3.4.7. Inne funkcje przygotowawcze.....	238
3.4.8. Programowanie funkcji związanych z narzędziem i jego wymiarami.....	241
3.4.9. Programowanie parametryczne .....	252
3.4.10. Programowanie funkcji technologicznych .....	252
3.4.11. Programowanie funkcji pomocniczych .....	253
3.4.12. Programowanie cykli obróbkowych.....	254
3.4.13. Cykle obróbki wiertarskiej .....	257
3.4.14. Cykle obróbki frezarskiej .....	272
3.4.15. Cykle obróbki tokarskiej .....	290

3.4.16. Skrócony opis podstawowych funkcji programowania układów CNC FANUC (seria 16i/18i/160i/180i-MB) .....	299
3.4.17. Skrócony opis podstawowych funkcji programowania układów CNC HEIDENHAIN (iTNC 530) .....	308
3.4.18. Skrócony opis podstawowych funkcji programowania układów CNC PRONUM (630T, 640FC).....	316
<b>4. Przygotowanie do obróbki oraz diagnostyka procesu skrawania.....</b>	<b>327</b>
<b>4.1. Podstawowe czynności obsługowe układu sterowania.....</b>	<b>327</b>
4.1.1. Charakterystyka pulpitu układu sterowania .....	327
4.1.2. Wprowadzanie i wyprowadzanie danych w układach CNC .....	328
4.1.3. Symulacja obróbki.....	331
<b>4.2. Uzbrojenie obrabiarki.....</b>	<b>333</b>
4.2.1. Uchwyty narzędziowe .....	333
4.2.2. Uchwyty przedmiotowe .....	341
4.2.3. Stoły obrotowe i urządzenia podziałowe sterowane numerycznie .....	348
<b>4.3. Przykład określania punktu zerowego przedmiotu obrabianego .....</b>	<b>350</b>
<b>4.4. Metody określania wymiarów narzędzia .....</b>	<b>354</b>
<b>4.5. Zużycie i uszkodzenie narzędzi.....</b>	<b>359</b>
<b>4.6. Diagnostyka obrabiarki.....</b>	<b>362</b>
<b>4.6. Metody pomiaru przedmiotu obrabianego.....</b>	<b>364</b>
4.6.1. Pomiary w trakcie obróbki .....	364
4.6.2. Pomiary z wykorzystaniem sondy pomiarowej.....	364
4.6.3. Pomiary z wykorzystaniem czujnika krawędziowego.....	366
4.6.4. Podstawowe przyrządy miernictwa warsztatowego .....	368
<b>SYMBOLE STOSOWANE W STEROWANIU NUMERYCZNYM OBRABIAREK .....</b>	<b>371</b>
<b>TŁUMACZENIA PODSTAWOWYCH ZWROTÓW I POJĘĆ .....</b>	<b>376</b>
<b>Szybkie wyszukiwanie funkcji dla układów CNC SINUMERIK .....</b>	<b>381</b>
Funkcje przygotowawcze .....	381
Funkcje technologiczne .....	385
Funkcje pomocnicze.....	386
<b>LITERATURA .....</b>	<b>387</b>
Wykaz wykorzystanych norm: .....	390