

Spis treści

Wprowadzenie	9
1. Budowa obrabiarek sterowanych numerycznie.....	11
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
2. Podstawy technologii obróbki	80
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
2.6. Narzędzia skrawające.....	126
2.6.1. Budowa narzędzi skrawających	126
2.6.2. Fizyczne 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
3. Podstawy programowania obrabiarek CNC.....	164
3.1. Komputerowe sterowanie numeryczne.....	164
3.2. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego.....	168
3.3. Metody programowania obrabiarek CNC	169
3.3.1. Programowanie ręczne (bezpośrednie).....	170
3.3.2. Programowanie automatyczne.....	171
3.3.3. Programowanie dialogowe	174
3.4. Podstawy programowania ręcznego układów CNC	
Sinumerik na bazie kodu ISO.....	175
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

4. Przygotowanie do obróbki oraz diagnostyka procesu

skrawania.....	327
-----------------------	------------

4.1. Podstawowe czynności obsługowe układu sterowania.....	327
---	------------

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
-------------------------------	-----

4.2. Uzbrojenie obrabiarki.....	333
--	------------

4.2.1. Uchwyty narzędziowe	333
----------------------------------	-----

4.2.2. Uchwyty przedmiotowe	341
-----------------------------------	-----

4.2.3. Stoły obrotowe i urządzenia podziałowe sterowane numerycznie	348
---	-----

4.3. Przykład określania punktu zerowego przedmiotu obrabianego	350
--	------------

4.4. Metody określania wymiarów narzędzia	354
--	------------

4.5. Zużycie i uszkodzenie narzędzi.....	359
---	------------

4.6. Diagnostyka obrabiarki.....	362
---	------------

4.6. Metody pomiaru przedmiotu obrabianego.....	364
--	------------

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
--	-----

SYMBOLE STOSOWANE W STEROWANIU

NUMERYCZNYM OBRABIAREK	371
-------------------------------------	------------

TŁUMACZENIA PODSTAWOWYCH ZWROTÓW I POJĘĆ	376
---	------------

Szybkie wyszukiwanie funkcji dla układów CNC SINUMERIK	381
---	------------

Funkcje przygotowawcze.....	381
-----------------------------	-----

Funkcje technologiczne.....	385
-----------------------------	-----

Funkcje pomocnicze.....	386
-------------------------	-----

LITERATURA	387
-------------------------	------------

Wykaz wykorzystanych norm:	390
----------------------------------	-----