

# Spis treści

<b>Wykaz akronimów .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Wstęp .....</b>	<b>11</b>
<b>2. CNC – komputerowe sterowanie numeryczne .....</b>	<b>14</b>
2.1. Definicja i cechy układu sterowania CNC .....	14
2.2. Budowa i funkcje układu CNC .....	16
2.3. Sposoby wprowadzania danych/programu sterującego do układu CNC .....	18
<b>3. Metody programowania obrabiarek NC/CNC .....</b>	<b>20</b>
3.1. Definicja i klasyfikacja metod programowania .....	20
3.2. Programowanie ręczne i wspomagane komputerowo .....	24
3.3. Programowanie CNC Manual .....	27
3.4. Programowanie automatyczne (maszynowe) .....	30
3.5. Programowanie zorientowane warsztatowo (WOP) .....	33
3.6. Programowanie interaktywne (w systemie CAD/CAM) .....	34
<b>4. Rodzaje układów sterowania obrabiarek NC/CNC .....</b>	<b>38</b>
4.1. Sterowanie punktowe .....	38
4.2. Sterowanie odcinkowe .....	39
4.3. Sterowanie kształtowe (ciągłe) .....	40
<b>5. Wyposażenie obrabiarek sterowanych numerycznie .....</b>	<b>44</b>
5.1. Wyposażenie tokarek i centrów tokarskich .....	45
5.1.1. Ustalanie i mocowanie przedmiotów obrabianych .....	45

## 6 Spis treści

5.1.2.	Mocowanie narzędzi .....	47
5.1.3.	Systemy narzędziowe do centrów tokarskich .....	51
5.2.	Wyposażenie frezarsko-wytaczarskich centrów obróbkowych .....	55
5.2.1.	Elementy mocujące narzędzia .....	55
5.2.2.	Narzędzia .....	56
5.2.3.	Elementy ustalające i mocujące przedmiot obrabiany na frezarkach i centrach obróbkowych CNC .....	60
5.3.	Narzędzia do obróbki form i matryc .....	65
5.4.	Narzędzia wielofunkcyjne do obróbki kompletnej .....	70

## 6. Programowanie obróbki na obrabiarkach CNC ..... 73

6.1.	Struktura programów sterujących .....	73
6.1.1.	Struktura budowy programu NC .....	73
6.1.2.	Definicje słów programu sterującego .....	74
6.2.	Układy współrzędnych maszyny i przedmiotu obrabianego .....	81

## 7. Programowanie układów CNC ..... 86

7.1.	Technika pomiarowa w obrabiarkach CNC .....	86
7.1.1.	Pomiar, ustawianie i zapamiętywanie wymiarów narzędzi .....	86
7.1.2.	Transmisja sygnałów w systemie układ CNC–sonda pomiarowa .....	90
7.1.3.	Programowanie i symulacja pracy sondy pomiarowej .....	93
7.2.	Programowanie obszaru bezpiecznego .....	94
7.3.	Cykle ustalone .....	95
7.4.	Korekcja narzędzia .....	100
7.4.1.	Korekcja narzędzia tokarskiego .....	101
7.4.2.	Korekcja narzędzia frezarskiego .....	102
7.5.	Podprogramy .....	105
7.6.	Programowanie parametryczne .....	108
7.6.1.	Edycja instrukcji parametrycznych .....	108
7.6.2.	Tworzenie sparametryzowanego programu dla nowej części .....	110

## 8. Programowanie wspomagane komputerem zewnętrznym .. 113

8.1.	Wiadomości wstępne .....	113
8.2.	Język KSP .....	113
8.3.	Język GTJ .....	115
8.4.	Język CNC Manual .....	117

## 9. Programowanie ręczne wspomagane komputerowo ..... 121

9.1.	Toczenie .....	121
9.2.	Przykład .....	132

## 10. Automatyczny system programowania tokarek ..... 137

10.1.	Charakterystyka systemu KSPT/WIN .....	137
10.2.	Przykład .....	145

<b>11. Automatyczny system programowania frezarek .....</b>	<b>147</b>
11.1. Charakterystyka systemu KSPF/WIN .....	147
11.2. Przykład .....	152
<b>12. System GTJ-2010 do projektowania obróbki toczeniem ....</b>	<b>156</b>
12.1. Projektowanie kształtu wyrobu i półfabrykatu .....	157
12.2. Projektowanie obróbki zgrubnej .....	158
12.3. Projektowanie obróbki kształtującej i wykańczającej .....	158
12.4. Projektowanie obróbki narzędziami kształtowymi i obrotowymi .....	163
12.5. Zastosowanie dodatkowych poleceń i opcji .....	163
<b>13. System GTJ-2010 do projektowania obróbki otworów i frezowania .....</b>	<b>166</b>
13.1. Projektowanie obróbki otworów .....	168
13.2. Projektowanie frezowania .....	171
13.3. Porządkowanie zabiegów wraz z ustaleniem ich kolejności .....	172
13.4. Sprawdzanie oraz symulowanie przebiegu obróbki .....	173
<b>14. System GTJ-2010 do projektowania obróbki wycinania elektroerozyjnego .....</b>	<b>176</b>
14.1. Budowa modelu wycinanego elementu .....	177
14.2. Projektowanie wycinania .....	180
14.3. Sprawdzanie oraz symulowanie przebiegu wycinania .....	181
<b>15. Interaktywny system programowania Mastercam X4 .....</b>	<b>183</b>
15.1. Obsługa i stałe funkcje systemu Mastercam .....	184
15.1.1. Podstawowe polecenia obsługi programu .....	186
15.1.2. Opcje konfiguracyjne programu .....	189
15.2. Budowa i podstawowe funkcje poleceń definiowania przedmiotu obrabianego .....	189
15.2.1. Podstawowe funkcje rysunkowe 2D i 3D .....	189
15.2.2. Funkcje informacji i edycji rysowanych elementów .....	194
15.2.3. Widoki i rzutnie .....	195
15.2.4. Opcje transformacji rysunku .....	198
15.2.5. Skróty klawiszowe .....	198
15.3. Budowa i podstawowe funkcje modułu CAM systemu Mastercam .....	200
15.3.1. Opcje menu <i>Lathe-Toolpaths</i> .....	201
15.3.2. Opcje menu <i>Mill-Toolpaths</i> .....	205
15.4. Definiowanie geometrii przedmiotu obrabianego dla potrzeb frezowania – <i>Mill</i> .....	210
15.5. Przykład programowania w interaktywnym systemie CAD/CAM Mastercam X4 .....	216
15.5.1. Konwersja rysunków z systemów CAD na potrzeby programu Mastercam X4 .....	217
15.5.2. Definiowanie parametrów technologicznych .....	218
15.5.3. Obróbka powierzchni czołowych .....	220

## 8 Spis treści

15.5.4. Obróbka kształtująca .....	221
15.5.5. Wykonanie podcięcia w zamocowaniu I .....	224
15.5.6. Obróbka wykańczająca .....	228
15.5.7. Nacinanie gwintu metrycznego w zamocowaniu I .....	230
15.5.8. Frezowanie rowka wpustowego na tokarce CNC wyposażonej w napędzane narzędzia .....	233
15.5.9. Transformacja zabiegów obróbkowych .....	235
15.5.10. Programowanie wrzeciona przechwytyjącego .....	237
15.5.11. Obróbka powierzchni czołowych w zamocowaniu II .....	239
15.5.12. Obróbka kształtująca w zamocowaniu II .....	242
15.5.13. Obróbka wykańczająca w zamocowaniu II .....	245
15.5.14. Wykonanie podcięć w zamocowaniu II .....	245
15.5.15. Nacinanie gwintu metrycznego w zamocowaniu II .....	248
15.5.16. Frezowanie rowka wpustowego na tokarce CNC w zamocowaniu II .....	249
15.5.17. Weryfikacja oraz symulacja programu sterującego .....	252
<b>Literatura .....</b>	<b>254</b>
<b>Skorowidz .....</b>	<b>257</b>