

Spis treści

Wykaz akronimów	9
Wstęp	11
Rozdział 1. CNC - komputerowe sterowanie numeryczne	15
1.1. Definicja i cechy układu sterowania CNC	15
1.2. Budowa i funkcje układu CNC	17
1.3. Sposoby wprowadzania danych/programu sterującego do układu CNC	19
Rozdział 2. Metody programowania obrabiarek NC/CNC	21
2.1. Definicja i klasyfikacja metod programowania	21
2.2. Programowanie ręczne i wspomagane komputerowo	25
2.3. Programowanie CNC Manual	27
2.4. Programowanie automatyczne (maszynowe)	31
2.5. Programowanie zorientowane warsztatowo (WOP)	33
2.6. Programowanie interaktywne (w systemie CAD/CAM)	34
Rozdział 3. Rodzaje układów sterowania obrabiarek NC/CNC	39
3.1. Sterowanie punktowe	39
3.2. Sterowanie odcinkowe	40
3.3. Sterowanie kształtowe (ciągłe)	40
Rozdział 4. Wyposażenie obrabiarek sterowanych numerycznie	45
4.1. Wyposażenie tokarek i centrów tokarskich	46
4.1.1. Ustalanie i mocowanie przedmiotów obrabianych	46
4.1.2. Mocowanie narzędzi	47
4.1.3. Systemy narzędziowe do centrów tokarskich	50
4.2. Wyposażenie frezarsko-wytaczarskich centrów obróbkowych	55
4.2.1. Elementy mocujące narzędzia	55
4.2.2. Narzędzia	56
4.2.3. Elementy ustalające i mocujące przedmiot obrabiany na frezarkach i centrach obróbkowych CNC	60
4.3. Narzędzia do obróbki form i matryc	64
4.4. Narzędzia wielofunkcyjne do obróbki kompletnej	68
Rozdział 5. Programowanie obróbki na obrabiarkach CNC	71
5.1. Struktura programów sterujących	71

5.1.1.	Struktura budowy programu NC	71
5.1.2.	Definicje słów programu sterującego.	72
5.2.	Układy współrzędnych maszyny i przedmiotu obrabianego.	78
Rozdział 6. Programowanie układów CNC		83
6.1.	Technika pomiarowa w obrabiarkach CNC	83
6.1.1.	Pomiar, ustawianie i zapamiętywanie wymiarów narzędzi.	83
6.1.2.	Zasady pomiarów za pomocą sondy pomiarowej.	86
6.1.3.	Programowanie i symulacja pracy sondy pomiarowej.	88
6.2.	Programowanie obszaru bezpiecznego.	89
6.3.	Cykle ustalone.	90
6.4.	Korekcja narzędzia	95
6.4.1.	Korekcja narzędzia tokarskiego.	96
6.4.2.	Korekcja narzędzia frezarskiego.	97
6.5.	Podprogramy.	99
6.6.	Programowanie parametryczne.	102
6.6.1.	Edycja instrukcji parametrycznych.	102
6.6.2.	Tworzenie sparametryzowanego programu dla nowej części	104
Rozdział 7. Techniki wspomagania programowania		
obrobiarek CNC		107
7.1.	Zastosowanie symulacji i wizualizacji	107
7.2.	Zastosowanie technik wirtualnej rzeczywistości (VR).	109
7.3.	Zastosowanie inżynierii odwrotnej.	114
Rozdział 8. Zastosowanie współrzędnościowych systemów		
pomiarowych		117
8.1.	Stykowe i bezstykowe głowice pomiarowe.	117
8.2.	Zasady integracji z układem sterowania CNC.	119
8.3.	Monitorowanie i diagnostyka.	122
8.4.	Koncepcja inteligentnej obrabiarki.	124
Rozdział 9. Programowanie obróbki wieloosiowej		129
9.1.	Programowanie obróbki 5-osiowej.	129
9.2.	Programowanie obróbki symultanicznej.	131
9.3.	Obróbka wirnika typu <i>blisk</i>	134
Rozdział 10. Zaawansowany system programowania obrabiarek		
- CAM Express		137
10.1.	Budowa i podstawowe funkcje programu CAM Express	138
10.1.1.	Interfejs graficzny w systemie CAM Express	138
10.1.2.	Podstawowe polecenia obsługi systemu CAM Express	140
10.1.3.	Importowanie modeli CAD.	142
10.1.4.	Definiowanie geometrii przedmiotu obrabianego.	144
10.1.5.	Podstawowe funkcje rysowania.	144
10.1.6.	Definiowanie narzędzi.	148

10.2. Podstawowe funkcje obróbkowe środowiska CAM.	149
10.2.1. Operacje przystosowane do wiercenia	151
10.2.2. Operacje przystosowane do frezowania płaszczyzn	151
10.2.3. Operacje przystosowane do frezowania powierzchni kształtowych	153
10.2.4. Operacje przystosowane do toczenia	154
10.2.5. Funkcje nawigatora operacji.	155
10.2.6. Parametry technologiczne.	156
10.3. Symulacja obróbki i generowanie kodu NC.	157
10.3.1. Analiza i symulacja obróbki	157
10.3.2. Generowanie kodu NC.	159
10.3.3. Dokumentacja technologiczna	160
10.4. Przykład programowania frezowania w systemie CAM Express.	160
10.4.1. Zdefiniowanie części obrabianej i półfabrykatu	161
10.4.2. Modyfikacja MSC przedmiotu obrabianego.	162
10.4.3. Tworzenie katalogów programu	163
10.4.4. Definiowanie narzędzi skrawających.	164
10.4.5. Obróbka kołnierza I - program 1.	166
10.4.6. Obróbka kołnierza II - program 2	181
10.4.7. Obróbka kołnierza III - program 3.	185
10.4.8. Symulacja programu sterującego.	189
10.5. Przykład programowania toczenia w systemie CAM Express.	190
10.5.1. Definiowanie części obrabianej i półfabrykatu.	191
10.5.2. Definiowanie pozostałych poleceń początkowych.	192
10.5.3. Obróbka tulei - Program 4.	193
10.5.4. Symulacja programu sterującego.	205
 Rozdział 11. Interaktywny system programowania	
Mastercam 2019.	207
11.1. Obsługa i stałe funkcje systemu Mastercam.	208
11.1.1. Podstawowe polecenia obsługi programu.	209
11.2. Budowa i podstawowe funkcje komend definiowania przedmiotu obrabianego.	212
11.2.1. Podstawowe funkcje rysunkowe 2D i 3D.	212
11.2.2. Funkcje informacji i opisu technicznego rysowanych elementów.	214
11.2.3. Widoki i rzutnie.	215
11.2.4. Opcje transformacji rysunku.	216
11.2.5. Skróty klawiszowe.	217
11.3. Budowa i podstawowe funkcje modułu CAM systemu Mastercam.	218
11.3.1. Opcje menu <i>Turning</i>	218
11.3.2. Opcje menu <i>Milling</i>	223
11.4. Definiowanie geometrii przedmiotu obrabianego dla potrzeb frezowania - <i>Mili</i>	226
11.5. Przykład programowania toczenia w interaktywnym systemie CAD/CAM Mastercam 2019.	227

11.5.1. Konwersja rysunków z systemów CAD na potrzeby programu Mastercam 2019.	228
11.5.2. Definiowanie parametrów technologicznych.	230
11.5.3. Obróbka powierzchni czołowych.	230
11.5.4. Obróbka kształtująca.	232
11.5.5. Wykonanie podcięcia w zamocowaniu I.	235
11.5.6. Obróbka wykańczająca.	239
11.5.7. Nacinanie gwintu metrycznego w zamocowaniu I.	241
11.5.8. Frezowanie rowka wpustowego na tokarce CNC wyposażonej w napędzane narzędzia.	243
11.5.9. Transformacja zabiegów obróbkowych.	246
11.5.10. Programowanie wrzeciona przechwytyującego.	248
11.5.11. Obróbka powierzchni czołowych w zamocowaniu II.	250
11.5.12. Obróbka kształtująca w zamocowaniu II.	253
11.5.13. Obróbka wykańczająca w zamocowaniu II.	255
11.5.14. Wykonanie podcięć w zamocowaniu II.	256
11.5.15. Nacinanie gwintu metrycznego w zamocowaniu II.	259
11.5.16. Frezowanie rowka wpustowego na tokarce CNC w zamocowaniu II.	260
11.5.17. Weryfikacja oraz symulacja programu sterującego.	263
11.6. Przykład programowania frezowania w interaktywnym systemie CAD/CAM Mastercam 2019.	264
11.6.1. Import modelu CAD do systemu Mastercam 2019.	264
11.6.2. Definiowanie danych technologicznych frezowania.	267
11.6.3. Frezowanie powierzchni czołowej.	267
11.6.4. Frezowanie rowka dwustopniowego.	272
11.6.5. Frezowanie kieszeni.	276
11.6.6. Wiercenie otworów na powierzchni czołowej.	277
11.6.7. Fazowanie krawędzi.	279
11.6.8. Frezowanie płaszczyzny usytuowanej pod kątem do płaszczyzny podstawy.	282
11.6.9. Wiercenie grupy otworów pod gwint.	284
11.6.10. Fazowanie grupy otworów pod gwint.	287
11.6.11. Gwintowanie grupy otworów.	289
11.6.12. Frezowanie rowka prostokątnego.	290
11.6.13. Cyrkularne frezowanie otworów.	292
11.6.14. Fazowanie otworów.	294
11.6.15. Weryfikacja oraz symulacja programu sterującego NC dla frezarki pięcioosiowej.	296
Literatura.	299