



Spis treści

Od Autorów	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów	13
Ważniejsze oznaczenia	13
Skróty	16
Rozdział 1	
Ogólna charakterystyka kształtowania ubytkowego	21
1.1. Klasyfikacja procesów obróbki ubytkowej	21
1.2. Rola obróbki ubytkowej we współczesnych procesach wytwórczych	24
1.3. Tworzenie jakości technologicznej w procesach obróbki ubytkowej	27
1.4. Przyszłościowa wizja obróbki ubytkowej	31
Literatura	34
Rozdział 2	
Fizyczne aspekty procesu obróbki ubytkowej	35
2.1. Zjawiska fizyczne w strefie obróbki	35
2.2. Mechanizmy odkształcenia materiału	39
2.3. Charakterystyka oddziaływań termicznych	42
2.4. Drgania w procesie obróbki	44
2.5. Warunki usuwania materiału w obróbce hybrydowej	47
Literatura	49
Rozdział 3	
Techniki modelowania procesu obróbki ubytkowej	51
3.1. Klasyfikacja technik modelowania procesu	51
3.2. Techniki modelowania procesu	51
3.2.1. Cele i zakres badań symulacyjnych	51
3.2.2. Symulacja metodą elementów skończonych (FEM)	53
3.2.3. Symulacja metodą różnic skończonych	55
3.2.4. Symulacja metodą modelowania wieloskalowego	56
3.3. Modele procesów obróbki niekonwencjonalnej	57
Literatura	62
Rozdział 4	
Modele procesów obróbki ubytkowej	63
4.1. Klasyfikacja modeli procesu	63

4.2. Konstytutywne modele materiałowe	64
4.3. Modele empiryczne	67
4.4. Modele analityczne	71
4.5. Modele symulacyjne	72
4.6. Modele wykorzystujące sztuczną inteligencję	74
4.7. Modele wirtualne	77
Literatura	80

Rozdział 5

Techniki przetwarzania sygnałów pomiarowych	81
5.1. Zasada generowania sygnałów pomiarowych	81
5.2. Techniki filtracji sygnałów pomiarowych	86
5.3. Analiza składowych profilu i powierzchni	96
5.3.1. Funkcja autokorelacji	96
5.3.2. Funkcja widmowej gęstości mocy	99
5.3.3. Krótkookresowa transformata Fouriera	105
5.4. Przekształcenia falkowe	106
5.4.1. Ciągła transformata falkowa profilu	107
5.4.2. Dyskretna transformata falkowa	109
5.4.3. Analiza falkowa profilu powierzchni	111
5.4.3. Analiza falkowa danych przestrzennych powierzchni	114
5.5. Krzywa udziału materiału i przekształcenie fraktalne	116
5.5.1. Krzywa udziału materiału	116
5.6. Przekształcenia morfologiczne	122
5.7. Metody analizy powierzchni oparte o ich właściwości	126
5.7.1. Analiza częstotliwości przestrzennych chwilowych	126
5.7.2. Analiza PCA i składowe główne danych przestrzennych	128
Literatura	130
Normy:	132

Rozdział 6

Charakterystyka profilu i topografii powierzchni	135
6.1. Charakterystyka mikrogeometrii i mikrostereometrii powierzchni	135
6.2. Normalizacja charakterystyki profilu i topografii powierzchni	138
6.3. Standaryzowane parametry profilu powierzchni (2D)	140
6.4. Standaryzowane parametry topografii powierzchni (3D)	145
6.5. Niestandaryzowane parametry powierzchni	149
6.5.1. Parametry częstotliwościowe	149
6.5.2. Parametry fraktalne	152
6.5.3. Parametry falkowe	155
6.6. Inne charakterystyki powierzchni obrobionej	156
6.7. Prognozowanie charakterystyk powierzchni obrobionej	163
Literatura	167
Normy:	169

Rozdział 7

Pomiary profilu i topografii powierzchni obrobionej	171
7.1. Metody stykowe	172
7.2. Metody bezstykowe	174
7.3. Przegląd konstrukcji profilometrów i profilografometrów	176
7.4. Integracja pomiarów kształtu i powierzchni	181

7.5. Zastosowania pomiarów powierzchni w przemyśle	182
Literatura	183
Rozdział 8 _____	
Oprogramowanie pomiarowe	185
8.1. Rozwój oprogramowania pomiarowego	185
8.2. Pakiety oprogramowania pomiarowego	186
8.3. Charakterystyka programu Mountains Map	187
8.3.1. Struktura programu	189
8.3.2. Dostępne moduły pomiarowe	196
8.3.3. Zasady generowania topografii powierzchni	198
8.3.4. Zasady filtracji sygnałów pomiarowych	214
8.4. Praktyczne wskazówki użytkowania oprogramowania pomiarowego	214
Literatura	214
Rozdział 9 _____	
Modele powierzchni obrobionej w obróbce wiórowej i ścierniej	215
9.1. Modele empiryczne	215
9.2. Modele stereometryczno-kinematyczne	217
9.3. Modele uwzględniające oddziaływania fizyczne i tribologiczne	220
9.4. Modele stosujące sieci neuronowe (ANNs) i analizę wariancji	224
9.5. Modele wirtualne	227
Literatura	229
Rozdział 10 _____	
Modele powierzchni obrobionej w procesach obróbki niekonwencjonalnej i hybrydowej	231
10.1. Obróbka EDM	231
10.2. Obróbka ECM	235
10.3. Obróbka hybrydowa wspomagana	239
10.4. Obróbka hybrydowa łączona	243
10.5. Obróbka z kontrolowanymi mechanizmami procesów składowych	244
Literatura	246
Rozdział 11 _____	
Modele powierzchni obrobionej w procesach mikro- i nanoobróbki	249
11.1. Mikroobróbka	249
11.2. Nanoobróbka	256
11.3. Wytwarzanie powierzchni o zadanej stereometrii	261
Literatura	263
Rozdział 12 _____	
Technologiczna warstwa wierzchnia	265
12.1. Strukturalne modele budowy warstwy wierzchniej	265
12.2. Mikrogeometria powierzchni	267
12.3. Fizyczne właściwości warstwy wierzchniej	268
12.4. Rola warstwy wierzchniej w funkcjonalności powierzchni	273
Literatura	275

Rozdział 13

Kształtowanie powierzchni o zadanych właściwościach funkcjonalnych	277
13.1. Związki charakterystyk topografii powierzchni z jej funkcjonalnością	277
13.2. Przykłady kształtowania powierzchni o zadanej funkcjonalności	287
13.2.1. Obróbka materiałów utwardzonych	287
13.2.2. Obróbka stopów lekkich	292
13.2.3. Obróbka trudnoskrawalnych stopów lotniczych	295
13.2.4. Obróbka materiałów kompozytowych	296
13.3. Kontrolowanie przebiegu procesu technologicznego obróbki	298
13.3.1. Systemy monitorujące proces skrawania	298
13.3.2. Zastosowanie analizy fraktalnej i falkowej	301
13.3.3. Pomiar sygnału AE i kontrola drgań samowzbudnych	305
13.4. Trendy rozwojowe w wytwarzaniu powierzchni o zdefiniowanej funkcjonalności	310
Literatura	314

Rozdział 14

Atlas wybranych powierzchni kształtowanych w obróbce ubytkowej	317
14.1. Powierzchnie toczone	317
14.2. Powierzchnie frezowane	318
14.3. Powierzchnie szlifowane	320
14.4. Powierzchnie po wykańczającej obróbce ścierniej	321
14.5. Powierzchnie po obróbce elektroerozyjnej (EDM)	325
14.6. Powierzchnie po obróbce elektrochemicznej (ECM)	326
14.7. Powierzchnie po obróbce hybrydowej	327
Literatura	330