

Spis treści

Od Autora XI

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów XIII

Ważniejsze oznaczenia XIII

Skróty XIX

Wykaz norm wykorzystanych w książce XXI

1. Ogólna charakterystyka procesu skrawania 1

1.1. Klasyfikacja procesów obróbki ubytkowej 1

1.2. Rola obróbki skrawaniem we współczesnym wytwarzaniu 4

1.3. Kinematyka procesu i parametry skrawania 10

1.4. Geometryczna charakterystyka ostrza skrawającego 12

1.5. Geometria warstwy skrawanej 19

1.6. Przyszłościowa wizja obróbki skrawaniem 23

Literatura 30

2. Materiały narzędziowe 32

2.1. Klasyfikacja i właściwości materiałów ostrzy skrawających 32

2.2. Powłoki ochronne na narzędziach skrawających 36

2.3. Stale szybko tnące 39

2.4. Węglik spiekane 40

2.5. Cermetale 42

2.6. Ceramika 43

2.7. Materiały supertwarde 45

Literatura 47

3. Fizyczne aspekty procesu skrawania 48

3.1. Zjawiska fizyczne w strefie skrawania 48

3.2. Charakterystyka stanu naprężenia i odkształcenia 50

3.3. Mechanizmy odkształcenia w mikro- i nanoskali 54

3.4. Przebieg odkształcenia materiału 58

3.5. Warunki uplastycznienia materiału w strefie skrawania 60

3.6. Dekohezja materiału w strefie tworzenia wióra 66

3.6. Warunki zainicjowania mikroskrawania, minimalna grubość warstwy skrawanej 68

Literatura 72

4. Modelowanie procesu skrawania 74

4.1. Klasyfikacja modeli procesu skrawania 74

4.2. Konstytutywne modele materiałowe 79

4.3. Techniki oceny właściwości mechanicznych w warunkach skrawania 85

4.4. Techniki modelowania 87

4.4.1. Cele i zakres badań symulacyjnych 87

4.4.2. Symulacja metodą elementów skończonych 90

4.4.3. Symulacja metodą różnic skończonych 94

Literatura 96

5. Mechanika procesu skrawania 98

5.1. Klasyfikacja modeli mechanistycznych 98

5.2. Stan odkształcenia w strefie ścinania 100

5.2.1. Warunki realizacji płaskiego i przestrzennego stanu odkształcenia 100

5.2.2. Charakterystyka stanu odkształcenia w strefie tworzenia wióra 100

5.3. Rozkład prędkości w strefie tworzenia wióra 105

5.4. Modele tworzenia wióra 108

5.4.1. Model z rozwiniętą strefą poślizgu 108

5.4.2. Model z równoległymi granicami strefy poślizgu 109

5.4.3. Model z pojedynczą płaszczyzną poślizgu 113

5.4.4. Model tworzenia wióra segmentowego 117

5.4.5. Model zlokalizowanej strefy ścinania adiabatycznego 119

5.4.6. Dyslokacyjny model tworzenia wióra 122

5.4.7. Modele tworzenia wióra w nanoskali 124

5.5. Modelowanie kąta poślizgu 126

5.5.1. Zastosowanie rozwiązań teorii plastyczności 126

5.5.2. Doświadczalne metody wyznaczania kąta poślizgu 132

5.6. Numeryczna symulacja procesu tworzenia wióra 134

5.6.1. Opis tworzenia wióra metodą elementów skończonych 134

5.6.2. Symulacja tworzenia wióra ciągłego i segmentowego 136

5.7. Siły w procesie skrawania	138
5.7.1. Rozkład całkowitej siły skrawania	138
5.7.2. Rozkład sił w strefie poślizgu i na powierzchni natarcia	140
5.7.3. Metody oszacowania sił na powierzchni przyłożenia ostrza	142
5.7.4. Teoretyczno-doświadczalne i doświadczalne metody wyznaczania składowych sił skrawania	145
5.7.5. Wpływ warunków obróbki na składowe całkowitej siły skrawania	151
5.8. Stan naprężeń w strefie tworzenia wióra	154
5.8.1. Stan i rozkład naprężeń	154
5.8.2. Ocena wartości naprężenia poślizgu	156
5.9. Energia i moc skrawania	158
5.9.1. Bilans energetyczny procesu	158
5.9.2. Energia tworzenia wióra	159
5.9.3. Moc skrawania	162
5.10. Zwijanie i łamanie wióra	163
5.10.1. Klasyfikacja kształtów wióra	163
5.10.2. Warunki tworzenia wiórów odrywanych i ścinanych	164
5.10.3. Charakterystyka spływu wióra	166
5.10.4. Mechanizmy zwijania wióra	169
5.10.5. Warunki i przebieg łamania wióra	172
5.10.6. Kontrola wióra	176
Literatura	178
6. Drgania w procesie skrawania	181
6.1. Źródła i klasyfikacja drgań	181
6.2. Mechanizmy generowania drgań samowzbudnych	187
6.3. Stabilność układu OUPN i metody jej poprawy	191
Literatura	196
7. Tribologia procesu skrawania	197
7.1. Charakterystyka strefy styku ostrza z obrabianym materiałem	197
7.2. Rozkład naprężeń w strefie styku wiór–ostrze	200
7.3. Narost	204

7.4. Związki korelacyjne charakterystyk odkształceń z procesem tarcia 207

7.5. Doświadczalne metody wyznaczania współczynnika tarcia 209

Literatura 213

8. Ciepło w procesie skrawania 215

8.1. Źródła i rozptyw ciepła w strefie skrawania 215

8.2. Temperatura skrawania 218

8.3. Analityczne wyznaczenie temperatury w strefie skrawania 220

8.3.1. Partycja ciepła w modelu ruchomego źródła ciepła 220

8.3.2. Temperatura na płaszczyźnie poślizgu 223

8.3.3. Temperatura na powierzchni natarcia ostrza 225

8.4. Numeryczne metody określania pól temperatury w strefie skrawania 227

8.5. Doświadczalne metody wyznaczania temperatury skrawania 231

8.6. Wpływ warunków obróbki na temperaturę skrawania 237

8.7. Ciecze chłodząco-smarujące 242

Literatura 249

9. Zużycie i trwałość ostrza 251

9.1. Charakterystyka stref zużycia ostrza 251

9.2. Fizyczne mechanizmy zużycia ostrza 255

9.3. Zużycie powłok ochronnych 260

9.4. Przebieg zużycia i stępienie ostrza 266

9.5. Matematyczne modelowanie i prognozowanie okresu trwałości ostrza 271

9.6. Nadzorowanie stanu ostrza narzędzia 282

Literatura 288

10 Skrawalność materiałów konstrukcyjnych 290

10.1. Wskaźniki skrawalności 290

10.2. Związki skrawalności ze strukturą i właściwościami materiałów 296

10.3. Charakterystyka skrawalności materiałów konstrukcyjnych 299

10.3.1. Stale konstrukcyjne niestopowe i stopowe 299

10.3.2. Stale austenityczne nierdzewne i kwasoodporne 301

10.3.3. Żeliwa i staliwa 303

10.3.4. Metale nieżelazne i ich stopy 306

10.3.5. Tytan i jego stopy	308
10.3.6. Stopy na osnowie niklu i kobaltu	310
10.3.7. Materiały kompozytowe	311
10.4. Systemy wspomagające dobór warunków obróbki	314
Literatura	319
11. Ekonomiczność i optymalizacja procesu skrawania	321
11.1. Wskaźniki i modele procesu	321
11.2. Kryteria i algorytmy optymalizacji doboru warunków skrawania	322
11.3. Techniki optymalizacji warunków skrawania	326
Literatura	334
12. Przegląd technologii ubytkowego kształtowania materiałów	335
12.1. Obróbka z podwyższonymi i dużymi prędkościami skrawania	335
12.2. Obróbka materiałów twardych i w stanie utwardzonym	340
12.3. Obróbka na sucho i ze zminimalizowanym użyciem mediów chłodząco-smarujących	347
12.3.1. Obróbka na sucho	347
12.3.2. Obróbka ze zminimalizowanym smarowaniem	351
12.4. Obróbka wysokowydajna	355
12.5. Obróbka kompletna	366
12.6. Mikroobróbka	372
12.7. Nanoobróbka	379
12.8. Hybrydowe metody obróbki	384
12.8.1. Klasyfikacja hybrydowych procesów wytwórczych/obróbki	384
12.8.2. Obróbka hybrydowa wspomagana termicznie	386
12.8.3. Obróbka hybrydowa wspomagana energią drgań	389
12.8.4. Obróbka kriogeniczna	394
Literatura	397
13. Rola techniki komputerowej i informacyjnej w procesie skrawania	399
13.1. Komputerowe wspomaganie procesu obróbki	399
13.1.1. Zastosowanie symulacji i wizualizacji w programowaniu CAD/CAM	399
13.1.2. Bazy danych do oceny skrawalności i doboru warunków obróbki	406

13.2. Zastosowanie sensorów i sztucznej inteligencji 408

13.3. Zastosowanie wirtualnej rzeczywistości 416

13.4. Techniki internetowe w procesie obróbki 422

Literatura 427

14. Technologiczna warstwa wierzchnia 429

14.1. Strukturalne modele budowy warstwy wierzchniej 429

14.2. Modele kształtowania mikronierówności powierzchni 431

14.2.1. Modele stereometryczno-kinematyczne 431

14.2.2. Modele uwzględniające niektóre oddziaływania fizyczne w procesie skrawania
435

14.3. Charakterystyka chropowatości powierzchni 439

14.3.1. Parametry profilu i topografii powierzchni 439

14.3.2. Pomiary chropowatości powierzchni 445

14.4. Fizyczne właściwości warstwy wierzchniej 448

14.4.1. Charakterystyka właściwości fizycznych warstwy wierzchniej 448

14.4.2. Naprężenia własne w warstwie wierzchniej 449

14.4.3. Umocnienie materiału i zmiana mikrostruktury w warstwie wierzchniej 453

Literatura 455

Słownik ważniejszych terminów i skrótów w języku angielskim 456