

Spis treści

OD AUTORA	11
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW	13
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROCESU SKRAWANIA	23
1.1. KLASYFIKACJA PROCESÓW OBRÓBKU UBYTKOWEJ	23
1.2. ROLA OBRÓBKU SKRAWANIEM WE WSPÓŁCZESNYCH PROCESACH WYTWÓRCZYCH	25
1.3. KINEMATYKA PROCESU I PARAMETRY SKRAWANIA	31
1.4. GEOMETRYCZNA CHARAKTERYSTYKA OSTRZA SKRAWAJĄCEGO	34
1.5. GEOMETRIA WARSTWY SKRAWANEJ	39
1.6. PRZYSZŁOŚCIOWA WIZJA OBRÓBKU SKRAWANIEM	43
LITERATURA	50
2. MATERIAŁY NARZĘDZIOWE	52
2.1. KLASYFIKACJA I WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW OSTRZY SKRAWAJĄCYCH	52
2.2. POWŁOKI OCHRONNE NA NARZĘDZIACH SKRAWAJĄCYCH	57
2.3. STALE SZYBKOTNĄCE	60
2.4. WĘGLIKI SPIEKANE	60
2.5. CERMETALE	62
2.6. CERAMIKA	63
2.7. MATERIAŁY SUPERTWARDE	64
LITERATURA	66
3. FIZYCZNE ASPEKTY PROCESU SKRAWANIA	67
3.1. ZJAWISKA FIZYCZNE W STREFIE SKRAWANIA	67
3.2. CHARAKTERYSTYKA STANU NAPRĘŻENIA I ODKSZTAŁCENIA	69
3.3. MECHANIZMY ODKSZTAŁCENIA W MIKRO-1 NANOSKALI	73
3.4. PRZEBIEG ODKSZTAŁCENIA MATERIAŁU	78
3.5. WARUNKI UPLASTYCZNIENIA MATERIAŁU W STREFIE SKRAWANIA	80
3.6. DEKOHEZJA MATERIAŁU W STREFIE TWORZENIA WIÓRA	86
3.7. WARUNKI ZAINICJOWANIA MIKROSKRAWANIA, MINIMALNA GRUBOŚĆ WARSTWY SKRAWANEJ	88
LITERATURA	92
4. MODELOWANIE PROCESU SKRAWANIA	94
4.1. KLASYFIKACJA MODELI PROCESU SKRAWANIA	94
4.2. KONSTYTUTYWNE MODELE MATERIAŁOWE	100
4.3. TECHNIKI MODELOWANIA	106
4.3.1. Cele i zakres badań symulacyjnych	106
4.3.2. Symulacja metodą elementów skończonych	108
4.3.3. Symulacja metodą różnic skończonych	112
4.3.4. Symulacja metodą elementów brzegowych	114
LITERATURA	117

5.	MECHANIKA PROCESU SKRAWANIA	119
5.1.	KLASYFIKACJA MODELI MECHANISTYCZNYCH	119
5.2.	STAN ODKSZTAŁCENIA W STREFIE ŚCINANIA	121
5.2.1.	Warunki realizacji płaskiego i przestrzennego stanu odkształcenia	121
5.2.2.	Charakterystyka stanu odkształcenia w strefie tworzenia wióra	122
5.3.	ROZKŁAD PRĘDKOŚCI W STREFIE TWORZENIA WIÓRA	127
5.4.	MODELE TWORZENIA WIÓRA	130
5.4.1.	Model z rozwiniętą strefą poślizgu	130
5.4.2.	Model z równoległymi granicami strefy poślizgu	132
5.4.3.	Model z pojedynczą płaszczyzną poślizgu	135
5.4.4.	Model tworzenia wióra segmentowego	139
5.4.5.	Model zlokalizowanej strefy ścinania adiabatycznego	142
5.4.6.	Dyslokacyjny model tworzenia wióra	145
5.4.7.	Modele tworzenia wióra w nanoskali	148
5.5.	ROZWIĄZANIA TEORII PLASTYCZNOŚCI DLA KĄTA POŚLIZGU	151
5.5.1.	Zastosowanie zasady minimum energii	151
5.5.2.	Rozwiązania teorii linii poślizgu	153
5.5.3.	Rozwiązania teorii ocen granicznych	156
5.5.4.	Doświadczalne metody wyznaczania kąta poślizgu	159
5.6.	PROGNOZOWANIE CHARAKTERYSTYK STANU ODKSZTAŁCENIA NA PODSTAWIE KRZYWEJ UMOCNIENIA	161
5.7.	NUMERYCZNA SYMULACJA PROCESU TWORZENIA WIÓRA	164
5.7.1.	Opis tworzenia wióra metodą elementów skończonych	164
5.7.2.	Zastosowanie teorii katastrof do opisu tworzenia wióra piłokształtnego	166
5.8.	SIŁY W PROCESIE SKRAWANIA	168
5.8.1.	Rozkład całkowitej siły skrawania	168
5.8.2.	Rozkład sił w strefie poślizgu i na powierzchni natarcia	171
5.8.3.	Metody oszacowania sił na powierzchni przyłożenia ostrza	173
5.8.4.	Teoretyczno-doświadczalne zależności dla składowych całkowitej siły skrawania	175
5.8.5.	Doświadczalne metody wyznaczania składowych całkowitej siły skrawania	179
5.8.6.	Wpływ warunków obróbki na składowe całkowitej siły skrawania	182
5.9.	STAN NAPRĘŻEŃ W STREFIE TWORZENIA WIÓRA	185
5.9.1.	Stan i rozkład naprężeń	185
5.9.2.	Ocena wartości naprężenia poślizgu	187
5.10.	ENERGIA I MOC SKRAWANIA	190
5.10.1.	Bilans energetyczny procesu	190
5.10.2.	Energia tworzenia wióra	191
5.10.3.	Moc skrawania	193
5.11.	ZWIJANIE I ŁAMANIE WIÓRA	194
5.11.1.	Klasyfikacja kształtów wióra	194
5.11.2.	Warunki tworzenia wiórów odrywanych i ścinanych	196
5.11.3.	Charakterystyka spływu wióra	198
5.11.4.	Mechanizmy zwijania wióra	201
5.11.5.	Warunki łamania wióra	205
5.11.6.	Wizualizacja zwijania i łamania wióra	208
5.11.7.	Metody rozpoznawania kształtu wiórów	210
5.12.	MECHANIKA SWOBODNEGO SKRAWANIA NIEORTOGONALNEGO	212
	LITERATURA	216

6.	DRGANIA W PROCESIE SKRAWANIA	219
6.1.	ŹRÓDŁA I KLASYFIKACJA DRGAŃ	219
6.2.	MECHANIZMY GENEROWANIA DRGAŃ SAMOWZBUDNYCH	224
6.3.	DYNAMICZNA CHARAKTERYSTYKA PROCESU SKRAWANIA	228
6.4.	STABILNOŚĆ UKŁADU OUPN I METODY JEJ POPRAWY	232
	LITERATURA	236
7.	TRIBOLOGIA PROCESU SKRAWANIA	237
7.1.	CHARAKTERYSTYKA STREFY STYKU OSTRZA Z OBRABIANYM MATERIAŁEM	237
7.2.	ROZKŁAD NAPRĘŻEŃ W STREFIE STYKU WIÓR-OSTRZE	240
7.3.	NAROST	244
7.4.	ZWIĄZKI KORELACYJNE CHARAKTERYSTYK ODKSZTAŁCEŃ Z PROCESEM TARCIA	247
7.5.	PROGNOZOWANIE TRIBOLOGICZNYCH CHARAKTERYSTYK PROCESU	249
	LITERATURA	252
8.	CIEPŁO W PROCESIE SKRAWANIA	253
8.1.	ŹRÓDŁA I ROZPŁYW CIEPŁA W STREFIE SKRAWANIA	253
8.2.	TEMPERATURA SKRAWANIA	256
8.3.	ANALITYCZNE WYZNACZANIE TEMPERATURY W STREFIE SKRAWANIA	258
8.3.1.	Partycja ciepła w modelu ruchomego źródła ciepła	258
8.3.2.	Temperatura na płaszczyźnie poślizgu	261
8.3.3.	Temperatura na powierzchni natarcia ostrza	264
8.4.	NUMERYCZNE METODY OKREŚLANIA PÓŁ TEMPERATUROWYCH W STREFIE SKRAWANIA	266
8.4.1.	Metoda różnic skończonych	266
8.4.2.	Metoda elementów skończonych	270
8.4.3.	Modelowanie przepływu ciepła metodą elementów brzegowych	273
8.5.	DOŚWIADCZALNE METODY WYZNACZANIA TEMPERATURY SKRAWANIA	277
8.6.	WPŁYW WARUNKÓW OBRÓBKI NA TEMPERATURĘ SKRAWANIA	282
8.7.	CIECZE CHŁODZĄCO-SMARUJĄCE	288
	LITERATURA	295
9.	ZUŻYCIE I TRWAŁOŚĆ OSTRZA	297
9.1.	CHARAKTERYSTYKA STREF ZUŻYCIA OSTRZA	297
9.2.	FIZYKALNE MECHANIZMY ZUŻYCIA OSTRZA	301
9.3.	TEORIA ADHEZYJNEGO ZUŻYCIA OSTRZA	304
9.4.	TEORIA DYFUZYJNEGO ZUŻYCIA OSTRZA	307
9.5.	ZUŻYCIE POWŁOK OCHRONNYCH	312
9.6.	ANALITYCZNE METODY OKREŚLANIA WYMIAROWEGO ZUŻYCIA OSTRZA	317
9.7.	STĘPIENIE OSTRZA	321
9.8.	TRWAŁOŚĆ OSTRZA. MATEMATYCZNE MODELE DLA OKRESU TRWAŁOŚCI OSTRZA	326
9.9.	TECHNIKI PROGNOZOWANIA OKRESU TRWAŁOŚCI	334
9.10.	NADZOROWANIE STANU OSTRZA NARZĘDZIA	339
	LITERATURA	347

10. SKRAWALNOŚĆ MATERIAŁÓW KONSTRUKCYJNYCH	349
10.1. WSKAŹNIKI SKRAWALNOŚCI	349
10.2. ZWIĄZKI SKRAWALNOŚCI ZE STRUKTURĄ I WŁAŚCIWOŚCIAMI MATERIAŁÓW	355
10.3. CHARAKTERYSTYKA SKRAWALNOŚCI MATERIAŁÓW KONSTRUKCYJNYCH	358
10.3.1. Stale konstrukcyjne niestopowe i stopowe	358
10.3.2. Stale austenityczne nierdzewne i żaroodporne	360
10.3.3. Żeliwa i staliwa	361
10.3.4. Metale nieżelazne i ich stopy	364
10.3.5. Tytani jego stopy	367
10.3.6. Stopy na podstawie niklu i kobaltu	368
10.3.7. Materiały kompozytowe	370
10.4. SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE DOBÓR WARUNKÓW OBRÓBK	372
LITERATURA	377
11. OPTYMALIZACJA PROCESU SKRAWANIA	379
11.1. WSKAŹNIKI I MODELE PROCESU	379
11.2. KRYTERIA I ALGORYTMY OPTYMALIZACJI DOBORU WARUNKÓW SKRAWANIA	380
11.3. ZAAWANSOWANE TECHNIKI OPTYMALIZACJI	386
LITERATURA	392
12. NOWOCZESNE TECHNOLOGIE UBYTKOWEGO KSZTAŁTOWANIA MATERIAŁÓW	394
12.1. OBRÓBKA Z PODWYŻSZONYMI I DUŻYMI PRĘDKOŚCIAMI SKRAWANIA	394
12.2. OBRÓBKA MATERIAŁÓW TWARDYCH I W STANIE UTWARDZONYM	399
12.3. OBRÓBKA NA SUCHO I Z ZMINIMALIZOWANYM UŻYCIEM MEDIÓW CHŁODZĄCO-SMARUJĄCYCH	407
12.3.1. Obróbka na sucho	407
12.3.2. Obróbka ze zminimalizowanym smarowaniem	411
12.4. OBRÓBKA WYSOKO WYDAJNA	416
12.5. OBRÓBKA KOMPLETNA	426
12.6. MIKROOBRÓBKA	432
12.7. NANO OBRÓBKA	438
12.8. OBRÓBK HYBRYDOWE	442
12.8.1. Obróbka wspomagana termicznie	442
12.8.2. Obróbka wspomagana energią drgań	446
LITERATURA	451
13. ROLA TECHNIKI KOMPUTEROWEJ I INFORMACYJNEJ W PROCESIE SKRAWANIA	454
13.1. KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROCESU OBRÓBK	454
13.1.1. Zintegrowane systemy CAD/CAM	454
13.1.2. Bazy danych do oceny skrawalności i doboru warunków obróbki	461
13.2. ZASTOSOWANIE SENSORÓW I SZTUCZNEJ INTELIGENCJI	463
13.3. ZASTOSOWANIE WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI	471
13.4. TECHNIKI INTERNETOWE W PROCESIE OBRÓBK	476
LITERATURA	478

14. TECHNOLOGICZNA WARSTWA WIERZCHNIA	
14.1. STRUKTURALNE MODELE BUDOWY WARSTWY WIERZCHNIEJ	480
14.2. MODELE KSZTAŁTOWANIA MIKRONIERÓWNOŚCI POWIERZCHNI	482
14.2.1. Modele stereometryczno-kinematyczne	482
14.2.2. Modele uwzględniające niektóre oddziaływania w procesie skrawania	486
14.3. CHARAKTERYSTYKA MIKROGEOMETRII I MIKROSTEREOMETRII POWIERZCHNI	492
14.4. POMIARY CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI	496
14.5. FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI WARSTWY WIERZCHNIEJ	499
14.5.1. Charakterystyka właściwości fizycznych warstwy wierzchniej	499
14.5.2. Naprężenia własne w warstwie wierzchniej	500
14.5.3. Umocnienie materiałów warstwy wierzchniej	504
LITERATURA	506
WYKAZ NORM WYKORZYSTANYCH W KSIĄŻCE	507
SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH TERMINÓW I SKRÓTÓW W JĘZYKU ANGIELSKIM	508
SKOROWIDZ	519