

SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów	9
1. Wprowadzenie Piotr Cichosz	13
2. Materiały narzędziowe i powłoki Piotr Cichosz	17
2.1. Materiały narzędziowe	17
2.2. Powłoki przeciwzużyciowe	24
3. Kształtowanie wiórów Piotr Cichosz	28
4. Chłodzenie i smarowanie strefy skrawania Piotr Cichosz (podrozdz. 4.1–4.4), Krzysztof Jemielniak (podrozdz. 4.5)	43
4.1. Wprowadzenie	43
4.2. Skrawanie na sucho	48
4.3. Wspomaganie skrawania cieczami chłodząco-smarującymi	50
4.4. Zminimalizowane smarowanie strefy skrawania	58
4.5. Chłodzenie kriogeniczne	65
5. Dynamika procesu skrawania Krzysztof Jemielniak	74
5.1. Rodzaje drgań w obróbce skrawaniem	75
5.2. Granica stabilności	78
5.3. Metody przeciwdziałania drganiom samowzbudnym	80
6. Skrawanie z dużymi prędkościami Piotr Cichosz	93

7. Wyważanie dynamiczne narzędzi Piotr Cichosz	108
8. Obróbka wysokowydajna Piotr Cichosz	113
8.1. Frezowanie wgłębne	117
8.2. Frezowanie z dużymi posuwami	119
8.3. Skrawanie ostrzami typu wiper	121
9. Obróbka materiałów twardych Piotr Cichosz	125
10. Obróbka materiałów trudnoobrabialnych Paweł Karolczak	135
10.1. Skrawanie materiałów kompozytowych	136
10.1.1. Obróbka metalowych materiałów kompozytowych	138
10.1.2. Obróbka polimerowych materiałów kompozytowych	141
10.1.3. Obróbka ceramicznych materiałów kompozytowych	151
10.2. Skrawanie stopów tytanu	152
10.3. Skrawanie stopów żarowytrzymałych	155
11. Obróbka kompletna Piotr Cichosz	159
12. Osobliwości skrawania Piotr Cichosz	172
13. Rola nowoczesnych narzędzi w wysokowydajnych obróbkach Piotr Cichosz	200
13.1. Narzędzia składane	201
13.2. Narzędzia modułowe	205
13.3. Narzędzia wielozadaniowe	211
13.4. Narzędzia zespołowe	215
13.5. Narzędzia sterowane i mechatroniczne	218
14. Kształtowanie rowków i przecinanie Piotr Cichosz	226
15. Kształtowanie otworów głębokich Piotr Cichosz	244
16. Nowoczesne metody obróbki kół zębatych Wojciech Borkowski	256
16.1. Wprowadzenie	256
16.2. Obróbka kół metodą Power Skiving	257

16.3. Frezowanie kół zębatach narzędziami i obrabiarkami uniwersalnymi	259
16.4. Obróbka kół zębatach technologią InvoMillingTM	260
16.5. Obróbka kół zębatach technologią uP-GearTM	261
16.6. Narzędzia składane w obróbce kół zębatach	262
17. Automatyczna diagnostyka stanu narzędzia (DSN) Krzysztof Jemielniak	264
17.1. Zadania i struktura układów DSN	264
17.2. Wielkości fizyczne i czujniki stosowane w DSN	267
17.2.1. Czujniki sił skrawania i wielkości pochodnych	267
17.2.2. Czujniki emisji akustycznej i drgań	271
17.2.3. Komercyjne strategie diagnostyki stanu narzędzia	273
17.2.4. Wyzwania stojące przed rozwojem układów DSN	275
18. Mocowanie narzędzi Piotr Cichosz	277
19. Obróbka hybrydowa Krzysztof Jemielniak	293
19.1. Obróbka wspomagana drganiami	293
19.1.1. Obróbka UAM materiałów trudnoobrabialnych	294
19.1.2. Obróbka ze zminimalizowanym smarowaniem wspomagana drganiami ultradźwiękowymi	298
19.1.3. Wiercenie ze wspomaganiem modulacją niskoczęstotliwościową materiałów trudnoobrabialnych i warstwowych	299
19.2. Obróbka wspomagana laserem	303
19.2.1. Obróbka wspomagana laserem (LAM) stopu niklu Inconel 718	304
19.2.2. Obróbka ze wspomaganiem laserowym materiałów kompozytowych	306
20. Nowoczesne obrabiarki – wymagania, zastosowania Oskar Rusiecki	308
20.1. Wymagania stawiane obrabiarkom CNC	308
20.2. Tokarki CNC	312
20.3. Frezarki CNC	316
20.4. Integracja obrabiarek CNC z innymi urządzeniami i systemami wytwarzania	322
21. Gospodarka narzędziowa Piotr Cichosz, Rafał Subbotko	324
22. Efektywność skrawania Piotr Cichosz	341
22.1. Optymalizacja procesu skrawania	341
22.2. Struktura kosztów wytwarzania skrawaniem	348

