

Obsah

1. VYSOCE PŘESNÉ TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ.....	3
prof. Ing. Bohumil Bumbálek, CSc.	
1.1. Strategie technologie obrábění při přechodu od mikro k nanotechnologii.....	4
1.1.1. Historický vývoj.....	7
1.2. Materiály pro vysoce přesné obrábění.....	12
1.2.1. Kovové materiály.....	14
1.2.2. Keramické materiály.....	14
1.2.3. Optická skla.....	15
1.2.4. Polovodičové materiály.....	15
1.3. Proces vysoce přesného oddělování materiálu.....	16
1.3.1. Stanovení minimální hloubky řezu.....	20
1.4. Vysoce přesné metody obrábění bez mikrotrhlin a poškození povrch. vrstvy....	27
1.4.1. Dosažitelná přesnost a integrita povrchu.....	27
1.4.2. Další vlivy metod obrábění na jakost povrchu.....	28
1.5. Využití poznatků o vysoce přesném obrábění pro řešení výrobních problémů	30
2. INTEGRITA POVRCHU A JEJÍ VÝZNAM PRO POSOUZENÍ VHODNOSTI DANÉ PLOCHY PRO JEJÍ FUNKCI.....	35
prof. Ing. Bohumil Bumbálek, CSc.	
2.1. Jakost povrchu obrobených ploch součástí.....	35
2.1.1. Shrnutí předchozích úvah.....	36
2.2. Integrita povrchu.....	36
2.3. Hodnocení vlastností povrchové vrstvy.....	37
2.3.1. Vznik zbytkových napětí.....	37
2.3.2. Povlakování nástrojových materiálů a zbytkových napětí.....	38
2.4. Zbytková napětí po frézování.....	39
3. OBRÁBĚNÍ TĚŽKO OBRÁBITELNÝCH MATERIÁLŮ.....	42
doc. Ing. Anton Humár, CSc.	
3.1. Superslitiny.....	43
3.1.1. Klasifikace niklových slitin.....	44
3.1.2. Obrábění niklových slitin.....	52
3.2. Titanové slitiny.....	57
4. OBRÁBĚNÍ MODERNÍCH A POKROKOVÝCH TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ....	67
doc. Ing. Anton Humár, CSc.	
4.1. Keramické materiály.....	67
4.2. Kompozitní materiály.....	70
4.2.1. Vrtání.....	74
4.2.2. Řezání vodním paprskem.....	77
5. HSC, HFC A HPC TECHNOLOGIE.....	79
Ing. Aleš Polzer, Ph.D.	
5.1. HSC (High Speed Cutting)– Vysokorychlostní obrábění.....	79
5.2. HFC (High Feed Cutting) – Vysokoposuvové obrábění.....	84
5.3. HPC – Vysokovýkonné obrábění.....	85

6. HLUBOKÉ VRTÁNÍ.....	88
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.	
6.1. Vrtání hlubokých děr.....	88
6.1.1. Hlavnové vrtání.....	92
6.1.2. BTA/STS vrtání.....	92
6.1.3. Ejektorové vrtání (DTS).....	92
7. MODERNÍ METODY DOKONČOVÁNÍ A ÚPRAVY POVRCHU OBROBKU.....	95
Ing. Josef Sedlák, Ph.D.	
7.1. Podstata metody válečkování.....	95
7.2. Úprava povrchů strojních součástí.....	96
7.3. Zpevnění povrchové vrstvy materiálu strojních součástí.....	97
7.4. Kalibrování strojních součástí válečkováním.....	98
7.5. Rozměry a geometrické tvary tvářecích prvků.....	98
7.5.1. Dle konstrukčního provedení se dělí tvářecí tělíska do 3 skupin.....	98
7.5.2. Volba pracovních podmínek při procesu válečkování.....	100
7.5.3. Optimální velikost přitlačné síly při procesu válečkování.....	100
7.5.4. Rychlost válečkování.....	100
7.5.5. Pracovní posuv nástroje.....	101
7.5.6. Počet neválečkování.....	101
7.5.7. Chlazení a mazání.....	101
7.5.8. Faktory ovlivňující výsledek procesu válečkování.....	102
7.6. Nástroje pro válečkování.....	102
7.7. Druhy válečkování.....	103
7.7.1. Statické válečkování.....	103
7.7.2. Dynamické válečkování.....	103
7.8. Rozdělení nástrojů pro válečkování.....	104
7.8.1. Nástroje pro válečkování vnitřních a vnějších ploch.....	104
7.8.2. Nástroje pro válečkování čelních ploch.....	105
7.8.3. Nástroj pro válečkování vnitřních kuželových ploch.....	105
7.8.4. Jednokotoučový válečkovací nástroj.....	105
7.8.5. Modulární válečkovací nástroj.....	105
7.8.6. Diamantové nástroje.....	106
7.8.7. Nástroje pro speciální použití.....	106
7.8.8. Volba válečkovacího nástroje.....	107
7.9. Stroje pro válečkování.....	107
7.9.1. Válečkovací stroj RM 2/35 od firmy Bauglies AG.....	107
7.9.2. Válečkovací stroj MT 70 CNC ROLLER.....	108
7.10. Ekonomická efektivnost procesu válečkování.....	108
8. TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ SOUČÁSTÍ VELKÝCH ROZMĚRŮ.....	111
doc. Ing. Jaroslav Prokop, CSc.	
8.1. Součásti typu hřídele.....	111
8.1.1. Konstrukčně technologická charakteristika.....	111
8.1.2. Základní operace.....	101
8.2. Součásti typu kotouče.....	116
8.2.1. Konstrukčně technologická charakteristika.....	116
8.2.2. Základní operace.....	117
8.3. Nerotační součásti.....	121
8.3.1. Konstrukčně technologická charakteristika.....	121
8.3.2. Základní operace.....	123

9. OZUBENÁ KOLA A OZUBENÉ PŘEVODY.....	130
Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.	
9.1. Geometrie profilu zubu.....	130
9.1.1. Cykloidní ozubení.....	130
9.1.2. Wildhaber - Novikovovo ozubení.....	132
9.1.3. Evolventní ozubení.....	132
9.2. Základní parametry ozubeného kola.....	134
9.3. Ozubené převody.....	135
9.3.1. Ozubená kola s rovnoběžnými osami.....	135
9.3.2. Ozubená soukolí s různoběžnými osami.....	137
9.3.3. Kuželová kola se šikmými zuby.....	138
9.4. Materiály na výrobu ozubených kol.....	141
9.4.1. Nekovové materiály.....	141
9.4.2. Kovové materiály.....	142
10. VÝROBA A KONTROLA OZUBENÝCH KOL.....	144
Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.	
10.1. Obecný technologický postup ozubeného kola.....	144
10.2. Základní principy výroby ozubených kol.....	145
10.2.1. Frézování čelních ozubených kol dělicím způsobem.....	146
10.2.1. Frézování čelních ozubených kol dělicím způsobem.....	148
10.3. Obrázení ozubených kol.....	152
10.3.1. Obrázení zubů dělicím způsobem.....	152
10.3.2. Obrázení zubů podle šablony.....	152
10.3.3. Obrázení zubů odvalovacím způsobem.....	152
10.3.4. Obrázení hřebenovým nožem systém MAAG.....	153
10.3.5. Obrázení ozubeným kotoučem systém Fellows.....	155
10.3.6. Odvalovací obrázení dvěma noži.....	158
10.4. Výroba ozubení protahováním.....	159
10.4.1. Protahování vnějšího kuželového ozubení.....	161
10.5. Výroba kuželových ozubených kol.....	162
10.5.1. Univerzálním nástrojem na CNC frézce.....	163
10.5.2. Frézování kuželových kol s přímými zuby nožovými hlavami.....	163
10.6. Výroba kuželových ozubených kol se šikmými zuby.....	165
10.6.1. Výroba kuželových ozubených kol typu gleason.....	165
10.6.2. Výroba kuželových ozubených kol typu klingelberg.....	166
10.6.3. Výroba kuželových ozubených kol typu oerlikon.....	168
10.7. Dokončování ozubených kol.....	169
10.7.1. Stříškování a oblení hran ozubených kol.....	169
10.7.2. Ševingování ozubených kol.....	171
10.7.3. Broušení ozubených kol.....	174
10.7.4. Lapování ozubených kol.....	180
10.8. Kontrola ozubení.....	180
10.8.1. Kontrola kvality povrchu.....	183
10.8.2. Konvenční metody měření ozubení.....	185
11. LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ.....	188
prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.	
11.1. Grafické řešení.....	192
11.1.1. Účelová funkce pro kritérium maximálního zisku.....	192
11.1.2. Účelová funkce pro kritérium minimálních výrobních nákladů.....	192
11.2. Řešení metodou simplex.....	193

11.2.1. Účelová funkce a řešení pro kritérium maximální zisku.....	194
11.2.2. Účelová funkce a řešení pro kritérium min. výrobních nákladů.....	198
12. ADITIVNÍ TECHNOLOGIE, REVERZNÍ INŽENÝRSTVÍ.....	200
Ing. Josef Sedlák, Ph.D.	
12.1. Vymezení pojmu rapid prototyping.....	200
12.1.1. Data pro tvorbu modelu.....	201
12.1.2. Komerčně dostupné technologie rapid prototyping.....	202
12.2. Metody rapid prototyping.....	203
12.2.1. Na bázi fotopolymerů.....	203
12.2.2. Na bázi práškových materiálů.....	205
12.2.3. Na bázi tuhých materiálů.....	209
12.3. Vymezení pojmu reverzní inženýrství.....	215
12.3.1. Digitalizace.....	215
12.3.2. Rozdělení metod digitalizace.....	206
12.3.3. Rozdělení metod digitalizace dle působení na digital. objekt.....	216
12.3.4. Rozdělení skenerů.....	217
12.4. Kontaktní skenery.....	218
12.4.1. Mechanické rameno MicroScribe 3D.....	218
12.4.2. Měřicí ramena Faro.....	219
12.4.3. Adaptace CNC stroje.....	220
12.4.4. Souřadnicové měřicí systémy CMM.....	220
12.5. Bezkontaktní skenery.....	223
12.5.1. Optická digitalizace.....	223
12.5.2. Systém Tritop.....	224
12.5.3. Systém Argus.....	225
12.5.4. Systém Pontos.....	225
12.6. Laserová digitalizace.....	226
12.6.1. Systém Vivid.....	226
12.6.2. Systém HandyScan 3D.....	227
12.7. Ultrazvuková digitalizace.....	228
13. NEKONVENČNÍ TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ.....	232
Ing. Martin Slaný	
13.1. Rozdělení NMO.....	232
13.2. Hydroabrazivní paprsek AWJ.....	233
13.2.1. Princip technologie AWJ.....	233
13.2.2. Popis výrobního zařízení pro technologii AWJ.....	233
13.2.3. Popis komponent pro řezání AWJ.....	234
13.2.4. Materiály vhodné pro obrábění technologií AWJ.....	235
13.2.5. Materiály nevhodné k řezání technologií AWJ.....	235
13.2.6. Parametry dosahované technologií AWJ.....	236
13.2.7. Výhody a nevýhody technologie AWJ.....	236
13.3. Laserové metody obrábění – LBM.....	237
13.3.1. Princip technologie LBM.....	237
13.3.2. Zařízení pro obrábění laserem.....	237
13.3.3. Materiály vhodné pro obrábění technologií LBM.....	238
13.3.4. Vhodnost použití technologie LBM.....	239
13.3.5. Výhody a nevýhody technologie LBM.....	240
13.4. Řezání paprskem plazmatu PBM.....	240
13.4.1. Princip obrábění paprskem plazmatu.....	240
13.4.2. Popis zařízení pro řezání paprskem plazmatu.....	241

13.4.3. Vhodnost použití technologie PBM.....	242
13.4.4. Materiály vhodné pro zpracování PBM.....	242
13.4.5. Výhody a nevýhody technologie PBM.....	242
13.5. Elektroerozivní obrábění EDM.....	243
13.5.1. Princip obrábění metodou EDM.....	243
13.5.2. Vhodnost použití technologie EDM.....	244
13.6. Obrábění paprskem elektronů EBM.....	244
13.7. Elektrochemické obrábění ECM:.....	245
13.8. Chemické obrábění CM.....	245
13.9. Obrábění ultrazvukem USM.....	246