

14 OBSAH

1	ÚVOD	3
2	OBRÁBĚCÍ NÁSTROJ	3
2.1	Definice obráběcího nástroje.....	3
2.1.1	Všeobecné a základní pojmy.....	3
2.1.2	Pohyby nástroje a obrobku.....	8
2.1.3	Souřadnicové soustavy.....	9
2.1.4	Břítové diagramy.....	14
2.1.4.1	Grafické řešení břítového diagramu čela.....	14
2.1.4.2	Grafické řešení břítového diagramu hřbetu.....	14
2.1.4.3	Analytické řešení břítového diagramu čela.....	14
2.1.4.4	Analytické řešení břítového diagramu hřbetu.....	17
2.1.4.5	Analytické řešení nástrojových úhlů v normálové rovině.....	18
3	NÁSTROJOVÉ MATERIÁLY	19
3.1	Nástrojové oceli.....	20
3.1.1	Teplné zpracování nástrojových ocelí.....	20
3.1.2	Nástrojové oceli uhlíkové.....	24
3.1.3	Nástrojové oceli slitinové (legované).....	25
3.1.4	Nástrojové oceli rychlořezné.....	26
3.1.5	Slitinové oceli na lité nástroje.....	26
3.2	Slinuté karbidy.....	26
3.3	Cermety.....	28
3.4	Keramické řezné materiály.....	28
3.5	Supertvrdé řezné materiály.....	28
3.6	Brousící materiály.....	29
3.7	Zásady při volbě řezného materiálu.....	30
4	NOŽE	31
4.1	Soustružnické nože.....	32
4.1.1	Soustružnické nože celistvé a pájené.....	33
4.1.2	Soustružnické nože s mechanicky upnutými řeznými destičkami.....	37
4.2	Tvarové nože.....	43
4.3	Ostření nožů.....	46
5	FRÉZY	48
5.1	Druhy fréz.....	48
5.2	Geometrie břitu.....	50
5.3	Tvar zubů fréz.....	52
5.4	Frézy s řeznými destičkami.....	57
5.5	Frézovací hlavy.....	57
5.6	Kotoučové frézy.....	60
5.7	Pilové kotouče.....	61
5.8	Úhlové frézy.....	63
5.9	Výroba fréz.....	64
5.9.1	Frézování zubových drážek fréz.....	64
5.9.1.1	Frézy s přímými zubovými drážkami.....	65
5.9.1.2	Frézy se šikmými zubovými drážkami.....	65
5.9.1.3	Frézy se zubovými drážkami ve šroubovici.....	66
5.9.1.4	Frézy se zubovými drážkami na čelní ploše.....	67
5.9.1.5	Frézy se zubovými drážkami na kuželové ploše.....	68

5.9.1.6	Frézy se zubovými drážkami na tvarové ploše.....	68
5.9.1.7	Frézy se zubovými drážkami pro vsazené zuby.....	68
5.10	Tvarové frézy.....	69
5.11	Současný trend vývoje frézovacích nástrojů.....	72
6	NÁSTROJE NA OTVORY	73
6.1	Vrtáky.....	73
6.1.1	Ploché kopinaté vrtáky.....	74
6.1.2	Šroubovité vrtáky.....	74
6.1.3	Tvarové vrtáky.....	81
6.1.4	Nástroje na vrtání hlubokých děr.....	82
6.2	Vyvrtávací nástroje.....	86
6.3	Výhrubníky.....	88
6.4	Výstružníky.....	91
6.4.1	Ruční výstružníky.....	92
6.4.2	Strojní výstružníky.....	94
6.4.3	Kuželové výstružníky.....	95
6.4.4	Výstružníky s řeznými destičkami.....	97
6.5	Záhlubníky.....	97
7	NÁSTROJE NA ZÁVITY	98
7.1	Závitové nože.....	98
7.2	Závitníky.....	100
7.3	Závitové čelisti.....	105
7.4	Závitorezné hlavy.....	108
7.5	Nástroje na výrobu závitů s velkým stoupáním.....	110
7.6	Závitové frézy.....	112
7.7	Nástroje na válcování závitů.....	113
8	NÁSTROJE PROTAHOVACÍ A PROTLAČOVACÍ	114
9	NÁSTROJE NA OZUBENÍ	115
10	NÁSTROJE PRO NC OBRÁBĚCÍ STROJE	118
10.1	Obráběcí nástroje pro NC stroje.....	119
10.2	Předseřizování nástrojů pro NC stroje.....	120
11	PŘÍPRAVKY PRO OBRÁBĚNÍ	121
11.1	Definice a rozdělení přípravků.....	121
11.2	Hospodárné použití přípravků.....	121
11.3	Zásady konstrukce přípravků.....	122
11.4	Zásady volby materiálu.....	123
11.5	Vliv přípravků na přesnost výroby.....	123
11.6	Nepřesnost nastavení obrobku při použití přípravku.....	125
11.6.1	Stanovení chyb při ustavení obrobku.....	125
11.6.2	Stanovení chyb ustavení válcových obrobků.....	126
11.7	Ustavení obrobku.....	129
11.8	Opěrné a ustavovací prvky.....	132
11.8.1	Opěrky pevné.....	133
11.8.2	Středící čepy.....	137
11.8.3	Opěrky přestavitelné.....	138
11.8.4	Opěrky pomocné, samostavitelné.....	139
11.8.5	Zásady pro ustavení obrobku.....	139
11.9	Upínací zařízení.....	140
11.9.1	Stanovení polohy a velikosti upínací síly.....	141
11.9.2	Upínací mechanismy a jejich prvky.....	142
11.9.2.1	Klíny.....	142

11.9.2.2	Upínací šrouby, matice, podložky.....	147
11.9.2.3	Upínky.....	153
11.9.2.4	Výstředníky.....	157
11.9.2.5	Vačky.....	160
11.9.3	Kloubové a pákové zesilovací mechanismy.....	160
11.10	Základní části přípravků.....	161
11.10.1	Tělesa přípravků.....	161
11.10.2	Vodící a ustavovací části přípravků.....	163
11.10.3	Vodící součásti (pouzdra).....	166
11.10.4	Pomocné součásti přípravků.....	169
11.11	Univerzální přípravky.....	171
11.11.1	Strojní svěráky.....	171
11.11.2	Univerzální sklíčidla a licí desky.....	174
11.12	Ustavování a upínání rotačních součástí.....	176
11.12.1	Upínací trny pevné.....	176
11.12.2	Rozpínací trny.....	177
11.12.3	Kleštiny.....	178
11.13	Vrtací přípravky.....	179
12	MECHANIZACE UPÍNÁNÍ.....	181
12.1	Pneumatické upínání.....	181
12.2	Hydraulické upínání.....	183
12.3	Pneumaticko-hydraulické servopohony.....	183
12.4	Upínání elektrické.....	184
12.5	Upínání elektromagnetické.....	184
13	POUŽITÁ LITERATURA.....	185
14	OBSAH.....	186
15	PŘÍLOHY(obsah viz internet <i>kst2.fme.vutbr.cz/obrabeni/publikace/data/nap.zip</i>).....	189

15 PŘÍLOHY (obsah)

1	ROVINY V NÁSTROJOVÉ SOUŘADNICOVÉ SOUSTAVĚ.....	3
1.1	Rovinné frézování.....	3
1.2	Kotoučová fréza vypouklá.....	4
1.3	Šroubovitý vrták.....	5
2	NÁSTROJOVÉ ÚHLY.....	6
2.1	Nástrojové úhly největšího spádu čela a hřbetu při soustružení.....	6
2.2	Nástrojové úhly nastavení hlavního ostří a doplňkového úhlu soustružnického nože pravého přímého a rohového.....	7
2.3	Frézovací hlava.....	8
2.4	Šroubovitý vrták.....	9
2.5	Závislosti mezi úhly v nástrojových souřadnicových soustavách.....	10
2.6	Nástrojové a pracovní souřadnicové systémy.....	11
2.6.1	Pravého soustružnického nože.....	12
2.6.2	Levého soustružnického nože.....	13
2.6.3	Úhly nastavení.....	14
2.6.4	Úhly pohybu.....	15
2.6.5	Podélné soustružení.....	15
2.6.6	Rovinné frézování válcovou frézou.....	16
3	NÁSTROJOVÉ MATERIÁLY.....	17

3.1	Rozdělení a označení ocelí na nástroje dle ČSN.....	17
3.2	Přehled některých nástrojových ocelí uhlíkových.....	18
3.3	Přehled některých nástrojových ocelí slitinových.....	19
3.4	Přehled některých nástrojových ocelí rychlořezných.....	21
3.5	Tabulka tepelného zpracování ocelí na odlitky dle ČSN 422992.....	24
3.6	Tabulka označení slinutých karbidů dle ISO 513.....	25
3.7	Označení skupin použití tvrdých řezných materiálů dle ISO 513.....	27
3.8	Porovnání nástrojových materiálů různých výrobců.....	28
3.9	Vlastnosti nepovlakovaných slinutých karbidů firmy PRAMET Šumperk, pro soustružení, vrtání a vyvrtávání.....	29
3.10	Doporučené použití nepovlakovaných slinutých karbidů firmy PRAMET Šumperk, pro soustružení.....	30
3.11	Doporučené použití povlakovaných slinutých karbidů firmy PRAMET Šumperk, pro soustružení.....	30
3.12	Doporučené použití nepovlakovaných slinutých karbidů firmy PRAMET Šumperk, pro frézování.....	31
3.13	Doporučené použití povlakovaných slinutých karbidů firmy PRAMET Šumperk, pro frézování.....	32
3.14	Vlastnosti karbidů, nitridů a oxidů.....	33
3.15	Vlastnosti karbidů a nitridů.....	35
3.16	Vybrané vlastnosti keramických a polykrystalických řezných materiálů ve srovnání se slinutými karbidy.....	36
3.17	Vlastnosti cermetů a řezné keramiky firmy ISCAR.....	37
3.18	Vlastnosti a použití supertvrdých řezných materiálů SUMITOMO.....	37
3.19	Druhy a použití ŘK firmy WIDIA.....	38
3.20	Cermety-použití a srovnání s některými řeznými materiály.....	38
3.21	Použití řezných materiálů firmy NTK.....	39
3.22	Značení brousících kotoučů dle ČSN.....	40
3.23	Doporučené brousící kotouče pro jednotlivé základní způsoby broušení.....	41
4	SOUSTRUŽNICKÉ NOŽE S MECHANICKY UPÍNANÝMI ŘD	44
4.1	Základní druhy nožů firmy SANDVIK-Coromant.....	44
4.1.1	Soustružnické nože pro vnější soustružení.....	44
4.1.2	Upínací systémy pro upnutí ŘD z keramiky a kubického nitridu bóru.....	46
4.1.3	Soustružnické nože pro vnitřní obrábění.....	47
4.1.4	Skládané nástroje-kazety.....	48
4.1.5	Upínací systémy řezných destiček – schéma.....	49
4.1.6	Stanovení správné volby řezných destiček.....	51
4.1.7	Základní parametry řezných destiček.....	54
4.1.8	Stanovení geometrie řezných destiček.....	57
4.1.9	Doporučené řezné podmínky.....	58
4.1.10	Upichovací a zapichovací nože.....	69
4.1.11	Geometrie upichovacích řezných destiček.....	71
4.1.12	Držáky upichovacích nástrojů.....	72
4.1.13	Vicenožové upichovací a zapichovací systémy.....	73
4.1.14	Stanovení správné volby upichovacích a zapichovacích řezných destiček.....	75
4.1.15	Doporučené řezné podmínky upichování, zapichování a profilového soustružení.....	79
4.2	Základní druhy nožů firmy WIDIA.....	82
4.2.1	Soustružnické nože pro vnější soustružení.....	83
4.2.2	Soustružnické nástroje pro vnitřní soustružení.....	85
4.2.3	Krátké upínací držáky – kazety.....	87

4.2.4	Stanovení správné volby řezných destiček.....	89
4.2.5	Základní parametry a geometrie řezných destiček.....	92
4.2.6	Doporučené řezné podmínky.....	99
4.2.7	Upichovací a zapichovací nože.....	100
4.2.8	Druhy a geometrie upichovacích řezných destiček.....	101
4.2.9	Doporučené řezné podmínky a geometrie upichovacího, zapichovacího a tvarového soustružení.....	103
5	FRÉZY	110
5.1	Frézy z RO dle ČSN ISO firmy ZPS Zlín.....	110
5.2	Značení frézovacích nástrojů s řeznými destičkami.....	120
5.3	Frézovací nástroje s řeznými destičkami firmy SANDVIK-Coromant.....	121
5.3.1	Čelní frézy.....	122
5.3.2	Možnosti využití frézovacích nástrojů.....	123
5.3.3	Použití frézovacích nástrojů.....	135
5.3.4	Geometrie řezných destiček.....	146
5.3.5	Doporučené řezné podmínky.....	149
5.4	Frézovací nástroje firmy WIDIA.....	161
5.4.1	Druhy frézovacích nástrojů.....	161
5.4.2	Doporučené řezné podmínky.....	163
5.4.3	Nástrojové úhly.....	183
6	NÁSTROJE NA OTVORY	184
6.1	Vrtáky.....	184
6.1.1	Šroubovité a tvarové vrtáky dle ČSN.....	184
6.1.2	Vrtáky s řeznými destičkami firmy SANDVIK-Coromant.....	190
6.1.2.1	Vrtáky COROMANT DELTA.....	192
6.1.2.1.1	Konstrukční parametry vrtáku COROMANT DELTA.....	193
6.1.2.1.2	Řezné podmínky pro vrtáky COROMANT DELTA.....	194
6.1.2.2	Vrtáky COROMANT „U“.....	201
6.1.2.2.1	Konstrukční parametry vrtáků COROMANT „U“.....	203
6.1.2.2.2	Řezné destičky pro vrtáky COROMANT „U“.....	205
6.1.2.2.3	Řezné podmínky pro vrtáky COROMANT „U“.....	206
6.1.3	Nástroje na vrtání hlubokých děr firmy SADVIK – Coromant.....	209
6.1.3.1	Základní způsoby vrtání hlubokých děr.....	209
6.1.3.2	Základní druhy vrtáků na hluboké díry.....	210
6.1.3.3	Strojní zařízení pro vrtání hlubokých děr.....	213
6.1.3.3.1	Pro ejektorové vrtání.....	213
6.1.3.3.2	Pro STS (BTA) vrtání.....	214
6.1.3.3.3	Pro vrtání hlavní.....	215
6.1.3.4	Řezné destičky pro ejektorové vrtání.....	216
6.1.3.5	Řezné podmínky.....	217
6.1.3.5.1	Trepanační vrtání.....	217
6.1.3.5.2	Ejektorové vrtání.....	223
6.1.3.5.3	STS (BTA) vrtání.....	227
6.1.3.5.4	Vrtání hlavní.....	228
6.1.4	Symbolika a stanovení řezné síly při vrtání.....	231
6.1.5	Vyvrátací nástroje.....	233
6.1.5.1	Vyvrátací nástroje firmy SANDVIK-Coromant.....	233
6.1.5.2	Použití a řezné podmínky.....	236
6.1.5.3	Vyvrátací hlavy ČS výroby.....	241
6.2	Výhrubníky, výstružníky, záhlubníky ČS výroby.....	245
7	NÁSTROJE NA ZÁVITY	252

7.1	Závitové nože.....	252
7.1.1	Kotoučové závitové nože ČS výroby.....	252
7.2	Závitové nože s ŘD.....	253
7.2.1	Označení držáků závitových nožů dle ISO.....	253
7.2.2	Označení ŘD pro soustružení dle ISO.....	254
7.3	Závitníky ČS výroby – příklady.....	255
7.3.1	Ruční sadové závitníky.....	255
7.3.2	Strojní závitníky.....	256
7.3.3	Maticové závitníky.....	257
7.3.4	Tvářecí závitníky.....	258
7.4	Závitové kruhové čelisti.....	258
7.5	Závitovězné hlavy.....	260
7.6	Závitové hlavy.....	261
7.7	Závitové válcovací hlavy.....	262
7.8	Závitové frézy.....	263
7.8.1	Firmy FRANKEN.....	263
7.8.2	Frézy na závitů firmy SANDVIK-Coromant s vyměnitelnými ŘD.....	266
7.9	Závitníky sadové na lichoběžníkový závit.....	268
8	NÁSTROJE NA OZUBENÍ.....	269
8.1	Kotoučové frézy modulové firmy FRANKEN.....	269
8.2	Tvarové kotoučové frézy na šneky firmy FRANKEN.....	270
8.3	Tvarové kotoučové frézy na řetězová kola firmy FRANKEN.....	271
8.4	Tvarové kotoučové frézy na rovnoboké drážkové hřídele ČS výroby.....	272
8.5	Odvalovací frézy na čelní ozubená kola firmy FRANKEN.....	273
8.6	Odvalovací frézy na řetězová kola firmy FRANKEN.....	274
8.7	Odvalovací frézy na ozubené řemenice firmy FRANKEN.....	275
8.8	Odvalovací frézy na rovnoboké drážkové hřídele firmy FRANKEN.....	276
8.9	Odvalovací frézy na evolventní drážkové hřídele firmy FRANKEN.....	277
8.10	Odvalovací frézy na jemné rovnoboké drážkové hřídele firmy FRANKEN.....	278
8.11	Odvalovací frézy na šneková kola firmy FRANKEN.....	279
8.12	Obrázecí nože kotoučové nástřené ČS výroby.....	280
8.13	Ševingovací kotouče ČS výroby.....	281
9	Souprava upínacích držáků nástrojů firmy SANDVIK-Coromant.....	282
10	PŘÍPRAVKY.....	283
10.1	Vliv přípravků na přesnost výroby.....	283
10.1.1	Vztah mezi drsností povrchu obrobku a stupněm lícování.....	284
10.1.2	Drsnost povrchu dosahovaná jednotlivými způsoby obrábění.....	285
10.1.3	Hospodárná přesnost a drsnost povrchů obrobených ploch válcových.....	286
10.1.4	Nepřesnost ustavení obrobku při upnutí v kleštinách a tříčelistových sklíčidlech bez vyrovnání.....	287
10.1.5	Nepřesnost ustavení obrobků upnutých pomocí trnů a upínacích pouzder... ..	288
10.1.6	Přesnost univerzálních sklíčidel.....	289
10.1.7	Nepřesnost ustavení obrobků v přípravcích s pevnými oporami.....	290
10.1.8	Nepřesnost ustavení obrobků do 60 mm, upnutých ve strojním svěráku a chyba ustavení obrobků upnutých a vyrovnaných na válcové ploše.....	291
10.2	Přehled nepřesností ustavení při obrábění součástí v přípravcích.....	292
10.3	Základní způsoby upínání obrobků.....	295
10.4	Přehled nejčastěji používaných klínových mechanismů.....	299
10.5	Klínové mechanismy s jedním plunžrem vedeným na dvou stranách.....	300
10.6	Samostředící klínové mechanismy se dvěma a více upínacími plunžry.....	301

10.7	Příklad konstrukce frézovacího přípravku klínového s pneumatickým upínáním	301
10.8	Příklady použití upínek a pomocných mechanismů při upínání.....	302
10.8.1	Háčková upínka.....	309
10.9	Příklady použití výstředníků, vaček a pomocných mechanismů při upínání...	310
10.10	Příklady použití normalizovaných litých profilů při konstrukci přípravků.....	316
10.11	Základní spojovací části přípravků.....	317
10.12	Základní prvky přípravků s doporučeným použitím materiálu a tepelného zpracování.....	318
10.13	Strojní svěráky ČS výroby.....	324
10.13.1	Základní typy strojních svěráků.....	330
10.14	Sklíčidla ČS výroby.....	332
10.14.1	Příklady konstrukce sklíčidel a lícních desek.....	342
11	PODKLADY PRO CVIČENÍ.....	343

