

OBSAH

1. Úvod	11
2. Orientační klíč	12
3. Přehled brusek	14
3.1 Brusky hrotové	14
3.1.1 Brusky univerzální	14
3.1.2 Brusky produkční	22
3.2 Brusky zapichovací	25
3.3 Brusky vícevřeteníkové	30
3.4 Brusky na klikové hřídele	33
3.5 Brusky na válce	37
3.6 Speciální brusky	39
3.7 Brusky bezhroté	40
3.8 Výrobní program broušicích strojů n. p. TOS Hostivař	45
3.9 Závěr	49
4. Postup při výběru stroje	50
4.1 Logické schéma výběru stroje	50
4.2 Parametry stroje	51
4.3 Univerzálnost stroje	52
4.4 Přesnost stroje	52
4.4.1 Válcovitost obrobku	52
4.4.2 Kuželovitost obrobku	53
4.4.3 Kruhovitost obrobku	54
4.4.4 Výška vln na obrobku	56
4.4.5 Drsnost povrchu obrobku	58
4.4.6 Přesnost rozměru obrobku	59
4.4.7 Přesnost axiálních ploch	60
4.4.8 Vzhledové vady broušeného povrchu	61
4.4.9 Zvláštní požadavky	62
4.5 Výkonnost stroje	62
4.6 Stupeň automatizace, mechanizace a vybavení stroje	63
4.7 Provozní spolehlivost	64
4.8 Příklady chyb při volbě stroje	64
4.9 Závěr	65
5. PŘÍKLADY BROUŠENÝCH OBROBKŮ	66
5.1 Technologie broušení	66
5.1.1 Způsoby broušení mezi hroty	67
5.2 Technologické rozdělení obrobků	69
5.3 Příklady broušení typických obrobků	74
5.4 Příklady obrobků broušených na seřizovaných strojích	74

6. SLEDOVACÍ A OVLÁDACÍ MĚŘIDLA	98
6.1 Účel sledovacích měřidel	98
6.2 Základní typy sledovacích a ovládacích měřidel	99
6.2.1 Funkce sledovacích a ovládacích měřidel	99
6.2.2 Pracovní cyklus brusek ovládaných měřidlem	101
6.3 Způsoby snímání rozměrů	106
6.3.1 Dotykový způsob snímání rozměrů	107
6.3.2 Typy dotykového snímání rozměrů	107
6.3.3 Rozdělení měřidel podle způsobu upevnění snímací části	110
6.4 Pracovní principy sledovacích měřidel	113
6.4.1 Měřidla mechanická	113
6.4.2 Měřidla elektrokontaktní	114
6.4.3 Měřidla elektronická	114
6.4.4 Pneumatická měřidla kontaktní	116
6.4.5 Pneumatická měřidla bezdotyková	117
6.5.6 Fotoelektrická měřidla	118
6.5 Hlavní části měřidel	118
6.5.1 Měřicí hlava	119
6.5.2 Dotyky a držáky dotyků	119
6.5.3 Měřicí snímače	120
6.5.4 Zařízení pro snímání rozměru přerušovaných ploch	120
6.5.5 Napájecí část	121
6.5.6 Zesilovač a indikační zařízení	121
6.5.7 Skříňka s ovládacími impulsy	122
6.6 Použití sledovacích a ovládacích měřidel u brusek	122
6.6.1 Rozdělení brusek	122
6.6.2 Brusky podle ovládaní pracovního cyklu s měřidly	122
6.6.3 Měřidla na hrotových bruskách	125
6.6.4 Použití měřidel při broušení děr	126
6.6.5 Měřidla u plošných brusek	129
6.6.6 Měřidla u brusek na klikové hřídele	130
6.6.7 Měřidla u bezhrotých brusek	130
6.6.8 Elektrohydraulické ovládaní stroje při použití měřidla	133
6.7 Příklady broušení s měřidlem	134
6.7.1 Broušení s ovládacím měřidlem	134
6.7.2 Automatické párování	136
6.7.3 Výkony broušení s měřidlem a bez měřidla	140
6.8 Výsledná přesnost broušení se sledovacími měřidly	140
6.8.1 Přesnost měření sledovacími a ovládacími měřidly	142
6.8.2 Přesnost brusky	142
6.8.3 Výsledná přesnost stroje a měřidla	143
6.9 Přehled hlavních typů měřidel	146
7. ZVYŠOVÁNÍ PŘESNOSTI DOSAVADNÍCH STROJŮ	149
7.1 Válcovitost obrobku	149
7.1.1 Časově stálá geometrická přesnost podélných vodicích ploch a vzájemná poloha proti brusnému kotouči	149
7.1.2 Poddajnost obrobků	151
7.2 Přesnost rozměru	152
7.2.1 Tuhost a přesnost přísuvového mechanismu	153
7.2.2 Tepelné deformace	153
7.2.3 Použití sledovacích měřidel	153

7.2.4	Vhodná koncepce a konstrukce přísuvového mechanismu z hlediska požadovaných hodnot přístavení	154
7.3	Kruhovitost obrobku	155
7.3.1	Vliv kruhovitosti středicích důlků a hrotů	155
7.3.2	Vliv správné funkce koníku	157
7.3.3	Další vlivy působící na kruhovitost obrobku	157
7.3.4	Broušení letmo upnutého obrobku	158
7.4	Vlnitost obrobku	158
7.4.1	Kmitání vynucené zdroji na stroji	158
7.4.2	Samobuzené kmitání	162
7.4.3	Kmitání vynucené zdroji mimo stroj	163
7.5	Drsnost povrchu	163
7.5.1	Vliv relativního chvění na drsnost povrchu obrobku	164
7.6	Vzhledové vady broušeného povrchu	165
8.	ZVYŠOVÁNÍ VÝKONU BROUŠENÍ	167
8.1	Základy normování	167
8.2	Možnosti a příklady zvyšování výkonu	170
8.2.1	Automatický cyklus broušení	170
8.2.2	Použití sledovacího měřidla	171
8.2.3	Prodloužení intervalu orovnávací volbou kotouče	171
8.2.4	Zkrácení orovnávacího času	172
8.2.5	Zrychlení upínání a nakládání obrobku	172
8.2.6	Překrytí strojních časů	173
8.2.7	Broušení na bezhrotých bruskách	174
8.2.8	Zvýšení výkonu volbou technologických podmínek	175
8.2.9	Omezení výkonu vlastnostmi kotouče	176
8.2.10	Broušení většími řeznými rychlostmi	179
8.2.11	Chlazení obrobku	180
8.2.12	Elektroabrazivní broušení	181
8.3	Závěr	182
9.	ZPŮSOB BROUŠENÍ A URČENÍ ŘEZNÝCH PODMÍNEK	183
9.1	Vhodně volený brusný kotouč	183
9.1.1	Volba kotouče z hlediska dosažení předepsané drsnosti povrchu, popř. vlnitosti	186
9.1.2	Výkonnost brusných kotoučů	188
9.1.3	Vhodnost kotoučů z hlediska dodržení předepsaného tvaru obrobku	190
9.2	Způsob a podmínky broušení	190
9.2.1	Vliv základních řezných podmínek na drsnost povrchu	193
9.3	Způsob orovnávacího brusného kotouče	195
9.3.1	Způsoby orovnávacího a druhy orovnávačů	196
9.3.1.1	Bezdiamantové orovnávače	196
9.3.1.2	Diamantové orovnávače	197
9.4	Použití a čistota chladicí kapaliny	203
9.5	Délka vyjiskření	205
10.	KONTROLNÍ MĚŘENÍ STROJŮ	206
10.1	Válcovitost obrobku	207
10.1.1	Zajištění válcovitosti obrobku podle ČSN 20 0345	207
10.1.2	Grafické vyhodnocení přímosti (měření 1)	208
10.1.3	Měření přímosti vodicích ploch v rovině vodorovné	209
10.1.4	Měření přímosti vodicích ploch autokolimátorem	210

10.2	Kuželovitost obrobku	210
10.3	Kruhovitost obrobku	210
10.3.1	Měření kruhovitosti	210
10.3.2	Zajištění kruhovitosti obrobku podle ČSN 20 0345 při broušení mezi hroty	212
10.3.3	Zajištění kruhovitosti obrobku podle ČSN 20 0345 při broušení letmo (pouze u univerzálních brusek)	214
10.4	Výška vln na obrobku	215
10.4.1	Měření vln	215
10.4.2	Zajištění přípustné vlnitosti podle ČSN 20 0345	216
10.4.3	Chvění stroje	218
10.4.4	Chvění elektromotorů	219
10.5	Drsnost povrchu obrobku	219
10.5.1	Měření drsnosti povrchu	219
10.5.2	Zajištění požadované drsnosti podle ČSN 20 0345	220
10.6	Přesnost rozměrů obrobků	220
10.6.1	Zajištění přesnosti rozměru podle ČSN 20 0345	220
10.6.2	Hodnocení měření podle ČSN 20 0345	222
10.7	Přesnost axiálních ploch	223
10.7.1	Zajištění přesnosti axiálních ploch podle ČSN 20 0345	223
10.8	Šroubovice na broušeném válci	225
10.9	Chyby tvaru kuželů	225
10.9.1	Zajištění tvaru broušených kuželů podle ČSN 20 0345	225
10.10	Seznam norem souvisejících s přesností brusek	226
10.11	Závěr	227

11. PŘÍČINY A ODSTRANĚNÍ ZÁVAD U HLAVNÍCH SKUPIN BRUSEK 228

11.1	Hlavní části brusek	228
11.2	Brusný vřeteník	230
11.2.1	Chvění a přesnost brusného vřeteníku	230
11.2.2	Vyvážení brusného kotouče	231
11.2.3	Orovnávání brusného kotouče	236
11.2.4	Elektromotory	237
11.2.5	Snížení chvění elektromotorů	238
11.2.6	Ložiska brusného vřeteníku	241
11.2.7	Řemenový převod	243
11.3	Pracovní vřeteník	244
11.3.1	Otáčky pracovního vřeteníku	244
11.3.2	Chvění pracovního vřeteníku	245
11.3.3	Poruchy pracovního vřeteníku	247
11.4	Hydraulický koník	247
11.5	Stoly	248
11.5.1	Natáčení stolu	248
11.5.2	Vedení stolu a mazání	249
11.5.3	Ruční podélný posuv stolu	249
11.5.4	Poruchy ve funkci stolu	250
11.6	Hydraulický obvod	251
11.6.1	Použití hydraulických obvodů	251
11.6.2	Oleje	252
11.6.3	Závady způsobené pracovním médiem	253
11.6.4	Vliv teploty oleje	254
11.6.5	Tlak v hydraulickém obvodu	255

11.6.6 Čištění stroje	255
11.6.7 Charakteristické poruchy hydraulických mechanismů a jejich odstranění	256
11.7 Elektroinstalace	257
11.7.1 Údržba elektroinstalace	257
11.7.2 Zásady elektroinstalace a jejich odstranění	258
11.8 Závady při broušení	260
Použitá a doporučená literatura	265