

| | | |
|-----------|--|----|
| | PŘEDMLUVA | 11 |
| I | ÚVOD | 13 |
| 1 | Požadavky kladené na obráběcí stroje | 13 |
| 2 | Zásady pro konstrukci | 17 |
| 3 | Pracovní přesnost | 23 |
| 3.1 | Kvalita zpracování obráběcího stroje | 24 |
| 3.2 | Tuhost obráběcího stroje | 25 |
| 3.3 | Přesnost nastavení nástroje | 27 |
| 3.4 | Tepelné deformace | 32 |
| 4 | Tuhost | 36 |
| 4.1 | Volba tvaru a materiálu součástí se zřetelem na tuhost | 39 |
| 4.2 | Tuhost složených soustav | 42 |
| 4.3 | Styková tuhost | 45 |
| 4.4 | Tuhost spojení | 50 |
| 4.4.1 | Spojení s rovinným stykem | 50 |
| 4.4.2 | Spojení se stykem na rotačních válcových a kuželových plochách | 53 |
| 4.4.3 | Spojení s bodovým stykem | 57 |
| 4.5 | Tuhost převodových soustav | 60 |
| 4.6 | Vliv tuhosti na funkci obráběcího stroje | 62 |
| 5 | Kmitání v obráběcích strojích | 63 |
| 5.1 | Harmonický pohyb a jeho vyjádření pomocí vektorů a komplexních čísel | 64 |
| 5.2 | Kmitání o jednom stupni volnosti | 66 |
| 5.3 | Kmitání o dvou stupních volnosti | 72 |
| 5.4 | Kmitání o třech a více stupních volnosti | 78 |
| 5.5 | Samobuzení kmitání | 80 |
| 5.5.1 | Princip postupného rozkmitávání | 80 |
| 5.6 | Redukce hmotností a tuhostí | 84 |
| 5.7 | Nelinearita | 85 |
| 5.8 | Zdroje kmitání | 86 |
| II | POHONY A MECHANISMY | 88 |
| 6 | Kinematika obráběcích strojů | 88 |
| 7 | Volba motoru a účinnost | 93 |
| 7.1 | Pohony | 95 |
| 7.1.1 | Hlavní řezný pohyb | 95 |
| 7.1.2 | Posuv nástroje (obrobku) | 96 |
| 7.1.3 | Přísuv | 97 |
| 7.1.4 | Pomocné pohyby | 97 |
| 7.2 | Účinnost | 98 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 7.2.1 | Výkonová účinnost | 98 |
| 7.2.2 | Energetická účinnost | 100 |
| 7.2.3 | Účinnost mechanických převodů při rozběhu a brzdění | 100 |
| 8 | Elektrické pohony | 101 |
| 8.1 | Návrh pohonu | 102 |
| 8.2 | Elektrické stroje pro pohony | 103 |
| 8.2.1 | Stejnoseměrný stroj | 103 |
| 8.2.2 | Asynchronní stroj | 105 |
| 8.2.3 | Krokový motor | 105 |
| 8.2.4 | Lineární motor | 106 |
| 8.2.5 | Chlazení elektrických strojů | 106 |
| 8.3 | Rychlostní charakteristiky motorů | 106 |
| 8.4 | Prostředky k modifikaci charakteristik | 108 |
| 8.4.1 | Ventily | 108 |
| 8.4.2 | Spojení měničů | 109 |
| 8.4.3 | Komutace měniče | 111 |
| 8.5 | Pohony se stejnosměrnými motory | 112 |
| 8.6 | Pohony s asynchronními motory | 115 |
| 8.7 | Regulace pohonů | 117 |
| 8.8 | Poznámky k literatuře | 119 |
| 9 | Hydraulické mechanismy | 119 |
| 9.1 | Strukturní uspořádání hydraulických mechanismů | 122 |
| 9.2 | Řízení parametrů přenášené energie | 125 |
| 9.3 | Hydraulické servomechanismy | 130 |
| 9.4 | Syntéza hydraulických servomechanismů | 131 |
| 10 | Mechanismy ke změně otáček | 132 |
| 10.1 | Normalizované řady otáček a posuvů | 132 |
| 10.2 | Základní převodové systémy ozubených kol | 135 |
| 10.3 | Převodové systémy plynulé změny otáček | 140 |
| 10.4 | Tvoření kinematických schémat složených převodových systémů | 140 |
| 10.5 | Uspořádání převodů a převodovek | 145 |
| 10.6 | Pohony s plynulou změnou otáček | 148 |
| 11 | Zatížení převodových mechanismů | 151 |
| 11.1 | Statické zatížení | 152 |
| 11.2 | Dynamické zatížení | 154 |
| 12 | Zásady pro konstrukci převodovek | 156 |
| 13 | Ložiska | 162 |
| 13.1 | Ložiska kluzná | 162 |
| 13.1.1 | Kluzná ložiska hydrodynamická | 163 |
| 13.1.2 | Hydrostatická ložiska | 166 |
| 13.2 | Ložiska valivá | 178 |
| 13.2.1 | Deformace valivých ložisek zatížených silou | 180 |
| 13.2.2 | Deformace valivých ložisek zatížených dvojicí | 192 |
| 13.2.3 | Náhradní zatížení | 198 |
| 14 | Spojovací součásti | 200 |
| 14.1 | Výpočet šroubů | 203 |
| 14.2 | Výpočet kolíků | 204 |
| 14.3 | Výpočet zděří | 204 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 15 | Hřídele | 204 |
| 16 | Unášivá spojení | 212 |
| 16.1 | Pera | 213 |
| 16.2 | Drážkové hřídele | 214 |
| 16.3 | Spojení s přesahem — nalisováním | 215 |
| 16.3.1 | Lisování za stejné teploty součástí | 217 |
| 16.3.2 | Lisování při různé teplotě součástí | 217 |
| 16.3.3 | Spojení na kužel | 218 |
| 16.4 | Tuhost spojení | 219 |
| 17 | Ozubená kola | 219 |
| 17.1 | Výhody a nevýhody ozubených kol | 220 |
| 17.2 | Použití ozubených kol v obráběcích strojích | 220 |
| 17.3 | Materiál ozubených kol pro obráběcí stroje | 221 |
| 17.4 | Výpočet ozubených kol | 221 |
| 17.5 | Stanovení rovnoměrné doby běhu ozubených kol | 223 |
| 17.6 | Přesnost ozubených kol | 228 |
| 17.7 | Konstrukční provedení ozubených kol | 229 |
| 17.8 | Šnekové převody | 230 |
| 17.9 | Vymezení vůle v převodech ozubených kol | 230 |
| 17.10 | Deformace zubů | 232 |
| 18 | Řemenové a řetězové převody | 235 |
| 18.1 | Řemenové převody | 235 |
| 18.2 | Řetězové převody | 241 |
| 19 | Spojky a volnoběžky | 241 |
| 19.1 | Tuhé spojky | 243 |
| 19.2 | Poddajné spojky | 243 |
| 19.3 | Výsuvné spojky | 247 |
| 19.3.1 | Zubové spojky | 247 |
| 19.3.2 | Třecí spojky | 249 |
| 19.4 | Pojistné spojky | 253 |
| 19.5 | Volnoběžky | 254 |
| 20 | Brzdy | 258 |
| 20.1 | Brzdy pásové | 258 |
| 20.2 | Brzdy čelistové | 260 |
| 21 | Ústrojí pro přerušovaný otáčivý pohyb | 261 |
| 21.1 | Maltézské mechanismy | 262 |
| 21.1.1 | Vnější maltézský mechanismus | 262 |
| 21.1.2 | Vnitřní maltézský mechanismus | 264 |
| 21.1.3 | Modifikované konstrukce maltézských mechanismů | 267 |
| 21.2 | Váčkové mechanismy | 275 |
| 21.3 | Rohatka se západkou | 277 |
| 22 | Ústrojí pro přímočarý pohyb | 279 |
| 22.1 | Šroub a matice | 281 |
| 22.1.1 | Přesnost | 281 |
| 22.1.2 | Šroub a matice se třením kluzným | 286 |
| 22.1.3 | Hydrostatická matice | 287 |
| 22.1.4 | Šroub a matice se třením valivým | 288 |
| 22.2 | Šnek a šnekový hřeben | 294 |
| 22.2.1 | Šnek a šnekový hřeben se třením kluzným | 294 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 22.2.2 | Šnek a šnekový hřeben se třením valivým | 295 |
| 22.3 | Šnek a hřeben se šiknými zuby | 296 |
| 22.4 | Pastorek a hřeben | 296 |
| 22.5 | Vačkový mechanismus | 296 |
| 22.5.1 | Účinnost vačkového mechanismu | 297 |
| 22.5.2 | Dynamika vačkového mechanismu | 298 |
| 22.5.3 | Transformace souřadnic pro kotoučovou vačku | 302 |
| 22.5.4 | Směrnice pro konstrukci vaček | 305 |
| 22.5.5 | Systémy řízení vačkových automatů | 306 |
| 22.5.6 | Výroba vaček | 308 |
| 22.6 | Klikové mechanismy | 308 |
| 22.6.1 | Jednoduchý klikový mechanismus | 308 |
| 22.6.2 | Klika s kývavou kulisou (Whitworthův mechanismus) | 310 |
| 22.6.3 | Klika s otáčivou kulisou | 312 |
| 22.6.4 | Dvojitý kulisový mechanismus | 312 |
| 22.7 | Magnetostrikční ústrojí | 313 |
| 22.8 | Ústrojí s deformačním členem | 313 |
| 23 | Ústrojí k ustavení a zajištění polohy | 314 |
| 23.1 | Ústrojí s kuželovou nebo klínovou západkou | 314 |
| 23.2 | Ústrojí se dvěma západkami s předpětím | 317 |
| 23.3 | Úpnutí na kuželové ploše | 322 |
| 23.4 | Úpnutí na rovinné ploše | 323 |
| 24 | Systémy automatické výměny nástrojů | 324 |
| 24.1 | Systémy s nosnými zásobníky | 324 |
| 24.2 | Systémy se skladovacími zásobníky | 327 |
| 24.3 | Systémy kombinované | 332 |
| 24.4 | Úpinání, držáky a kódování nástrojů | 333 |
| III | RÁMY | 337 |
| 25 | Konstrukce a výroba ráků | 337 |
| 25.1 | Tvar ráků | 338 |
| 25.2 | Materiál ráků | 339 |
| 25.3 | Tloušťka stěn, žebrování a tvar částí ráků | 341 |
| 26 | Tuhost ráků | 345 |
| 26.1 | Metoda přenosových matic | 347 |
| 26.1.1 | Rovinný systém | 347 |
| 26.1.2 | Prostorový systém | 351 |
| 26.1.3 | Rozvětvený systém | 356 |
| 26.2 | Metoda součtu deformací | 360 |
| 26.2.1 | Rovinný systém | 360 |
| 26.2.2 | Prostorový systém | 362 |
| 26.3 | Metoda nulových vzájemných deformací | 364 |
| 26.4 | Místní deformace, borcení stěn, spojení se základem | 367 |
| 26.5 | Dodatek | 370 |
| 27 | Zpevňování | 372 |
| 27.1 | Zpevňování přímočaře přemísťovaných částí | 374 |
| 27.2 | Zpevňování kruhově přemísťovaných částí | 379 |
| 28 | Modelový výzkum | 380 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| IV | VEDENÍ | 386 |
| 29 | Definice, rozdělení, požadavky | 386 |
| 30 | Vedení přímočará | 388 |
| 30.1 | Přímočará vedení kluzná | 391 |
| 30.1.1 | Saně s jednoduchým vedením | 394 |
| 30.1.2 | Saně se složeným vedením | 398 |
| 30.1.3 | Smýkadla | 400 |
| 30.1.4 | Válcové vedení | 403 |
| 30.1.5 | Odlehčené kluzné vedení | 404 |
| 30.1.6 | Přímočará vedení kluzná s obložením | 405 |
| 30.2 | Hydrostatická vedení | 409 |
| 30.3 | Přímočará vedení valivá | 413 |
| 30.3.1 | Deformace základního stykového elementu valivého vedení | 416 |
| 30.3.2 | Rozdělení valivých vedení | 417 |
| 30.3.3 | Uspořádání valivých vedení a příklady konstrukcí | 421 |
| 30.3.4 | Výpočty valivých vedení | 433 |
| 30.4 | Výpočet přímočarých vedení při uvažování deformací těles | 439 |
| 30.4.1 | Výpočty zatížení pružných elementů | 441 |
| 30.4.2 | Uvažování vlivu nelinearity deformačních charakteristik pružných elementů | 446 |
| 30.4.3 | Výpočty posuvových deformací | 447 |
| 30.4.4 | Způsob použití v konkrétních případech | 449 |
| 30.5 | Vymezování vůle, stírače, kryty | 451 |
| 31 | Vedení kruhová | 455 |
| 31.1 | Kruhová vedení kluzná | 457 |
| 31.2 | Kruhová vedení hydrostatická | 460 |
| 31.3 | Kruhová vedení valivá | 461 |
| 32 | Vřetena | 463 |
| 32.1 | Požadavky na vřetena | 464 |
| 32.2 | Přesnost chodu vřetena | 465 |
| 32.3 | Tuhost vřeten | 467 |
| 32.4 | Uložení vřeten | 471 |
| 32.4.1 | Kluzná ložiska | 472 |
| 32.4.2 | Valivá ložiska | 474 |
| 32.4.3 | Příklady uložení vřeten ve valivých ložiskách | 478 |
| 32.5 | Přední konce vřeten | 482 |
| V | ŘÍZENÍ A OVLÁDÁNÍ | 483 |
| 33 | Principy řízení | 483 |
| 33.1 | Definice ovládání, řízení a regulace | 483 |
| 33.2 | Pracovní a ovládací stanoviště | 484 |
| 33.3 | Ovládací panely a pulty | 486 |
| 34 | Prvky ručního ovládání | 488 |
| 34.1 | Základní požadavky na ruční ovládací zařízení | 488 |
| 34.2 | Ovládací prvky — ovládače | 493 |
| 34.3 | Sdělovací prvky — sdělovače | 496 |
| 35 | Automatické řídicí systémy | 497 |
| 35.1 | Nepružné řízení jako funkce času | 498 |
| 35.2 | Nepružné řízení jako funkce dráhy | 500 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 35.3 | Nepružné řízení jako funkce rozměrů obrobku | 501 |
| 35.4 | Pružné programové řízení obráběcích strojů | 502 |
| 35.5 | Programové řízení pracovních podmínek a zásahů nástrojů | 502 |
| 35.6 | Řízení reprodukované | 503 |
| 35.7 | Číslicové řízení obráběcích strojů | 503 |
| 35.8 | Základní členy systémů číslicového řízení | 504 |
| 35.9 | Příprava programu pro číslicově řízené obráběcí stroje | 508 |
| 35.10 | Využití univerzálních samočinných počítačů pro řízení obráběcích strojů | 511 |
| 36 | Odměřovací systémy a čidla | 515 |
| 36.1 | Odměřování dráhy | 515 |
| 36.2 | Čidla pro odměřování dalších veličin procesu obrábění | 522 |
| VI | DODATEK | 524 |
| 37 | Mazání a chlazení | 524 |
| 37.1 | Mazání | 524 |
| 37.1.1 | Volba maziva | 524 |
| 37.1.2 | Samočinný mazací oběh | 524 |
| 37.1.3 | Centrální tlakové mazání | 528 |
| 37.1.4 | Mazání rozstříkem a broděním | 528 |
| 37.1.5 | Mazání olejovou mlhou | 529 |
| 37.1.6 | Ruční mazání | 529 |
| 37.1.7 | Čističe oleje (filtry) | 529 |
| 37.2 | Chlazení | 529 |
| 37.2.1 | Druhy a způsoby chlazení | 530 |
| 37.2.2 | Uspořádání a řízení chladicího oběhu | 530 |
| 38 | Ustavení obráběcích strojů na základ | 532 |
| 38.1 | Činitelé ovlivňující ustavení na základ | 532 |
| 38.2 | Uložení na podlaze | 533 |
| 38.3 | Uložení na základových blocích | 534 |
| 38.3.1 | Tuhé uložení základového bloku | 535 |
| 38.3.2 | Pružné uložení základového bloku | 538 |
| 39 | Přejímací zkoušky | 539 |
| 39.1 | Zkoušky geometrické přesnosti | 540 |
| 39.1.1 | Zkouška přímosti | 540 |
| 39.1.2 | Zkouška přímočarosti pohybu | 540 |
| 39.1.3 | Rovinnost | 540 |
| 39.1.4 | Rovnoběžnost | 541 |
| 39.1.5 | Kolmost | 542 |
| 39.1.6 | Souosost | 542 |
| 39.1.7 | Obvodové házení | 542 |
| 39.1.8 | Čelní házení | 543 |
| 39.1.9 | Osový pohyb | 543 |
| 39.2 | Zkoušky pracovní přesnosti | 544 |
| 39.3 | Zkoušky spolehlivosti | 547 |
| 39.4 | Výkonnostní a další funkční zkoušky | 548 |
| 39.5 | Dovětek | 548 |
| | LITERATURA | 550 |
| | NORMY | 560 |
| | REJSTŘÍK | 565 |