

O B S A H

| | str. |
|---|------|
| 1. Úvod | 3 |
| 2. Požadavky na obráběcí stroje | 3 |
| 2.1 Produktivita práce | 4 |
| 2.2 Přesnost obrábění | 5 |
| 2.2.1 Geometrická přesnost stroje | 5 |
| 2.2.2 Deformace částí obráběcího stroje | 6 |
| 2.2.3 Teplotní deformace | 7 |
| 2.3 Jakost obrobeneš plochy | 8 |
| 2.4 Spolehlivost, trvanlivost, životnost | 8 |
| 2.5 Ovladatelnost | 9 |
| 2.6 Odvod třísek | 9 |
| 2.7 Opravitelnost a údržba | 9 |
| 2.8 Účinnost | 10 |
| 2.9 Bezpečnost práce | 10 |
| 2.10 Pořizovací a provozní náklady, efektivnost | 10 |
| 2.11 Váha a rozměry | 11 |
| 2.12 Design | 11 |
| 3. Statická tuhost | 11 |
| 3.1 Tuhost v ohybu | 12 |
| 3.2 Tuhost v kroucení | 12 |
| 3.3 Styková tuhost | 14 |
| 3.4 Tuhost spojení | 14 |
| 3.5 Konstrukční pravidla pro zvyšování tuhosti | 15 |
| 3.5.1 Žebrovaní | 15 |
| 3.5.2 Otvory ve stěnách | 15 |
| 3.5.3 Přenos sil | 15 |
| 3.5.4 Spojení stykových ploch | 16 |
| 3.5.5 Optimální využití materiálu | 16 |
| 4. Dynamická tuhost | 17 |
| 4.1 Kmitání vlastní | 17 |
| 4.1.1 Kmitání vlastní netlumené | 17 |
| 4.1.2 Kmitání vlastní s tlumením | 18 |
| 4.2 Kmitání buzené (vynucené) | 18 |
| 4.3 Kmitání samobuzené | 20 |
| 4.4 Trhavé pohyby | 21 |
| 5. Teplotní tuhost | 21 |
| 5.1 Definice teplotní tuhosti | 22 |
| 5.2 Zlepšování teplotní tuhosti | 22 |

| | |
|--|----|
| 6. Převodové systémy obráběcích strojů | 23 |
| 6.1 Základní pojmy | 23 |
| 6.2 Stupňovitá změna otáček a posuvů | 24 |
| 6.3 Tvoření kinematických schémat převodových systémů | 25 |
| 6.4 Základní převodové systémy ozubenými koly | 26 |
| 6.4.1 Základní převodové systémy ozubenými koly | 26 |
| 6.4.1.1 Výměnná kola | 26 |
| 6.4.1.2 Přesuvná kola | 27 |
| 6.4.1.3 Ozubená kola se spojky | 27 |
| 6.4.1.4 Předlohy | 27 |
| 6.4.1.5 Kombinace spojky a výsuvného kola | 29 |
| 6.4.2 Zvláštní převodové systémy ozubenými koly | 28 |
| 6.4.2.1 Ústrojí Ruppertovo | 28 |
| 6.4.2.2 Výkyvné Nortonské ústrojí | 28 |
| 6.4.2.3 Meandrové ústrojí | 29 |
| 6.4.2.4 Přesuvný klín | 29 |
| 6.4.2.5 Vlnový převod | 30 |
| 6.4.3 Řemenový převod | 30 |
| 6.4.4 Převodové systémy kombinované | 30 |
| 6.4.4.1 Asynchronní přepínatelný elektromotor a mech. převodovka .. | 30 |
| 6.4.4.2 Stejnoseměrný regulační elektromotor a mechanická převodovka | 30 |
| 6.4.5 Převodové systémy pro plynulou změnu otáček | 31 |
| 6.4.5.1 Mechanické systémy | 31 |
| 6.4.5.2 Hydraulické systémy | 31 |
| 6.4.5.3 Elektrické pohony | 31 |
| 6.4.5.3.1 Ward-Leonardovo soustrojí | 31 |
| 6.4.5.3.2 Trojfázový komutátorový motor typu Schrage | 32 |
| 6.4.5.3.3 Stejnoseměrné regulační vysokomomentové motory Mezomatic | 32 |
| 6.4.5.3.4 Střídavé bezkartáčové pohony | 32 |
| 7. Mechanizmy pro přímočarý pohyb | 32 |
| 7.1 Kluzný pohybový šroub a matice | 32 |
| 7.2 Kuličkový šroub a matice | 33 |
| 7.3 Šnek a ozubený hřeben | 35 |
| 7.4 Šnek a šnekový hřeben | 35 |
| 7.5 Pastorek a hřeben | 35 |
| 7.6 Vaškové mechanismy | 36 |
| 7.7 Klikový mechanismus | 36 |
| 7.8 Kulisový mechanismus | 36 |
| 7.9 Mechanismus magnetostrikční | 37 |
| 8. Mechanizmy pro přerušovaný pohyb | 37 |
| 8.1 Rohatka se západkou | 38 |

| | |
|--|----|
| 8.2 Maltézský mechanismus | 38 |
| 8.3 Vačkové mechanismy | 39 |
| 8.4 Vypínání a zapínání pohonu | 39 |
| 9. Polohovací mechanismy | 40 |
| 9.1 Válcový čep | 40 |
| 9.2 Kuželový čep | 40 |
| 9.3 Ploché, klínový index | 40 |
| 9.4 Polohování pomocí 2 indexů | 41 |
| 9.5 Indexování reverzační polohované části | 41 |
| 10. Vřetena obráběcích strojů | 41 |
| 10.1 Požadavky na vřetena | 41 |
| 10.2 Přesnost chodu vřetena | 42 |
| 10.3 Vliv tuhosti vřetena a ložisek | 42 |
| 11. Kluzná ložiska | 49 |
| 11.1 Hydrodynamická ložiska | 49 |
| 11.2 Hydrostatická ložiska | 50 |
| 11.3 Utěsnění rotujících částí | 51 |
| 12. Valivá ložiska | 52 |
| 12.1 Přehled typů valivých ložisek | 52 |
| 12.1.1 Dvouřadá válečková ložiska | 52 |
| 12.1.2 Jednořadá kuličková ložiska | 53 |
| 12.1.3 Ložiska s kosoúhlým stykem | 53 |
| 12.1.4 Kuželíková ložiska | 53 |
| 12.1.5 Jehlová ložiska | 54 |
| 12.1.6 Axiální kuličková ložiska | 54 |
| 12.1.7 Axiální ložisko s kosoúhlým stykem | 54 |
| 12.2 Montáž a mazání valivých ložisek | 54 |
| 13. Vedení přímočará | 55 |
| 13.1 Přímocará, kluzná vedení hydrodynamická | 56 |
| 13.1.1 Vedení válcová | 56 |
| 13.1.2 Vedení prizmatická | 56 |
| 13.1.3 Vedení rybinovitá | 57 |
| 13.1.4 Vedení plochá | 57 |
| 13.1.5 Vedení kombinovaná | 58 |
| 13.1.6 Konstrukčně - technologické provedení kluzného vedení | 58 |
| 13.1.6.1 Materiál vodících ploch | 58 |
| 13.1.6.2 Provedení vodících ploch | 59 |
| 13.2 Přímocará, kluzná vedení hydrostatická | 60 |
| 13.3 Valivá vedení přímočará | 60 |
| 13.3.1 Vedení s omezenou délkou zdvihu | 60 |

| | |
|---|----|
| 13.3.1.2 Vedení se skříženými válečky | 61 |
| 13.3.1.3 Jehlové vedení | 61 |
| 13.3.1.4 Kuličkové vedení | 61 |
| 13.3.2 Vedení s neomezenou délkou zdvihu | 61 |
| 13.4 Ochrana vedení | 62 |
| 14. Spojky | 62 |
| 14.1 Spojky nespínatelné | 63 |
| 14.1.1 Spojky pevné | 63 |
| 14.1.2 Spojky poddajné (pružné) | 63 |
| 14.1.2.1 Spojka s vnitřním ozubením | 63 |
| 14.1.2.2 Spojka pružná | 63 |
| 14.1.2.3 Spojka s kolíky a pryžovými pouzdry | 64 |
| 14.1.2.4 Spojka pružinová | 64 |
| 14.1.2.5 Spojka křížová (Oldhamova) | 64 |
| 14.2 Spojky spínatelné | 64 |
| 14.2.1 Spojky spínatelné s cizím ovládním | 64 |
| 14.2.1.1 Spojky spínatelné v klidu nebo málo rozdílných otáčkách .. | 64 |
| 14.2.1.2 Spojky spínatelné při různých otáčkách | 64 |
| 14.2.1.2.1 Lamelové spojky mechanické | 65 |
| 14.2.1.2.2 Lamelové spojky hydraulické | 65 |
| 14.2.1.2.3 Lamelové spojky elektrické | 65 |
| 14.2.2 Spojky spínatelné s vlastním ovládním | 65 |
| 14.2.2.1 Setrvačnickové spojky | 66 |
| 14.2.2.2 Momentové spojky | 66 |
| 14.2.2.3 Volnoběžné spojky | 66 |
| 15. Rámy obráběcích strojů | 67 |
| 15.1 Tuhost | 67 |
| 15.2 Dynamická stabilita | 67 |
| 15.3 Odpad třísek | 67 |
| 15.4 Jednoduchá a levná výroba | 67 |
| 15.5 Malá hmotnost | 68 |
| 16. Základy obráběcích strojů | 68 |
| 17. Členění obráběcích strojů podle stupňů pružnosti | 69 |
| 18. Nutnost automatizace výroby a cesty k ní vedoucí | 70 |
| 18.1 Výpočet strojního času | 72 |
| 18.1.1 t_g u soustružení | 72 |
| 18.1.2 t_g u frézování | 72 |
| 18.1.3 t_g u vrtačky | 73 |

| | |
|---|-----|
| 18.1.4 t u závitováání | 73 |
| 18.2 Vedlejší časy a cesty k jejich zkracování | 74 |
| 19. Vývoj k jednoúčelovým a stavebnicovým obráběcím strojům | 74 |
| 19.1 Historický vývoj | 74 |
| 19.2 Klasické jednoúčelové stroje a jejich vývoj ke stavebnicovým strojům.. | 75 |
| 19.3 Stavebnicové stroje jako soustava jednotek a prvků | 75 |
| 19.3.1 Spodní stavba | 75 |
| 19.3.2 Jednotky | 90 |
| 19.3.2.1 Polohovací jednotky | 90 |
| 19.3.2.1.1 Otočné stoly | 90 |
| 19.3.2.1.2 Otočné bubny | 98 |
| 19.3.2.1.3 Přímočaré polohovací stoly | 99 |
| 19.3.2.1.4 Jednotky polohovací a speřovací | 101 |
| 19.3.2.1.5 Krokový dopravaík | 101 |
| 19.3.2.1.6 Upínače | 102 |
| 19.3.2.1.6.1 Mechanické upínače | 103 |
| 19.3.2.1.6.2 Hydraulické upínače | 103 |
| 19.3.2.2 Pracovní jednotky | 107 |
| 19.3.2.2.1 Pinolové jednotky | 107 |
| 19.3.2.2.1.1 Pinolové jednotky vrtací | 107 |
| 19.3.2.2.1.2 Pinolové jednotky závitovací | 114 |
| 19.3.2.2.2 Saňové (posuvové) jednotky | 116 |
| Náhomové systémy posuvů | |
| a) Elektromechanický posuvový systém | |
| b) Hydromechanický posuvový systém | |
| c) Elektro- hydromechanický posuvový systém | |
| d) Hydraulický posuvový systém | |
| e) Pneumatický posuvový systém | |
| 19.3.2.2.3 Jednovřetenové jednotky | 121 |
| 19.3.2.2.3.1 Vřeteníky vrtací | 121 |
| 19.3.2.2.3.2 Vřeteníky vyvrtávací | 122 |
| 19.3.2.2.3.3 Vřeteníky řelně soustružící | 123 |
| 19.3.2.2.3.4 Vřeteníky frézovací | 124 |
| 19.3.2.2.4 Hnací jednotky | 125 |
| 19.3.2.2.4.1 Hnací jednotky pro jednovřetenové vřeteníky ... | 125 |
| 19.3.2.2.4.2 Hnací jednotky pro vícevřetenové hlavy | 126 |
| 19.3.2.2.5 Vícevřetenové jednotky | 126 |
| 19.3.2.2.6 Revolverové jednotky | 128 |

| | |
|---|-----|
| 19.3.3 Přídavná zařízení jednotek | 130 |
| 19.3.3.1 Frézovací hlava | 130 |
| 19.3.3.2 Vícevřetenová operační hlava | 131 |
| 19.3.3.2.1 Vícevřetenové hlavy s pevnými vřeteny | 131 |
| 19.3.3.2.2 Vícevřetenové hlavy s přestavitelnými vřeteny | 137 |
| 19.3.3.2.2.1 Hlavy s excentricky nastavitelnými vřeteny | 137 |
| 19.3.3.2.2.2 Hlavy s teleskopickými náhoxy | 140 |
| 19.3.3.3 Vedení nástrojů | 140 |
| 19.3.3.4 Zařízení na zápichy (zapichovací hlavy) | 142 |
| 19.3.4 Přídavná zařízení stroje | 143 |
| 19.3.4.1.1 Elektroovládání | 143 |
| 19.3.4.1.2 Hydraulické ovládání | 144 |
| 19.3.4.1.3 Pneumatické ovládání | 149 |
| 19.3.4.1.4 Kompaktní ovládací jednotka | 150 |
| 19.3.4.2 Centrální rozvod mazání jednotek | 154 |
| 19.3.4.3 Rozvod chlazení nástrojů | 155 |
| 19.3.4.4 Kontrola obrobků a nástrojů | 158 |
| 19.3.4.5 Odvod třísek | 158 |
| 19.3.4.6 Zařízení na rychlou přestavbu stroje | 159 |
| 19.3.5 Ustavující prvky | 161 |
| 19.3.7 Vrchní stavba | 163 |
| 20. Rozdělení JÚS podle pohybu obrobku | 163 |
| 20.1 Stroje s obrobkem na místě (s pevným upínačem) | 163 |
| 20.2 Obrábění dělicím způsobem | 164 |
| 20.3 Stroje s přímočarým vratným stolem | 164 |
| 20.4 Linka s průběžným pohybem - transferlinke | 165 |
| 20.5 Stroj s otočným stolem kolem svislé osy | 165 |
| 20.6 Stroje s otočným bubnem kolem vodorovné osy | 166 |
| 20.7 Stroje s otočným stolem se satelitními stoly | 167 |
| 20.8 Stroje s kombinovaným pohybem obrobku | 168 |
| 21. Různé typy JÚS a stavebnicových strojů světových výrobců | 168 |
| 22. Ekonomická efektivnost nasazení stavebnicových strojů | 177 |
| 22.1 Hlediska určující použití stavebnicového stroje | 177 |
| 22.2 Vlivy koncepce stroje na ekonomickou návratnost | 181 |
| 22.3 Ekonomika nasazení stavebnicových strojů s možností rychlé přestavby. 181 | |
| 23. Postup při výběru součástí vhodných pro nasazení na stavebnicové stroje z daného výrobního programu | 182 |
| 24. Postup při navrhování JÚS a stavebnicových strojů | 183 |

| | |
|---|-----|
| 24.1 Technologická studie a stanovení koncepce stroje | 183 |
| 24.2 Konstrukce JÚS a stavebnicových strojů | 187 |
| 24.3 Praktické příklady vrchních staveb stavebnicových strojů | 188 |
| 25. Speciální jednodřelové stroje | |
| 26. Stanovení řezných podmínek | |
| 27. Seznam použité literatury | |
| 28. Obsah | |