

## OBSAH

|   | Str. | 3  |
|---|------|----|
| <b>A. ÚVOD</b>  |      | 3  |
| 1. Definice   |      | 3  |
| 2. Společenský význam výrobních strojů  |      | 3  |
| 3. Výrobní stroj jako základní článek výrobního systému -<br>struktura výrobního stroje |      | 4  |
| 4. Technologické charakteristiky výrobních strojů                                       |      | 7  |
| 4.1 Základní technologické charakteristiky obráběcích procesů                           |      | 8  |
| 4.2 Základní charakteristiky technologických tvářecích procesů                          |      | 9  |
| 4.2.1 Podmínky vzniku plastické deformace, přetvárná pevnost<br>materiálu               |      | 10 |
| 4.2.2 Přetvárný (deformační) odpor  |      | 10 |
| 4.2.3 Poměrná rychlost tváření  |      | 11 |
| 4.2.4 Tvářecí síla, tvářecí charakteristika   |      | 13 |
| 4.2.5 Tvářecí práce   |      | 15 |
| 5. Technické parametry výrobních strojů   |      | 16 |
| 5.1 Třídění parametrů, charakteristický parametr  |      | 16 |
| 5.2 Rozměry pracovního prostoru   |      | 17 |
| 5.3 Výkonové parametry  |      | 18 |
| 5.3.1 Jmenovitá síla $F_j$  |      | 18 |
| 5.3.2 Jmenovitý zdvih   |      | 19 |
| 5.3.3 Jmenovitá energie   |      | 19 |
| 5.3.4 Čas pracovního cyklu, počet zdvihů za minutu                                      |      | 20 |
| 5.3.5 Otáčky, posuvy a rychlosti  |      | 22 |
| 5.3.5.1 Stupňovitá změna otáček, řady otáček a jejich<br>normalizace                    |      | 24 |
| 5.3.5.2 Složený převodový systém, diagram otáček, kinematické<br>schéma                 |      | 28 |
| 5.3.5.3 Stupňovitá změna otáček hnacího elektromotoru                                   |      | 29 |
| 5.3.5.4 Plynulá změna otáček  |      | 30 |
| 5.3.5.5 Výkon hnacího motoru  |      | 30 |
| 5.3.5.6 Účinnost výrobních strojů   |      |    |
| 6. Požadavky na výrobní stroj   |      | 32 |
| 6.1 Výkonnost   |      | 33 |
| 6.2 Provozní spolehlivost a trvanlivost   |      | 33 |
| 6.3 Jakost práce  |      | 36 |
| 7. Statická tuhost  |      | 36 |
| 7.1 Základní definice, druhy tuhostí, poddajnost  |      | 36 |
| 7.2 Model nosné soustavy  |      | 38 |
| 7.3 Statická tuhost a hmotnost  |      | 39 |
| 7.4 Styková tuhost  |      | 42 |
| 8. Dynamická tuhost a kmitání výrobních strojů  |      | 43 |
| 8.1 Vynucené kmitání s tlumením   |      | 44 |
| 8.2 Reakce systému s jedním stupněm volnosti na impuls                                  |      | 45 |
| 8.3 Samobuzené kmitání při obrábění   |      | 46 |

|  |                |
|--|----------------|
| <b>9. Stabilita kluzného pohybu</b>  | <b>Str. 47</b> |
| <b>B. VÝROBNÍ TECHNIKA V TECHNOLOGII OBRÁBĚNÍ</b>                              | <b>50</b>      |
| <b>1. Rozdělení výrobní techniky</b>   | <b>50</b>      |
| 1.1 Úvod   | 50             |
| 1.2 Rozdělení výrobní techniky   | 50             |
| <b>2. Rozbor součástkové základny</b>  | <b>57</b>      |
| <b>3. Výběr součástí pro pružné výrobní systémy</b>                            | <b>57</b>      |
| 3.1 Úvod   | 57             |
| 3.2 Rozbor nerotačních součástí  | 58             |
| <b>4. Pružné výrobní buňky (PVB)</b>   | <b>62</b>      |
| 4.1 Úvod   | 62             |
| 4.2 Pružné výrobní buňky soustružnické   | 63             |
| 4.3 Modulární koncepce   | 64             |
| 4.4 Soustružnické buňky pro menší součásti                                     | 64             |
| 4.5 Soustružnické buňky pro větší součásti                                     | 65             |
| 4.5.1 Manipulační systém   | 65             |
| 4.5.2 Zásobníky obrobků  | 66             |
| 4.5.3 Kontrola rozměrů a kvality   | 66             |
| 4.5.4 Automatická výměna upínacích čelistí                                     | 67             |
| <b>5. Organizace výroby</b>  | <b>67</b>      |
| <b>6. Tok materiálu</b>  | <b>68</b>      |
| <b>7. Doprava</b>  | <b>69</b>      |
| 7.1 Úvod   | 69             |
| 7.2 Způsoby dopravy v PVS  | 69             |
| 7.3 Uspořádání linkové   | 69             |
| 7.4 Uspořádání s uzavřeným oběhem  | 70             |
| 7.5 Indukční dopravní systémy  | 71             |
| <b>8. Navrhování pružných výrobních systémů pro obrábění</b>                   | <b>74</b>      |
| 8.1 Úvod   | 74             |
| 8.2 Výrobní systémy pro obrábění   | 78             |
| <b>C. VÝROBNÍ TECHNIKA V TECHNOLOGII TVÁŘENÍ</b>                               | <b>85</b>      |
| <b>1. Rozdělení výrobní techniky</b>   | <b>85</b>      |
| 1.1 Úvod   | 85             |
| 1.2 Rozdělení výrobní techniky   | 89             |
| <b>2. Navrhování pružných výrobních systémů pro tváření</b>                    | <b>91</b>      |
| 2.1 Analýza výrobního systému pro tváření                                      | 91             |
| 2.2 Struktura výrobního systému pro tváření (VSTV)                             | 93             |
| 2.3 Tvářecí systém   | 94             |
| 2.4 Výrobní systém pro tváření ve strojírenském závodě                         | 95             |
| 2.5 Oblast použití různých VSTV  | 96             |
| 2.6 Integrované výrobní systémy v technologii tváření                          | 97             |
| 2.7 Základy navrhování IVÚ pro tváření   | 98             |
| <b>3. Integrované výrobní systémy pro tváření realizované v Československu</b> | <b>101</b>     |
| 3.1 Úvod   | 101            |



|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| 3.2               | IVÚ pro tváření realizované v ČSFR   | Str. 109   |
| 3.2.1             | IVÚ - ELEKTROSVIT Nové Zámky   | 109        |
| 3.2.2             | IVÚ - AVIA Praha - Letňany   | 111        |
| 3.2.3             | IVÚ - SANDRIK Dolné Hamre  | 113        |
| 3.2.4             | IVÚ - ROMO Fulnek  | 115        |
| 3.2.5             | Přínosy IVÚ v tváření  | 118        |
| 3.2.6             | Integrované výrobní úseky pro tváření realizované v<br>součinnosti s průmyslovým robotem | 119        |
| <b>4.</b>         | <b>Sestavování tvářecích strojů do linek</b>   | <b>124</b> |
| 4.1               | Tvářecí linky pro plošné tváření   | 124        |
| 4.2               | Linky pro objemové tváření   | 133        |
| 4.2.1             | Linky pro zápustkové kování  | 133        |
| 4.2.2             | Kovací soubor se zápustkovým bucharem  | 134        |
| 4.2.3             | Kovací soubor se svislými kovacími lisy  | 136        |
| 4.2.4             | Kovací soubor s vodorovnými lisy   | 137        |
| 4.2.5             | Kovací soubor s vřetenovým lisem   | 137        |
| <b>D.</b>         | <b>VÍCEPROFESNÍ VÝROBNÍ SYSTÉMY</b>  | <b>139</b> |
| 1.                | Úvod   | 139        |
| 2.                | Charakteristika víceprofesních výrobních systémů   | 139        |
| 3.                | Třídění víceprofesních výrobních systémů   | 141        |
| 3.1               | Hledisko výrobních podmínek  | 141        |
| 3.2               | Jednostupňové výrobní systémy  | 142        |
| 3.3               | Vícestupňové systémy   | 142        |
| 3.4               | Hledisko úrovně automatizace   | 143        |
| 4.                | Tvorba víceprofesních výrobních systémů  | 143        |
| 5.                | Přiřazování součástí k výrobní technice  | 147        |
| 6.                | Tvorba alternativ víceprofesních výrobních systémů                                       | 148        |
| 6.1               | Úvod   | 148        |
| 6.2               | Metodika vývoje alternativních výrobních systémů   | 149        |
| 6.3               | Kritéria rozhodování o alternativních výrobních systémech                                | 151        |
| 7.                | Víceprofesní výrobní systém pro součásti z tenkých plechů<br>a nekovových materiálů      | 152        |
| 7.1               | Součástková základna   | 152        |
| 7.2               | Úroveň automatizace  | 154        |
| 7.3               | Řízení víceprofesního výrobního úseku  | 156        |
| <b>LITERATURA</b> |  | <b>157</b> |