

## Obsah

Předmluva . . . . .	9
1. Úvod . . . . .	11
2. Význam konstruktérské práce pro perspektivní rozvoj strojírenské výroby . . . . .	13
2.1. Hodnocení zdrojů snižování pracnosti strojírenských výrobků . . . . .	13
2.2. Nejeekonomičtější konstrukce stroje a z toho plynoucí úkoly konstruktéra . . . . .	16
3. Význam celkové konstrukční koncepce pro vytváření nejvyššího stupně technologičnosti konstrukcí . . . . .	22
3.1. Význam opakovaného vývojového cyklu a zdařilé základní koncepce . . . . .	22
3.2. Vytváření koncepce konstrukce stroje se zřetelem na dosažení optimálních vlastností stroje . . . . .	34
3.2.1. Trvanlivost . . . . .	36
3.2.2. Spolehlivost . . . . .	41
3.2.3. Zajišťování efektivity strojů uplatňováním pokrokových parametrů — Konstrukční sjednávání předpokladů pro jejich uplatnění . . . . .	45
3.2.4. Zlepšení pracovních podmínek . . . . .	51
3.2.5. Vzhled stroje . . . . .	55
3.2.6. Snižování váhy a pracnosti . . . . .	55
4. Kritéria pro posuzování technologičnosti konstrukce . . . . .	66
4.1. Dílčí ukazatelé pro posuzování technologičnosti celkové detailní konstrukce stroje . . . . .	67
A. Ukazatelé, jimiž se sledují materiálové úspory . . . . .	70
B. Ukazatelé, jimiž se sleduje uplatnění pokrokových metod technologie . . . . .	80
C. Ukazatelé, jimiž se sleduje uplatnění dědičnosti, normalizace, typizace a specializace . . . . .	81
D. Ukazatelé, jimiž se sledují náklady . . . . .	81
E. Ukazatelé, jimiž se sleduje zkracování výrobních cyklů . . . . .	81
4.2. Posuzování technologičnosti konstrukce jednotlivých součástí . . . . .	82
5. Vliv početnosti výroby na volbu technologických metod a jim odpovídající technologičnost konstrukcí . . . . .	84
5.1. Technologičnost konstrukce v sériové a hromadné výrobě . . . . .	87
5.2. Technologičnost konstrukce v kusové a malosériové výrobě . . . . .	92
5.2.1. Snižování pracnosti výroby těžkých a středně těžkých součástí . . . . .	95
5.2.2. Konstrukční předpoklady pro hospodárnou montáž . . . . .	95

5.2.3.	Konstrukční předpoklady pro usnadnění organizace výroby a přísunu drobných a středních součástí . . . . .	95
5.2.3.1.	Normalizované součásti a nakupované hotové součásti, popř. orgány . . . . .	95
5.2.3.2.	Speciální součásti, které musí být pro jednotlivé stroje konstruovány . . . . .	96
5.2.4.	Význam specializace kusové a malosériové výroby z hlediska zvýšení technologičnosti konstrukcí . . . . .	105
6.	Technologičnost konstrukce se zřetelem k obrábění . . . . .	110
6.1.	Rozměry, tolerance, drsnost ploch . . . . .	110
6.1.1.	Rozměry a tolerance . . . . .	110
6.1.2.	Drsnost povrchu . . . . .	123
6.2.	Hlavní směry pro dosažení technologičnosti konstrukce se zřetelem k obrábění . . . . .	129
6.2.1.	Zkracování hlavního času při obrábění ( $T_{1h}$ ) . . . . .	132
6.2.1.1.	Dostatečně pevné upnutí obrobku . . . . .	132
6.2.1.2.	Výhodná poloha ploch určených k obrábění se zřetelem k účinnosti obrábění . . . . .	135
6.2.1.3.	Výhodná poloha ploch určených k obrábění se zřetelem k pracovnímu principu stroje . . . . .	139
6.2.1.4.	Zamezení zbytečných úběrů materiálů . . . . .	140
6.2.1.5.	Optimální velikost opracovaných ploch . . . . .	140
6.2.1.6.	Optimální volba tvaru, stupně přesnosti a drsnosti povrchu . . . . .	141
6.2.1.7.	Opracovatelnost zvolených materiálů . . . . .	145
6.2.2.	Zkracování vedlejších časů při obrábění . . . . .	146
6.2.2.1.	Rychlé upínání obrobků . . . . .	146
6.2.2.2.	Vázání a obracení těžkých obrobků . . . . .	147
6.2.2.3.	Vyloučení zbytečného několikanásobného upínání obrobku . . . . .	148
6.2.2.4.	Vyloučení zbytečného přestavování stroje . . . . .	150
6.2.2.5.	Vyloučení zbytečné výměny nástrojů . . . . .	150
6.2.3.	Snižování režijních nákladů obrábění . . . . .	151
6.2.3.1.	Snižování pracnosti obrábění na nákladných a unikátních obráběcích strojích . . . . .	151
6.2.3.2.	Snižování potřeby speciálních nástrojů a přípravků . . . . .	154
6.2.3.3.	Vyloučení operací nebezpečných pro nástroje . . . . .	154
6.2.3.4.	Snižování nebezpečí výroby zmetků . . . . .	155
6.2.4.	Využívání pokrokových metod při obrábění . . . . .	156
6.2.4.1.	Využívání možností kopírovacích metod . . . . .	156
6.2.4.2.	Využívání progresivních obráběcích metod (bezhraté broušení, protahování, vyvrtávání letnými nástroji, výkonné frézování, broušení obvodem kotouče, ozubárenská technologie) . . . . .	157
6.2.4.3.	Konstrukční vytvoření výhodných podmínek pro hospodárné zhotovení závitů . . . . .	169
6.2.4.4.	Hospodárná automatizace obrábění . . . . .	173
6.2.5.	Dosažení vyhovující funkční a montážní přesnosti . . . . .	173
6.2.5.1.	Požadavky na přesnost vybočující z obvyklých lícovačích soustav . . . . .	173
6.2.5.2.	Nevhodnost závitů pro středění a těsnění . . . . .	174
6.2.5.3.	Dokončovací metody . . . . .	175
6.2.5.4.	Využití přesnosti obrábění . . . . .	176



7.	Technologičnost konstrukce se zřetelem na tváření za studena	178
7.1.	Uplatňování pokrokových metod tváření	179
7.1.1.	Ohýbání na ohraňovacích lisech	179
7.1.2.	Rotační kování	182
7.1.3.	Protlačování	189
7.1.4.	Protlačování hřídelovitých součástí z tyčí	190
7.1.5.	Radiální lisování	191
7.1.6.	Příčné válcování	194
7.1.7.	Kovotlačitelství	196
7.1.8.	Explozivní tváření	198
7.1.9.	Další nové metody tváření	199
7.2.	Klasické způsoby tváření	200
7.2.1.	Konstruování výstřihků	201
7.2.2.	Konstruování ohýbaných součástí	204
7.2.3.	Konstruování tažených součástí	207
8.	Technologičnost konstrukce se zřetelem na svařování	213
8.1.	Nahrazení odlitků svařovanými konstrukcemi	213
8.1.1.	Posuzování vhodnosti svařované konstrukce z hlediska pevnosti a tuhosti	214
8.1.2.	Posuzování vhodnosti svařované konstrukce z hlediska odolnosti proti opotřebením, korozi a tepelným účinkům	225
8.1.3.	Posuzování možnosti vytvoření technologicky vhodné svařované konstrukce	226
8.1.4.	Ekonomické hledisko při rozhodování o použití odlitků nebo svařenců	228
8.2.	Sestavování velkých odlitků a výkovek svařovaným spojem	231
8.3.	Nahrazení výkovek dílčími výkovky, výlisky a obrobky nebo úpichy spojenými svarem	233
8.4.	Nahrazení konstrukcí z obvyklých válcovaných profilů lehkými svařovanými konstrukcemi	233
8.5.	Svařování jako náhrada za jiné dosud používané způsoby spojů	241
8.6.	Přehled druhů a způsobů svařování	247
8.6.1.	Charakteristika některých pokrokových metod svařování	250
8.7.	Volba materiálu	255
8.8.	Smršťování, pnutí a trhliny vznikající při svařování	255
8.8.1.	Podstata vzniku pnutí	255
8.8.2.	Konstrukční opatření se zřetelem na pnutí a smršťování	257
8.8.3.	Tepelné zpracování svařovaných spojů pro snížení pnutí	258
8.9.	Výkresy svařovaných součástí	258
8.10.	Konstruování se zřetelem na technologii svařování	259
8.10.1.	Základní směrnice pro konstruování svařovaných součástí	259
8.10.2.	Příklady konstrukcí svařovaných součástí	261
9.	Technologičnost konstrukce se zřetelem k tepelnému zpracování	271
9.1.	Chemickotepelné zpracování	273
9.2.	Povrchové kalení	275
9.2.1.	Kalení plamenem	276
9.2.2.	Kalení s ohřevem indukčními proudy	277
9.3.	Pnutí a deformace vznikající tepelným zpracováním	281
9.4.	Několik pravidel pro konstruování kalených součástí	284
10.	Technologičnost konstrukce se zřetelem k povrchové úpravě	287
10.1.	Operace zlepšující vzhled výrobků	287
10.2.	Operace zvyšující životnost z hlediska koroze a opotřebením	289
10.3.	Povrchová úprava jako zdroj úspory železných i neželezných kovů	289

11. Některé další technologické metody uplatňované v strojírenských konstrukcích . . . . .	291
11.1. Prášková metalurgie . . . . .	291
11.2. Použití slinutého korundu . . . . .	299
11.3. Konstruování součástí s využitím kapilárního pájení mědi v ochranné atmosféře . . . . .	300
11.4. Spojování kovů lepením . . . . .	304
11.5. Konstrukce součástí z lisovaných tvrditelných plastických hmot . . . . .	308
11.6. Možnosti uplatnění polyesterových skelných laminátů ve stavbě strojů . . . . .	313
12. Technologičnost konstrukce odlitků a výkovek . . . . .	316
12.1. Technologická volba tvarů odlitků . . . . .	316
12.2. Metody přesného lití . . . . .	322
12.3. Technologičnost konstrukce z hlediska uplatňování kovaných polotovárů . . . . .	326
13. Technologičnost konstrukce se zřetelem k ručním a montážním pracím . . . . .	330
13.1. Podíl konstruktéra na vyloučení ručních prací . . . . .	330
13.1.1. Ruční dokončování rovinných ploch . . . . .	330
13.1.2. Ruční přizpůsobování styku válcových ploch . . . . .	332
13.1.3. Ruční úprava klínových drážek . . . . .	334
13.1.4. Ruční lícování kuželových kolíků . . . . .	335
13.1.5. Kolíkové spoje . . . . .	336
13.1.6. Dopilování děr pro šrouby . . . . .	336
13.1.7. Axiální zajišťování pojistnými šrouby . . . . .	337
13.1.8. Přisekávání a pilování nepracovaných ploch . . . . .	337
13.1.9. Využití tvářecích strojů při ručních pracích . . . . .	338
13.2. Podíl konstruktéra na snižování pracnosti montáže . . . . .	339
13.2.1. Vliv volby tolerancí a rozměrových řetězců . . . . .	339
13.2.2. Podmínky pro snadnou montáž . . . . .	340
13.2.3. Podmínky pro dílčí skupinové montáže . . . . .	341
13.2.4. Podmínky pro montáž v linkách . . . . .	342
13.3. Úkoly konstruktéra při zajišťování zkoušek . . . . .	343
13.4. Technologická konstrukce se zřetelem na demontáž a údržbu stroje . . . . .	344
13.5. Úkoly konstruktéra se zřetelem na montáž velkých strojních agregátů a kompletního strojního zařízení na staveništi . . . . .	345
14. Technickoekonomické prověřování konstrukce . . . . .	354
14.1. Prověřování technologičnosti konstrukce součástí . . . . .	354
14.2. Prověřování technologičnosti konstrukce stroje jako celku . . . . .	355
14.2.1. Hodnocení celkové koncepce a konstrukčního pojetí . . . . .	356
14.2.2. Hodnocení nákladů na výzkum, vývoj a výrobu . . . . .	357
14.2.3. Posouzení funkčních vlastností nového stroje . . . . .	357
14.2.4. Hodnocení provozních vlastností nového stroje . . . . .	358
14.2.5. Hodnocení národohospodářského přínosu nového stroje . . . . .	358
14.2.6. Ekonomická životnost . . . . .	371
14.2.7. Praxe ekonomických rozborů . . . . .	372
15. Literatura . . . . .	373