

OBSAH

Předmluva	9
1. Automatizace obrábění	11
1.1 Automatizace obrábění velkosériových a hromadných výrob	11
1.2 Automatizace kusových, malosériových a středně sériových výrob	12
2. Číslíkové řízení ve výrobě	14
2.1 Podstata číslíkového řízení	14
2.2 Číslíkové řízené obráběcí stroje prvního a druhého vývojového stupně	14
2.3 Číslíkové řízená obráběcí centra	15
Obráběcí centra s vodorovnou a svislou osou vřetena	15
Zásobníky nástrojů	17
Pracovní stoly obráběcích center	19
Soustružnická obráběcí centra	19
Hodnocení obráběcích center	21
2.4 Požadavky na konstrukci číslíkově řízených strojů	22
2.5 Integrované výrobní úseky	25
Integrovaný výrobní úsek IVÚ 200	26
Integrovaný výrobní úsek IVÚ 400	27
Integrovaný výrobní úsek IVÚ 800 a 1 250	30
Výrobní středisko PC-4	32
Integrovaný výrobní úsek pro rotační součásti	33
Automatizovaný výrobní úsek AÚ 1	34
Automatizovaný úsek AÚ 2	35
Přínosy integrovaných výrobních úseků	36
2.6 Číslíkové řízené stroje třetího vývojového stupně v ČSSR	36
Stavebnice strojů pro obrábění rotačních součástí	37
Stavebnice strojů pro obrábění skříňových a plochých součástí	38
2.7 Přehled instalovaných strojů v zahraničí a v ČSSR	42
3. Systémy číslíkového řízení	44
Řídicí systémy první, druhé a třetí generace	44
3.1 Vstupní informace řídicích systémů NC strojů	44
Nositelé informací, ruční vkládání informací	44
Dekadický, binární, Grayův kód a kód jedna z deseti	45
Binární dekadické kódy	46
Kód EIA a ISO	46
Druhy bloků, klasifikace formátů bloku	48
3.2 Rozdělení a základní činnost řídicích systémů NC strojů	50
Systémy stavění souřadnic a pravouhlého řízení	50
Systémy souvislého řízení	51
Systémy řízení bez zpětné vazby	52
3.3 Vybavení řídicích systémů	53
Zpomalovací body, hlídání přejezdů, zpevňování stolů	53
Korekce průměru a délky nástroje	54
Posouvání počátku	55
Indikace polohy	55
Pevné cykly	55
Zrcadlení	56
Najíždění z jedné strany	56
3.4 Struktura a uzly řídicích systémů číslíkově řízených strojů	56
3.4.1 Struktura systémů pravouhlého a souvislého řízení	59

3.4.2	Čtečky	60
3.4.3	Odměrovačí ústrojí	61
	Přímý a nepřímý způsob odměřování	61
	Číslíkový přírůstkový a absolutní způsob	62
	Číslíkové přírůstkové odměřování	63
	Číslíkové absolutní způsob odměřování	64
	Analogový cyklický absolutní a absolutní způsob	66
	Selsyny	66
	Induktosyny	68
3.4.4	Interpolátory	70
	Struktura interpolátoru	70
	Druhy interpolace a interpolátorů	71
	Číslíkový diferenciální analyzátor — DDA	72
	Způsob přímého funkčního výpočtu	77
	Korekce rychlosti a průměru nástroje	81
	Vnitřní a vnější interpolátory	83
3.4.5	Převodníky, porovnávači a diferenční členy	83
3.4.6	Příklady systémů řízení a pohonů posuvů NC strojů	84
	Systémy řízení — NS 320, NS 340, NS 440, systém s krokovým motorem a polo- hovýchým servomechanismem, systém s krokovým motorem a hydraulickým ze- silovačem	85
	Pohony posuvů — elektromechanické pohony se spojkami, elektrické pohony se stejnospornými motory, hydraulické pohony	90
3.5	Systémy řízení NC strojů z hlediska regulační techniky	93
	Princip regulace při souvislém řízení	93
	Princip regulace při přetržitém řízení	96
3.6	Přesnost obrábění na NC strojích	97
	Zkoušky přesnosti NC strojů	98
3.7	Režimy činnosti systémů řízení NC strojů	99
3.8	Použití počítačů v řízení NC strojů	100
	Přímé číslíkové řízení — DNC	100
	Přímé řízení počítačem — CNC	102
	Systémy s vestavěnou pamětí — MNC	104
	Příklady systémů DNC a CNC	104
3.9	Adaptivní řízení	106
	Mezní systémy ACC	108
	Optimalizační systémy ACO	110
	Geometrické systémy ACG	111
4.	Programování číslíkové řízeného obrábění	113
	Řídicí program	113
	Vnější a vnitřní zpracování informací	113
	Způsoby programování	114
	Absolutní a přírůstkové programování	114
	Nomenklatura os a pohybů	115
4.1	Ruční programování	116
4.1.1	Fáze zpracování programu	118
	Upnutí obrobku	118
	Sled pracovních úseků a nástrojů	120
	Pracovní cykly nástrojů	121
	Řezné podmínky	122
4.1.2	Použití korekcí poloměru a délky nástroje	125
	Korekce poloměru při absolutním programování	125
	Korekce průměru při přírůstkovém programování	126
	Korekce délky nástroje	128
4.2	Ruční programování číslíkové řízeného obrábění u vybraných typů strojů	128
	Souřadnicová vrtačka VR 5N se systémem NS 315	129
	Příklad programu	130
	Vertikální konzolová frézka FD 32V se systémem NS 320	131
	Příklad programu	136
	Poloautomatický soustruh SPT 16N s řídicím systémem DAPOS S-3G (NS 445)	138
	Příklad programu	140
	Obráběcí centrum FQH 50 se systémem Sinumeric 550 C	143

	Příklad programu	147
	Programování souvisle řízeného frézování	158
4.3	Aproximace kruhových oblouků při lineární interpolaci	159
4.4	Strojní programování	162
4.4.1	Použití programovacích jazyků	163
	Geometrické a technologicky orientované programovací jazyky	163
	Zdrojový program a druhy jeho zápisu	164
4.4.2	Postup při strojním programování	165
	Výpočetní program, procesor, postprocesor	165
4.4.3	Jazyky APT a EXAPT	167
	Příklady instrukcí a zdrojových programů v APT	167
4.4.4	Systémy SAP a jazyk SYMAP	175
4.5	Vývoj strojního programování v ČSSR	179
4.5.1	Jazyk ČKDAPT	180
	Příklady instrukcí	180
	Příklad zdrojového programu pro stroje FB 40H a SIU 250-NA	185
4.5.2	AUTOPROG	192
	Princip, postup při zpracování programu	192
	Automatické programování soustružnického poloautomatu SPT 32N	195
	Zásady zápisu zdrojového programu	197
	Programovací jednotky konstruktivně technologických prvků	198
	Příklad programu	203
	Automatické programování vodorovně vyvrtávačky WHN 9A	210
	Programovací jednotky konstruktivně technologických prvků	212
	Programovací jednotka frézování	214
	Příklad programu	217
	Efektivnost strojního programování	221
4.6	Děrování, kontrola a doladování programů	222
4.7	Použití minipočítačů a programovatelných kalkulátorů k programování NC strojů	226
4.8	Výroba tvarové složitých křivek a ploch	231
5.	Řezné nástroje pro číslíkové řízené stroje	233
	Požadavky na řezné nástroje	233
	Upínání nástrojů na vrtačkách, vyvrtávačkách, frézkách a obráběcích centrech	233
	Soustava nářadí pro vrtací, vyvrtávací, frézovací NC stroje a obráběcí centra	236
	Upínání nástrojů na soustružnických strojích	237
	Soustava nářadí pro soustružnické stroje	238
5.1	Seřizování nástrojů na NC strojích	242
	Princip seřizování soustružnických nožů	244
	Seřizovací přístroje nástrojů soustružnických strojů SSJ 25, SPS 200, SPS 300	246
	SPS 500	246
	Seřizovací přístroje nástrojů vrtacích, vyvrtávacích a frézovacích strojů a obráběcích center SDJ 20, SDU 40	248
5.2	Kódování nástrojů	249
5.3	Vybavení NC strojů řeznými nástroji	251
	Nože s vyměnitelnými destičkami	251
	Vyvrtávací tyče s vyměnitelnými hlavicemi	252
	Kopinaté vrtáky	253
	Vyvrtávací hlavy pro velké průměry	254
	Vyvrtávací tyče hladicí	254
	Pojistné závitové hlavy	255
5.4	Hospodaření s nástroji	255
6.	Technickoorganizační a ekonomické problémy	257
	Rozbor součástkové základny	257
	Stanovení počtu NC strojů	262
	Technologičnost konstrukce	262
	Technologické možnosti NC strojů a jejich vliv na tvar součástí	264
	Kótování výkresů	265
	Plánování výroby	266
	Prostroje NC strojů	269
	Volba způsobu programování a vybavování programovacích středisek	271
	Příprava odborných pracovníků	272

6.1	Ekonomické uplatnění NC strojů ve výrobě	273
	Příloha 1 — Přehled NC strojů vyráběných a vyvíjených v ČSSR k 1. 1. 1981 .	276
	Příloha 2 — Přehled číslicových řídicích systémů vyráběných a vyvíjených v ČSSR k 1. 1. 1981	298
	Příloha 3 — Výňatky z analytické geometrie využitě pro řešení programů NC strojů	303
	Dodatek	333
	Použitá a doporučená literatura	356
	Rejstřík	358