

OBSAH

ÚVOD	9
1 VÝZNAM MECHANIZACE A AUTOMATIZACE V PRŮMYSLOVÉ VÝ- ROBĚ	11
2 AUTOMATIZACE A JEJÍ PROSTŘEDKY	18
3 MECHANIZACE A AUTOMATIZACE PRACOVNÍCH I POMOČNÝCH PO- HYBŮ VÝROBNÍCH STROJŮ	20
3.1 Tuhé mechanizmy	20
3.1.1 Síly a reakce ve vačkovém mechanismu	20
3.1.2 Dynamika vačkového mechanismu	21
3.2 Hydraulické mechanizmy	24
3.3 Pneumatické mechanizmy	37
3.4 Pneumaticko-hydraulické mechanizmy	41
3.5 Elektrické mechanizmy	42
3.6 Logické prvky řídicích jednotek a systémů	45
4 MECHANIZACE POMOČNÝCH POHYBŮ	61
5 PŘÍDAVNÁ MECHANIZAČNÍ A AUTOMATIZAČNÍ PODÁVACÍ ZAŘÍ- ZENÍ	65
5.1 Podávací zařízení	68
5.2 Zvedací a podávací zařízení	70
5.3 Podávací zařízení se zásobníkem a násypkou	72
5.3.1 Násypky	73
5.3.2 Mechanizmy pro zachycení a orientaci předmětu	74
5.3.3 Zásobníky	99
5.3.3.1 Žlábkové zásobníky	101
5.3.3.2 Základní problémy určení průchodnosti válečového předmětu žlábkem (podélná osa předmětu je kolmá na osu žlábků)	102
5.3.3.3 Určení vůle mezi předmětem a stěnami žlábků	103
5.3.3.4 Odpor dna a bočnic žlábků proti valení obrobku	109
5.3.3.5 Odpor tření dna	110
5.3.3.6 Odpor hmoty obrobku	113
5.3.3.7 Předmět v šikmé poloze se dotýká dna a jedné strany žlábků	116
5.3.3.8 Stanovení výšky bočnic H	119
5.3.3.9 Speciální žlábků pro předměty opatřené různými čepy	121
5.3.3.10 Žlábků pro stupňovité-nesymetrické předměty	122
5.3.3.11 Problémy průchodnosti předmětu v zakřiveném žlábků	123
5.3.3.12 Výpočet pohybových sil a odporů v zakřiveném žlábků	127
5.3.3.13 Určení základních rozměrů zakřivených žlábků	130
5.3.3.14 Obecný výpočet skluzu předmětu	131
5.3.3.15 Vliv odporu na rychlost klouzání	132
5.3.3.16 Kluzné žlábků pro předměty s nákrůžky nebo s přírubou	136
5.3.3.17 Kluzné žlábků s drážkou pro díř a s nákrůžkem vedeným v žlábků	137
5.3.3.18 Úhlové kluzné žlábků	140
5.3.3.19 Polokruhové kalibrované kluzné žlábků	141
5.3.3.20 Šroubovitě žlábků	143
5.3.3.21 Vibrační žlábků a násypky	145
5.3.3.22 Válečkové žlábkůvé zásobníky	151
5.3.3.23 Trubkové zásobníky	161
5.3.3.24 Kazetové zásobníky	162

5.3.3.25	Řetězové zásobníky	162
5.3.3.26	Deskové zásobníky	163
5.3.3.27	Třecí zásobníky	163
5.3.4	Odměňovací a podávací mechanismy	164
5.3.5	Kontrolní zařízení	168
5.3.6	Příklady provedení automatizace podávání	171
6	MANIPULÁTORY A PRŮMYSLOVÉ ROBOTY	173
6.1	Blokové schéma průmyslového robota	176
6.2	Pohyblivé členy průmyslového robota	176
6.3	Kinematické struktury průmyslových robotů a manipulátorů	178
6.4	Souřadnicové systémy manipulátorů a průmyslových robotů	180
6.5	Tuhost mechanismů průmyslových robotů a manipulátorů	184
6.6	Dynamické poměry u manipulátorů a průmyslových robotů	188
6.7	Příklady řešení dynamických účinků PRAm jednotlivých kinematických struktur	192
6.8	Kritéria posuzování pohyblivých členů průmyslových manipulátorů a robotů	209
6.9	Pohony robotů	209
6.10	Chapadla a kinematika zápěstí u průmyslových manipulátorů a robotů	213
6.11	Řídicí systémy u průmyslových robotů a manipulátorů	230
6.12	Programování průmyslových robotů	233
6.13	Snímače pro průmyslové roboty a manipulátory	236
6.14	Příklady nasazení průmyslových robotů a manipulátorů	240
6.15	Ekonomické aspekty nasazení a provozu průmyslových robotů a manipulátorů	241
7	AUTOMATICKÁ KONTROLA ROZMĚRŮ	246
7.1	Způsoby automatické kontroly lineárních rozměrů	250
7.2	Přístroje s přímým měřením	253
7.2.1	Snímací zařízení (dotyky)	254
7.2.2	Mechanismy k přeměně signálu	266
7.2.3	Dotykové přístroje s přímým měřením	268
7.2.4	Příklady kontrolních přístrojů	274
7.3	Přístroje pro nepřímé měření	284
7.4	Řízení sledovacími měřidly	285
7.4.1	Řízení se snímáním měřené hodnoty během obrábění	286
7.4.2	Řízení měřidly se snímáním po obrábění	289
7.4.3	Řízení měřidly se statistickým zpracováním dat	290
7.4.4	Základní principy měřících hlav	291
7.5	Automaty pro pasivní kontrolu (třídící automaty)	292
8	MEZIOPERAČNÍ A OPERAČNÍ DOPRAVNÍ ZAŘÍZENÍ	296
8.1	Dopravníky	297
8.1.2	Článkové dopravníky	298
8.1.3	Okružní dopravníky	299
8.1.4	Kolébkové dopravníky	300
8.1.5	Slévárenské dopravníky	301
8.1.6	Montážní dopravníky	302
8.1.7	Vibrační dopravníky	304
8.1.8	Nepoháněné válečkové tratě	311
8.1.9	Pneumatické dopravníky	312
8.1.10	Dopravníky v automatických linkách	313
8.2	Využití palet pro manipulaci a mezioperační dopravu	316
8.3	Otočné a křížové stoly a další prostředky účelové manipulace	318
9	AUTOMATICKÉ ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH STROJŮ	322
9.1	Základní způsoby automatického řízení	323
9.1.1	Řízení podle dané závislosti	324
9.1.2	Řízení podle způsobu přenosu energie	325
9.1.3	Pružnost automatického řízení	325
9.2	Mechanické řídicí systémy	326
9.2.1	Dorazy	327
9.2.2	Váčkové řídicí systémy	328

9.2.3	Narážkové řídicí systémy	332
9.3	Hydraulické řídicí systémy	338
9.3.1	Prvky pro hrazení průtoku	338
9.3.2	Prvky pro řízení tlaku	346
9.3.3	Prvky pro řízení průtoku	350
9.3.4	Hydraulické servoventily	352
9.4	Pneumatické řízení	356
9.5	Pneumaticko-hydraulické řízení	361
9.6	Elektrické řízení	363
9.7	Elektricko-hydraulické řízení	363
9.8	Kopirovací systémy	365
9.8.1	Zákony kopírování	365
9.8.2	Nesouvislé kopirovací systémy	369
9.8.3	Souvislé kopirovací systémy	372
9.8.4	Statické a dynamické poměry	377
10	ČÍSLICOVÉ ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH STROJŮ	385
10.1	Programování NC strojů	387
10.1.1	Kódování programu	388
10.1.2	Kódování programu pro NC obráběcí stroje	391
10.1.3	Skladba programu	392
10.1.4	Označení os a pohybů	395
10.1.5	Vypracování programu	397
10.1.6	Automatické programování	400
10.2	Začlenění číslicové řízeného stroje do systému zpracování informací	404
10.3	Počítací zařízení v NC systémech	405
10.3.1	Diferenciální způsob (DDA)	407
10.3.2	Přímý funkční výpočet	415
10.3.3	Porovnání interpolačních způsobů	417
10.4	Odměrovací systémy NC strojů	418
10.4.1	Číslicové odměrovací systémy	419
10.4.2	Číslicový přírůstkový způsob	419
10.4.3	Číslicové absolutní odměrování	427
10.4.4	Analogové odměrovací systémy	429
10.5	Pohony posuvných řízených členů	432
10.5.1	Základy regulační techniky	435
10.5.2	Stupňovité pohony	446
10.5.3	Plynulé pohony	446
10.5.4	Rychlostní regulace	450
10.5.5	Polohová regulace	452
10.5.6	Vytvoření dráhy souvislým řízením	458
10.5.7	Pohonové elektrické prvky	460
10.5.8	Hydraulické pohonové jednotky	468
10.5.9	Porovnání stejnosměrných a hydraulických motorů	471
10.6	Počítače v řízení NC výrobních strojů	472
10.6.1	Vývoj součástkové základny	472
10.6.2	Základy techniky řízení počítačem	474
10.6.3	Skladba řídicího systému s počítačem	476
10.6.4	CNC (Computerized Numerical Control)	480
10.6.5	DNC systémy	485
10.6.6	Stupně skladby řízení počítačem	487
10.7	Adaptivní řízení obráběcích strojů	488
10.7.1	Princip adaptivního řízení	488
10.7.2	Rozdělení adaptivních systémů	491
10.7.3	Řízení parametrů reálného procesu	491
10.7.4	Limitní způsob adaptivního řízení	492
10.7.5	Optimalizační adaptivní systémy	495
10.7.6	Geometrické adaptivní řízení	498
10.7.7	Měřicí systémy adaptivního řízení	500
10.8	Automatické výměna nástrojů	501
10.8.1	Držáky nástrojů a seřizování	501
10.8.2	Kódování nástrojů a úložných míst	501
10.8.3	Hlavní typy systémů automatické výměny nástrojů	505
10.8.4	Zásobníky nástrojů	506

11	AUTOMATICKÉ VÝROBNÍ LINKY	510
11.1	Stavebnicové obráběcí stroje a linky	511
11.1.1	Hlavní druhy stavebnicových prvků	511
11.1.2	Rozdělení stavebnicových obráběcích strojů	514
11.1.3	Pracovní cykly stavebnicových obráběcích strojů	519
11.1.4	Rozbor pracovního cyklu	525
11.1.5	Zvyšování výkonu stavebnicových strojů	527
11.1.6	Základní stavba	530
11.1.7	Pracovní jednotky	531
11.1.8	Vřetenové hlavy	539
11.2	Linky pro obrábění obrobků skříňového tvaru	545
11.2.1	Některé konstrukce krokových dopravníků	548
11.2.2	Vložená orientační zařízení	552
11.3	Linky pro obrábění rotačních součástí	553
11.4	Výkon automatických linek	556
11.4.1	Výkon jednoproudé automatické linky v závislosti na struktuře	559
11.5	Rotorové linky	564
11.5.1	Přejímací a podávací zařízení u rotorových linek	568
11.5.2	Mechanismy pro úpravu toku obrobků	572
12	VÝROBNÍ SYSTÉMY	575
12.1	Pojem výrobní systém	575
12.1.1	Technologická pracoviště	577
12.1.2	Doprava a manipulace ve výrobním systému	577
12.1.3	Řízení výrobního systému	578
12.2	Pružné výrobní systémy pro obrábění	579
12.2.1	Podmínky pro nasazování pružných výrobních systémů	580
12.2.2	Projektování pružných výrobních systémů	581
13	ZÁKLADY SYSTÉMOVÉHO INŽENÝRSTVÍ A SYMBOLICKÉ PROJEKTOVÁNÍ	595
	LITERATURA	603