

CAROL SCHNAKOVSKY

**TEHNOLOGIA FABRICĂRII ȘI
REPARĂRII UTILAJULUI
TEHNOLOGIC**

**ALMA MATER
BACĂU
2001**

CUPRINS

1.NOȚIUNI GENERALE	11
1.1.Metodologia și etapele de realizare a unui produs	11
1.2.Obiectivele de bază ale tehnologiei în etapa actuală	12
1.3.Tipuri de procese de producție	15
1.4.Tipuri de baze și sisteme de baze	17
1.4.1.Bazele de cotare	17
1.4.2.Bazele tehnologice	18
1.4.3.Bazele de orientare	19
1.4.4.Baze de reglare	19
1.5.Orientare și fixarea semifabricatelor în vederea prelucrării	20
1.5.1.Orientarea semifabricatelor pe suprafețe plane	21
1.5.2.Orientarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice	23
1.5.3.Orientarea semifabricatelor pe suprafețe conice	24
1.6.Principiile generale de proiectare ale proceselor tehnologice	29
1.6.1.Metodica de elaborare a proceselor tehnologice	29
1.6.2.Datele inițiale necesare proiectării proceselor tehnologice de prelucrare mecanică	33
1.6.2.1.Desenul de execuție al piesei de prelucrat	33
1.6.2.2.Programul de producție	33
1.6.2.3.Condițiile reale în care urmează să se desfășoare procesul tehnologic	34
1.7.Principiile de bază ale tehnologiilor de grup, tipizate, normalizate și în flux	34
1.7.1.Principiile de bază ale tehnologiei de grup	34
1.7.2.Principiile de baza ale tehnologiei tipizate	35
1.7.3.Procese tehnologice normalizate	36
1.7.4.Procese tehnologice în flux	36
1.8.Reglarea sculelor așchietoare la cotă	37
1.8.1.Reglarea sculei la cotă prin treceri de probă	37
1.8.2.Reglarea sculei la cotă cu ajutorul pieselor de probă	38
1.8.3.Reglarea sculelor cu etaloane sau calibre	40
2.DETERMINAREA ELEMENTELOR NECESARE ÎNTOCMIRII PROCESELOR TEHNOLOGICE	42
—2.1.Calculul ritmului și a productivității liniei tehnologice	42
2.1.1.Proiectarea liniilor de fabricație în flux	42
2.1.2.Calculul tactului și ritmului liniei tehnologice în flux	42
2.1.3.Determinarea necesarului de locuri de muncă	43

2.1.4.Lungimea liniei în flux	44	
2.1.5.Calculul vitezei și capacității liniei în flux	44	
→2.2.Structura proceselor tehnologice de prelucrare mecanică	43	49
→2.3.Adaosuri de prelucrare și dimensiuni intermediare	49	53
2.3.1.Structura adaosului de prelucrare și factorii care îl influențează	49	
2.3.2.Calculul dimensiunilor intermediare și ale semifabricatului	51	
2.3.2.1.Calculul dimensiunilor intermediare și ale semifabricatului pentru suprafețe de revoluție exterioare	51	
2.3.2.2.Calculul dimensiunilor intermediare și ale semifabricatului pentru suprafețe de revoluție interioare.	52	
2.4.Calculul parametrilor de prelucrare prin așchiere	53	54
2.4.1.Calculul durabilității sculei	54	
2.4.2.Stabilirea adâncimii de așchiere și a numărului de treceri	54	
2.4.3.Stabilirea avansului de așchiere și a vitezei de avans	55	
2.4.4.Stabilirea vitezei de așchiere	56	
2.4.5.Stabilirea turației	56	
2.4.6.Verificarea puterii motorului electric	57	
→2.5.Bazele normării tehnice	57	60
2.5.1.Analiza timpului de muncă al executantului	57	
2.5.2.Structura timpului de folosire a utilajului	62	
2.5.3.Metode de analiză și măsurare a timpului de muncă. Fundamentarea norme tehnice de timp	62	
2.5.3.1.Fotografierea zilei de muncă	63	
2.5.3.2.Cronometrarea	65	
2.5.4.Polideservirea mașinilor și utilajelor	66	
2.5.4.1.Polideservirea utilajelor identice pe care se execută operații identice ca durată și structură	68	
2.5.4.2.Polideservirea utilajelor diferite la care se execută operații diferite ca durată și structură	69	
2.6.Calculul coeficientului de încărcare al utilajului și sincronizarea operațiilor unui proces tehnologic	72	
2.6.1.Echilibrarea liniilor de fabricație în flux	72	
2.6.2.Calculul coeficientului de încărcare al utilajului și sincronizarea operațiilor unui proces tehnologic	74	
2.7.Calculul lotului optim de piese lansate simultan	77	
2.7.1.Optimizarea loturilor de fabricație	77	
2.7.2.Determinarea variantei optime de proces de producție	81	
2.7.2.1.Determinarea variantei optime de proces de producție prin analiza costurilor	81	
2.7.3.Determinarea variantei optime de proces de producție prin folosirea elementelor de programare dinamică	85	
2.7.4.Determinarea variantei optime de proces de producție prin folosirea elementelor de teorie statistică	90	
2.7.5.Decizii tehnologice în condiții de risc și incertitudine	91	

3.STABILIREA FORMEI FUNCȚIONAL-TEHNOLOGICE A PIESELOR	95
3.1.Definirea, importanța și indicii tehnico-economici pentru aprecierea tehnologicității pieselor	95
3.2.Dependența dintre proiectare și tehnologie la stabilirea formei funcțional-tehnologice a pieselor	97
3.3.Criterii și principii ce definesc forma funcțional-tehnologică a pieselor	100
3.4.Legătura dintre semifabricat, forma constructiv tehnologică și procesul tehnologic de realizare a pieselor	103
3.5.Forme constructiv-tehnologice și netehnologice ale pieselor prelucrate mecanic	106
4.PRECIZIA DE PRELUCRARE	108
4.1.Noțiuni ce definesc precizia prescrisă și precizia de prelucrare	108
4.2.Definirea erorilor de prelucrare și clasificare lor	109
4.2.1.Erorile de orientare	109
4.2.2.Erorile de fixare	112
4.2.3.Erorile de măsurare	114
4.2.4.Erorile de reglare	114
4.2.5.Erorile de prelucrare propriu-zise	114
4.2.6.Clasificarea erorilor de prelucrare	114
4.3.Factorii care influențează precizia prelucrării mecanice pe mașini-unelte ..	115
4.3.1.Influența preciziei mașinii-unelte asupra preciziei de prelucrare	116
4.3.2.Influența dispozitivelor de prindere a semifabricatelor și dispozitivelor de prindere a sculelor așchietoare	116
4.3.3.Influența sculelor așchietoare	117
4.3.4.Influența verificatoarelor asupra preciziei de prelucrare	117
4.3.5.Influența semifabricatelor asupra preciziei de prelucrare	117
4.3.6.Alte influențe de natură subiectivă asupra preciziei de prelucrare	118
4.4.Precizia geometrică a mașinii-unelte	118
4.4.1.Parametrii de precizie geometrică a mașinilor-unelte	118
4.4.2.Influența mașinii-unelte asupra preciziei de prelucrare	119
4.5.Rigiditatea sistemului tehnologic	120
4.5.1.Influența rigidității mașinii-unelte asupra preciziei de prelucrare	123
4.5.2.Influența rigidității semifabricatului asupra preciziei de prelucrare ...	124
4.5.3.Influența rigidității sculei și a dispozitivului de prindere a sculei asupra preciziei de prelucrare	126
4.6.Deformațiile termice ale sistemului tehnologic	127
4.6.1.Influența deformațiilor termice ale mașinii-unelte asupra preciziei de prelucrare	127
4.6.2.Influența deformațiilor termice ale sculei așchietoare asupra preciziei de prelucrare	129
4.6.3.Influența deformațiilor termice ale semifabricatului asupra preciziei de prelucrare	131
4.7.Uzura elementelor sistemului tehnologic	132

4.7.1.	Influența uzurii mașinii-unelte asupra preciziei de prelucrare	133
4.7.2.	Influența uzurii sculci așchietoare asupra preciziei de prelucrare	134
4.8.	Tensiunile interne ale semifabricatelor	136
4.9.	Influența vibrațiilor sistemului tehnologic asupra preciziei de prelucrare ..	139
4.9.1.	Determinarea erorii totale de prelucrare	142
5.	CALITATEA SUPRAFETEI PRELUCRATE	144
5.1.	Noțiunea de calitate a suprafeței	144
5.2.	Factorii care influențează rugozitatea suprafeței prelucrate	146
5.2.1.	Influența proprietăților fizico-mecanice ale materialului de prelucrat asupra calității suprafeței prelucrate	147
5.2.2.	Influența parametrilor regimului de așchiere asupra calității suprafeței prelucrate	148
5.2.3.	Influența geometriei și microgeometriei părții active a sculei asupra calității suprafeței prelucrate	148
5.2.4.	Influența uzurii sculei asupra calității suprafeței prelucrate	151
5.2.5.	Influența fluidelor de răcire-ungere asupra calității suprafeței prelucrate	151
5.2.6.	Influența rigidității sistemului tehnologic asupra calității suprafeței prelucrate	152
5.3.	Influența stării suprafeței asupra procesului de uzare	152
5.4.	Influența stării suprafeței asupra coroziunii	155
5.5.	Influența stării suprafeței asupra rezistenței la oboseală	156
5.6.	Calculul adâncimii teoretice a rugozității	157
6.	PROCESE TEHNOLOGICE SPECIFICE FABRICĂRII PIESELOR UTILAJELOR TEHNOLOGICE	159
7.	SISTEME DE PRODUCȚIE MODERNE	163
7.1.	Principiile organizării sistemelor de producție moderne	163
7.1.1.	Istorie și evoluție	163
7.1.2.	Structura organizatorică a sistemelor de producție	165
7.2.	Sisteme flexibile de producție	168
7.2.1.	Principii și elemente de proiectare ale sistemelor flexibile de fabricație	168
7.2.2.	Eficiența economică a folosirii sistemelor flexibile de fabricație	170
7.2.3.	Factorii care influențează profitul relativ	174
7.3.	Sistemul Just In Time (JIT)	176
7.3.1.	Realizarea unui sistem JIT	177
7.3.1.1.	Amplasarea mașinilor, utilajelor și echipamentelor tehnologice precum și întreținerea acestora	178
7.3.1.2.	Pregătirea personalului	180
7.3.2.	Relațiile cu furnizorii	180
7.4.	Sistemul MRP și MRP II	181
7.5.	Sistemul CIM	186

7.5.1. Prezentarea sistemului CIM	186	
7.5.2. Arhitectura sistemelor CIM	187	
7.5.3. Rețele de comunicații interne	188	
7.5.3.1. Rețele locale (LAN)	189	
7.5.3.2. Rețele pe arii extinse (WAN)	190	
8. TEHNOLOGIA DE FABRICARE A ARBORILOR	192	
— 8.1. Considerații generale, clasificarea arborilor și semifabricate utilizate	192	195
8.2. Tehnologii tip de prelucrare a arborilor	195	
8.3. Trasarea și prelucrarea găurilor de centrare	198	
— 8.4. Prelucrarea prin strunjire a arborilor	201	200
8.4.1. Instalarea semifabricatelor în vederea prelucrării	201	
8.4.2. Prelucrarea suprafețelor cilindrice exterioare prin strunjire	203	
8.4.3. Prelucrarea suprafețelor conice	206	
8.4.4. Prelucrarea suprafețelor profilate	209	
— 8.5. Prelucrarea arborilor prin rectificare	211	215
8.5.1. Generalități	211	
8.5.2. Rectificarea arborilor cilindrici	213	
8.5.3. Rectificarea suprafețelor conice exterioare	215	
8.5.4. Rectificarea suprafețelor profilate	215	
8.5.5. Rectificarea rotund exterioară fără centre	217	
8.6. Procedee de superfinisare a arborilor	219	
8.6.1. Lepuirea	219	
8.6.2. Vibronetezirea	222	
8.6.3. Finisarea cu bandă abrazivă	223	
8.6.4. Finisarea cu diamant	224	
8.6.5. Finisarea și durificarea suprafețelor de revoluție exterioare prin rulare	225	
8.6.6. Prelucrarea cu jet de alică	227	
8.7. Particularități tehnologice de prelucrare ale diferiților arbori	229	
8.7.1. Prelucrarea arborilor excentrici	229	
8.7.2. Prelucrarea arborilor cotiți	231	
8.7.3. Prelucrarea arborilor cu came	232	
9. PRELUCRAREA ALEZAJELOR	234	
9.1. Considerații generale și criterii de analiză a tehnologicității alezajelor	234	
9.1.1. Criteriul dimensional	235	
9.1.2. Criteriul condițiilor impuse alezajului	236	
9.1.3. Criteriul rolului funcțional	237	
9.2. Probleme tehnologice privind prelucrarea alezajelor prin burghiere	238	
9.3. Prelucrarea alezajelor prin lamare, zencuire, lărgire și alezare	240	
9.4. Prelucrarea alezajelor prin strunjire	241	
9.5. Prelucrarea alezajelor prin rectificare	243	

10.TEHNOLGIA PRELUCRĂRII SUPRAFETELOR PLANE	245
10.1.Noțiuni generale	245
10.2.Prelucrarea suprafețelor plane prin rabotare și mortezare	245
10.3.Prelucrarea suprafețelor plane prin frezare	249
10.3.1.Alegerea mașinilor-unelte și a sculei așchietoare	249
10.3.2.Scheme tehnologice de frezare și regimuri de așchiere	251
10.4.Strunjirea suprafețelor plane	253
10.5.Broșarea suprafețelor plane	253
10.6.Rectificarea suprafețelor plane	254
11.TEHNOLGIA PRELUCRĂRII FILETELOR	256
11.1.Domenii de utilizare, caracteristici constructive și condiții tehnice de execuție	256
11.2.Tehnologii de prelucrare a pieselor filetate	257
11.2.1.Considerații generale asupra tehnologiilor de realizare a filetelor ...	257
11.2.2.Tehnologia executării filetelor cu unul sau mai multe începuturi pe strungul normal	258
11.3.Prelucrarea filetelor prin frezare	261
11.3.1.Frezarea filetelor scurte	261
11.3.2.Frezarea filetelor lungi	262
11.4.Tehnologia de prelucrare a filetelor prin presare volumică	263
12.PRELUCRAREA ROȚILOR DINȚATE	265
12.1.Noțiuni introductive	265
12.1.1.Simboluri	265
12.1.2.Indici	266
12.1.3.Cifre și alte semne	266
12.1.4.Scurt istoric al dezvoltării angrenajelor	266
12.2.Clasificarea angrenajelor	269
12.3.Noțiuni privind pata de contact	270
12.4.Tehnologia de prelucrare prin așchiere a roților dințate cilindrice	272
12.4.1.Prelucrarea roților dințate cilindrice prin copiere	272
12.4.2.Prelucrarea roților dințate cilindrice prin generare	274
12.4.2.1.Prelucrarea roților dințate cilindrice prin folosirea frezelor melc modul	274
12.4.2.2.Prelucrarea roților dințate cilindrice prin mortezare cu cuțite roată	275
12.4.2.3.Prelucrarea roților dințate cilindrice cu ajutorul cuțitului pieptene ..	276
12.4.3. Prelucrarea roților dințate cilindrice prin deformare plastică	277
12.5.Prelucrarea roților dințate conice	279
12.5.1.Scurtă privire asupra utilizării și fabricației angrenajelor conice	279
12.5.2.Caracteristicile roților dințate conice cu dinți drepecți	281
12.5.3.Elemente geometrice de bază ale angrenajelor conice	282
12.5.4.Prelucrarea roților dințate conice prin așchiere	283

12.5.4.1.Prelucrarea roților dințate conice prin copiere	283
12.5.4.2.Prelucrarea roților dințate conice cu dinți drepți prin generare	284
12.5.5.Metode de prelucrare ale roților dințate conice cu dinți drepți prin deformare plastică	285
12.5.5.1.Presarea la rece sau la cald a roților dințate conice	286
12.5.5.2.Prelucrarea prin matrițare orbitală a roților dințate conice	293
12.5.5.3.Rularea la cald și la rece a roților dințate conice	295
12.5.6.Rectificarea roților dințate	302
13.PROGRAMAREA NUMERICĂ A MAȘINILOR UNELTE	303
13.1.Fluxul informațional la elaborarea tehnologiilor de prelucrare pe ..	303
mașini-unelte cu comandă numerică	
13.2.Sisteme de coordonate pentru mașini-unelte cu comandă numerică	305
13.3.Programarea numerică manuală	307
13.4.Programarea numerică asistată	311
13.4.1.Structura limbajului APT	312
14.TEHNOLOGIA FABRICĂRII PIESELOR DIN TABLĂ	315
14.1.Considerații generale, materiale utilizate	315
14.2.Obținerea pieselor din tablă prin tăiere	316
14.2.1.Tăierea tablelor prin ștanțare	319
14.3.Curbarea tablelor	320
14.3.1.Generalități privind curbarea tablelor	320
14.3.2.Tehnologia curbării	322
14.3.3.Defecte de curbare	327
14.4.Prelucrarea tablelor prin ambutisare	328
14.4.1.Metode de ambutisare a capacelor și fundurilor	329
14.4.2.Ambutisarea capacelor și fundurilor de dimensiuni mari	331
14.5.Îndoirea tablelor	333
15.PRELUCRAREA MASELOR PLASTICE	336
15.1.Clasificarea materialelor plastice	336
15.2.Aditivi sau materiale de adaos folosite la fabricarea produselor din materiale plastice	337
15.2.1.Plastifianți	338
15.2.2.Stabilizatori	338
15.2.3.Antioxidanți	339
15.2.4.Coloranți	340
15.2.5.Lubrifianti	340
15.3.Materialele plastice utilizate la realizarea produselor industriale	341
15.4.Polietilena	342
15.4.1.Polipropilena	344
15.4.2.Polibutilena și polipentena	345
15.4.3.Policlorura de vinil	346

15.4.4.Polistirenul	348
15.4.5.Poliamide	350
15.4.6.Copolimeri acrilonitrili utilizați la fabricarea ambalajelor	352
15.4.7.Derivați celulozici utilizați la confecționarea ambalajelor	353
15.4.8.Poliacrilati	354
15.4.9.Policarbonați	354
15.4.10.Poliesteri	354
15.5.Procedee de prelucrare a materialelor plastice	355
15.5.1.Prelucrarea produselor din materiale plastice prin presare	356
15.5.1.1.Formarea pieselor din materiale plastice prin presare în matriță cu poanson	356
15.5.1.2.Formarea produselor din materiale plastice prin presare în matriță cu piston	357
15.5.1.3.Prelucrarea produselor din materiale plastice prin injectare	358
15.5.1.4.Procedee speciale de injectare	361
15.5.1.5.Injectarea multicomponentă.	361
15.5.1.6.Injectarea cu presiune interioară de gaz	363
15.5.1.7.Injectarea contracadentă	365
15.5.1.8.Obținerea materialelor de ambalare prin extrudare	367
15.5.2.Prelucrarea ambalajelor din materiale plastice prin suflare	368
15.5.3.Prelucrarea produselor din materiale plastice prin termoformare	372
15.6.Imprimarea și ornamentarea pieselor din materiale plastice	373
15.6.1.Marcarea la cald	373
15.6.2.Marcare prin serigrafie	374
15.6.3.Imprimarea tampografică	375
15.6.4.Ornamentarea cu elemente transferabile și etichete autoadezive	375
15.6.5.Ornamentarea direct în matriță	376
15.6.6.Imprimarea cu jet de cerneală	377
16.ORGANIZAREA ACTIVITĂȚII DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII	378
16.1.Uzura fondurilor fixe	378
16.2.Întreținerea și repararea fondurilor fixe	381
16.2.1.Întreținerea după necesități	382
16.2.2.Întreținerea preventivă	382
16.2.3.Întreținerea funcțională	383
16.2.4.Ciclul de reparații și structura sa	384
BIBLIOGRAFIE	392