

# Obsah

<b>1. Všeobecná část</b> . . . . .	13
<i>Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt</i>	
1.1 Úvod . . . . .	13
1.2 Výkon nástroje . . . . .	14
1.3 Řezné materiály . . . . .	16
1.4 Opatřebení břítu . . . . .	18
1.5 Trvanlivost nástroje . . . . .	19
1.6 Strojírenské materiály . . . . .	21
1.7 Přehled strojírenských materiálů . . . . .	22
1.8 Měrný řezný odpor . . . . .	24
1.9 Tuhost a chvění nástrojů . . . . .	28
1.10 Druhy třísek . . . . .	28
1.11 Součinitel objemu třísek . . . . .	30
1.12 Úpravy třísek . . . . .	31
1.13 Drsnost povrchu . . . . .	32
Literatura . . . . .	34
<b>2. Geometrie břítu</b> . . . . .	35
<i>Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt</i>	
2.1 Geometrie břítu všeobecně . . . . .	35
2.2 Vztažné soustavy geometrie břítu . . . . .	39
2.3 Geometrie úhlů čela . . . . .	39
2.3.1 Kotangentní diagramy čela . . . . .	39
2.3.2 Kruhové diagramy čela . . . . .	40
2.4 Určující dvojice úhlů čela . . . . .	42
2.5 Negativní úhly čela . . . . .	45
2.6 Normální úhly čela a hřbetu . . . . .	48
2.7 Geometrie úhlů hřbetu . . . . .	50
2.8 Tangentní diagramy úhlů hřbetu . . . . .	51
2.9 Určující dvojice úhlů hřbetu . . . . .	53
2.10 Břítové úhly v základní rovině . . . . .	56
2.11 Nástrojové a pracovní úhly . . . . .	59
2.12 Transformace břitových úhlů . . . . .	61
Literatura . . . . .	65
<b>3. Oceli pro řezné nástroje</b> . . . . .	66
<i>Zpracoval Ing. Jiří Průcha</i>	
3.1 Požadavky na oceli pro řezné nástroje . . . . .	66
3.2 Tepelné zpracování . . . . .	67

3.3	Rychlořezné oceli . . . . .	69
3.4	Legované oceli pro řezné nástroje . . . . .	86
3.5	Povrchové úpravy řezných nástrojů . . . . .	94
3.6	Vady rychlořezných ocelí . . . . .	100
3.7	Rychlořezné oceli na lité nástroje . . . . .	107
	Literatura . . . . .	110

#### 4. Slinuté karbidy a keramické materiály . . . . . 111

*Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt*

4.1	Slinuté karbidy všeobecně . . . . .	111
4.2	Druhy slinutých karbidů . . . . .	113
4.3	Použití slinutých karbidů . . . . .	115
4.4	Tvarování slinutých karbidů . . . . .	116
4.5	Pájení slinutých karbidů . . . . .	117
4.6	Standardizace slinutých karbidů . . . . .	118
4.7	Keramické a lité řezné materiály . . . . .	118
	Literatura . . . . .	119

#### 5. Nože . . . . . 120

*Zpracoval Vladimír Roček*

5.1	Nože všeobecně . . . . .	120
5.2	Tělesa nožů . . . . .	121
5.3	Síly působící na nůž . . . . .	122
5.4	Geometrie břítu nožů . . . . .	122
5.5	Rychlořezné nože svařované stykové . . . . .	125
5.6	Rychlořezné nože s navařovanými destičkami . . . . .	126
5.7	Rychlořezné nože s navařovaným břitem . . . . .	127
5.8	Nože s břity ze slinutých karbidů . . . . .	127
5.9	Utvářeče třísek . . . . .	128
5.10	Kopírovačí nože . . . . .	130
5.11	Revolverové a automatové nože . . . . .	132
5.12	Hoblovačí a obrážecí nože . . . . .	133
5.13	Nože s keramickými břitovými destičkami . . . . .	134
5.14	Diamantové nože . . . . .	136
5.15	Složené nože s vyměnitelnými destičkami . . . . .	136
	Literatura . . . . .	141

#### 6. Tvarové nože . . . . . 142

*Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt*

6.1	Tvarové nože všeobecně . . . . .	142
6.2	Druhy tvarových nožů . . . . .	143
6.3	Geometrie břítu tvarových nožů . . . . .	146
6.4	Určení profilu tvarových nožů . . . . .	147
6.5	Výpočet profilu radiálních tvarových nožů . . . . .	147
6.6	Úprava profilu tvarových nožů . . . . .	149
6.7	Konstrukce tvarových nožů . . . . .	150
6.8	Technologie výroby tvarových nožů . . . . .	151
	Literatura . . . . .	152

#### 7. Frézy . . . . . 154

*Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt*

7.1	Druhy fréz . . . . .	154
7.2	Geometrie břítu fréz . . . . .	156
7.3	Kinematika frézování . . . . .	161

7.4	Řezné síly při frézování	162
7.5	Obvodová řezná síla při frézování (Ing. Antonín Řezáč)	163
7.6	Rovnoměrnost frézování	170
7.7	Vnější průměry fréz	171
7.8	Velikost upínací díry fréz	172
7.9	Počet a sklon zubů fréz	172
7.10	Tvar zubů fréz	173
7.11	Frézování zubových drážek fréz válcových a čelních	177
7.12	Frézy úhlové pro obrábění zubových drážek	185
7.13	Dělení břitů na frézách (Ing. Antonín Řezáč)	187
7.14	Ostření válcových fréz	191
7.15	Ostření čelních fréz	193
7.16	Tvarované břity ze slinutého karbidu	194
7.17	Frézy s vloženými noži	194
7.18	Frézovací hlavy	197
7.19	Kotoučové frézy a pily	204
7.20	Pilové kotouče	206
7.21	Tvarové frézy všeobecně	209
7.22	Podsoustružování tvarových fréz	210
7.23	Podbrušování tvarovým kotoučem	215
7.24	Profil tvarových nožů pro podsoustružování	218
7.25	Geometrie fréz v závislosti na průměru	220
7.26	Rozměry podsoustružených tvarových fréz	221
7.27	Profilové ostření tvarových fréz	222
7.28	Tvarové frézy s vloženými břitovými částmi	223
	Literatura	225

## 8. Vrtací nástroje . . . . . 226

Zpracoval Ing. Karel Vesku

8.1	Obrábění děr	226
8.2	Rozměry šroubových vrtáků	226
8.3	Úhel sklonu drážek, úhel hrotu a kuželovitost šroubových vrtáků	228
8.4	Geometrie šroubových vrtáků	229
8.5	Děliče břitů vrtacích nástrojů (Ing. A. Řezáč)	230
8.6	Úpravy hrotů vrtáků	232
8.7	Výroba drážek šroubových vrtáků	232
8.8	Ostření šroubových vrtáků	234
8.9	Ploché vrtáky	236
8.10	Šroubovitě vrtáky pro hluboké díry	237
8.11	Jednobřitové nástroje pro vrtání hlubokých děr	238
8.12	Trepnační vrtáky	240
8.13	Šroubovitě vrtáky s břity ze slinutých karbidů	242
8.14	Vrtáky pro nejmenší průměry (miniaturní vrtáky)	243
8.15	Vyvrtávací tyče jednobřitové	244
8.16	Vyvrtávací tyče dvoubřitové	245
8.17	Stavitelné vyvrtávací a vystružovací hlavy	246
8.18	Základní druhy a rozměry výhrubníků a výstružníků	248
8.19	Upínání výhrubníků a výstružníků	252
8.20	Frézy na drážky výhrubníků	253
8.21	Rozteč zubů výstružníků	253
8.22	Frézy pro obrábění drážek výstružníků se stejnoměrnou roztečí zubů	254
8.23	Rozměry fréz pro výrobu výstružníků s nestejnou roztečí zubů	255
8.24	Geometrie břítu strojních výstružníků	254
8.25	Konstrukce válcových výstružníků	256
8.26	Kuželové výstružníky	257
8.27	Přesnost a jakost vystružování	257
8.28	Postup výroby přesných válcových děr	259
8.29	Záhlubníky	259

8.30	Kombinované vrtací nástroje	261
8.31	Síly na vrtacích nástrojích	264
8.32	Ostření výhrubníků, záhlubníků a výstružníků	265
	Literatura	267

## 9. Závitořezné nástroje . . . . . 268

*Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt*

9.1	Závitořezné nástroje všeobecně	268
9.2	Druhy závitových nožů	269
9.3	Závitové nože soustružnické	270
9.4	Geometrie závitových nožů	273
9.5	Dělení třísek při obrábění závitových profilů	275
9.6	Závitníky všeobecně	277
9.7	Druhy závitníků	278
9.8	Rozměry závitníků	278
9.9	Síly působící na závitník	286
9.10	Speciální závitníky	289
9.11	Přesnost závitníků	290
9.12	Ostření závitníků	290
9.13	Závitové čelisti	291
9.14	Rozměry kruhových závitových čelistí	292
9.15	Výpočet kruhových závitových čelistí	293
9.16	Přesnost závitových čelistí	294
9.17	Závitořezné hlavy	294
9.18	Závitové kotoučové frézy	297
9.19	Závitové hřebenové frézy	297
9.20	Tvářecí nástroje na závity (zpracoval Dr. Jan Věkřuta)	300
	Literatura	305

## 10. Nástroje na ozubení . . . . . 306

*Zpracoval doc. Ing. Stanislav Švec, CSc.*

10.1	Tvarové frézy na ozubení — všeobecně	306
10.2	Rozdělení tvarových fréz na ozubení	307
10.3	Výpočet a konstrukce kotoučových fréz na evolventní ozubení	308
10.4	Geometrie břitu kotoučových fréz	318
10.5	Výpočet a konstrukce čepových fréz na evolventní ozubení	319
10.6	Geometrie břitu čepových fréz	321
10.7	Vývojová konstrukce kotoučových a čepových fréz	322
10.8	Obrázecí hřebenové nože — všeobecně	324
10.9	Použití obrázecích hřebenových nožů	324
10.10	Rozdělení obrázecích hřebenových nožů	325
10.11	Výpočet a konstrukce dokončovacích obrázecích hřebenových nožů Maag	328
10.12	Geometrie břitu hřebenových nožů	330
10.13	Ostření obrázecích hřebenových nožů	332
10.14	Výpočet a konstrukce šikmých obrázecích nožů	333
10.15	Zvláštní provedení hřebenových nožů	338
10.16	Obrázecí kotoučové nože na evolventní ozubení — všeobecně	339
10.17	Použití obrázecích kotoučových nožů	340
10.18	Druhy kotoučových nožů	340
10.19	Základní vztahy kotoučových nožů	342
10.20	Geometrie břitu kotoučových nožů	344
10.21	Výpočet a konstrukce kotoučových nožů	344
10.22	Obrázecí nože kotoučové na evolventní ozubení se šikmými zuby	349
10.23	Geometrie břitu nožů se šikmými zuby	349
10.24	Postup výpočtu obrázecího kotoučového nože se šikmými zuby	352
10.25	Vývoj kotoučových nožů	354
10.26	Odvalovací frézy — všeobecně	355

10.27	Použití odvalovacích fréz . . . . .	356
10.28	Rozdělení odvalovacích fréz . . . . .	356
10.29	Základy geometrie odvalovacích fréz . . . . .	358
10.30	Výpočet a konstrukce odvalovacích fréz . . . . .	361
10.31	Geometrie břítu odvalovacích fréz . . . . .	364
10.32	Pokrokové konstrukce odvalovacích fréz . . . . .	365
10.33	Ševingovací ozubená kola . . . . .	366
10.34	Hlavní způsoby ševingování . . . . .	367
10.35	Použití ševingovacích kol . . . . .	368
10.36	Rozdělení ševingovacích kol . . . . .	368
10.37	Základy konstrukce a výpočtu ševingovacích kol . . . . .	368
10.38	Výpočet ševingovacích kol pro vnější ozubení . . . . .	372
10.39	Vývoj ševingovacích nástrojů . . . . .	377
10.40	Nástroje pro výrobu ozubení šnekových soukolí . . . . .	377
10.41	Výroba závitů šneků a šnekových kol . . . . .	380
10.42	Základy navrhování nástrojů pro válcové šnekové soukolí . . . . .	384
10.43	Šnekové soukolí $A$ . . . . .	384
10.44	Obecná šneková soukolí $B, C$ . . . . .	388
10.45	Obálkové šnekové soukolí $D$ . . . . .	393
10.46	Evolventní šnekové soukolí $E$ . . . . .	393
10.47	Šneková soukolí $F$ . . . . .	394
10.48	Vývojové směry ve výrobě nástrojů na šneková soukolí . . . . .	394
10.49	Nástroje pro výrobu ozubení kuželových kol . . . . .	396
10.50	Teoretické základy výroby ozubení kuželových kol . . . . .	401
10.51	Kotoučové a čepové frézy pro výrobu ozubení kuželových kol . . . . .	407
10.52	Kruhové protahovací trny Revacycle . . . . .	408
10.53	Obrážecí nože Oerlikon . . . . .	409
10.54	Provedení nožů Oerlikon . . . . .	411
10.55	Obrážecí nože Gleason . . . . .	413
10.56	Princip práce obrážecích nožů . . . . .	413
10.57	Rozdělení obrážecích nožů . . . . .	414
10.58	Základy konstrukce nožů . . . . .	415
10.59	Geometrie břítu nožů . . . . .	418
10.60	Obrážecí nože Heidenreich — Harbeck . . . . .	420
10.61	Odvalovací kotoučové frézovací hlavy . . . . .	420
10.62	Frézovací hlavy Gleason . . . . .	422
10.63	Princip práce kuželových kol se zakřivenými zuby . . . . .	422
10.64	Provedení a druhy frézovacích hlav Gleason . . . . .	424
10.65	Teoretické základy výroby ozubení kuželových kol Gleason . . . . .	425
10.66	Odvození čísla frézovací hlavy . . . . .	426
10.67	Seřazení pastorku pro obrábění na čisto . . . . .	428
10.68	Frézovací hlavy $G$ s mechanicky upnutými noži . . . . .	429
10.69	Zvláštní provedení frézovacích hlav Gleason . . . . .	436
10.70	Odvalovací frézy Klingelberg . . . . .	438
10.71	Princip práce frézy Klingelberg . . . . .	438
10.72	Rozdělení odvalovacích fréz $K$ . . . . .	440
10.73	Záběrové pole a úprava profilu frézy $K$ . . . . .	440
10.74	Základy výpočtu a konstrukce . . . . .	441
10.75	Frézovací hlavy $K$ pro cykloaloidní ozubení . . . . .	443
10.76	Frézovací hlavy Oerlikon . . . . .	443
10.77	Princip práce strojů Spiromatic . . . . .	444
10.78	Provedení a dráhy frézovacích hlav Oerlikon . . . . .	446
10.79	Vývojové směry nástrojů na ozubení kuželových kol . . . . .	449
	Literatura . . . . .	449

## 11. Odvalovací nástroje pro obecné profily . . . . . 450

*Zpracoval doc. Ing. Stanislav Švec, CSc.*

11.1	Nástroje pro výrobu obecných profilů odvalováním . . . . .	450
11.2	Druhy nástrojů pro obecné profily . . . . .	451

11.3	Použití odvalovacích nástrojů . . . . .	453
11.4	Výpočet a konstrukce odvalovacích fréz pro drážkové hřídele . . . . .	454
11.5	Speciální konstrukce odvalovacích fréz pro drážkové hřídele . . . . .	463
11.6	Odvalovací frézy pro řetězová kola . . . . .	464
	Literatura . . . . .	465

## **12. Protahovací a protlačovací nástroje . . . . . 466**

*Zpracoval Ing. Antonín Řezáč*

12.1	Protahováký a protlačováký všeobecně . . . . .	466
12.2	Zásady pro konstrukci protahováký . . . . .	467
12.3	Výpočet pevnosti protahováký . . . . .	472
12.4	Děliče třísek . . . . .	475
12.5	Tření na bocích protahováký . . . . .	487
12.6	Úhel čela protahovacích nástrojů . . . . .	490
12.7	Úhel hřbetu protahovacích nástrojů . . . . .	490
12.8	Řezná část protahováký a protlačováký . . . . .	491
12.9	Kalibrující část protahováký a protlačováký . . . . .	491
12.10	Opotřebení protahováký a protlačováký . . . . .	493
12.11	Porovnání konstrukcí protahováký . . . . .	494
12.12	Šestidrážkový protahováký . . . . .	498
12.13	Vnější protahováký . . . . .	502
	Literatura . . . . .	508

## **13. Brusné nástroje . . . . . 510**

### **13a. Brusné nástroje keramické . . . . . 510**

*Zpracoval Václav Černý*

13.1	Brusné nástroje — všeobecně . . . . .	510
13.2	Brusivo . . . . .	511
13.3	Zrnitost . . . . .	512
13.4	Tvrdost brusných nástrojů . . . . .	513
13.5	Struktura brusných nástrojů . . . . .	513
13.6	Pojiva brusných nástrojů . . . . .	513
13.7	Tvary a rozměry brusných kotoučů . . . . .	514
13.8	Volba brusných kotoučů . . . . .	516
13.9	Kotouče pro ostření nástrojů . . . . .	517
13.10	Chlazení při ostření nástrojů . . . . .	518
13.11	Kontrola jakosti brusných materiálů . . . . .	518
13.12	Orovnávače brusných kotoučů . . . . .	519

### **13b. Brusné nástroje diamantové . . . . . 520**

*Zpracoval Radim Kopecký*

13.13	Průmyslové diamanty . . . . .	520
13.14	Diamantové brusné kotouče . . . . .	523
	Literatura . . . . .	526

## **14. Upínání řezných nástrojů . . . . . 530**

*Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt*

14.1	Upínací kužele . . . . .	530
14.2	Normy ČSN pro upínání řezných nástrojů . . . . .	531
14.3	Nástrojové stopky a dutiny . . . . .	532
14.4	Kuželové stopky strmé . . . . .	533
14.5	Kuželové díry nástrčných výhrubníků a výstružníků . . . . .	534

14.6	Díry, pera a drážky fréz . . . . .	535
------	------------------------------------	-----

<b>15.</b>	<b>Jakost řezných nástrojů . . . . .</b>	<b>536</b>
------------	--	------------

*Zpracoval Dr. Ing. Eduard Schmidt*

15.1	Definice jakosti . . . . .	536
15.2	Rozdělení jakosti . . . . .	537
15.3	Kontrola jakosti výroby a údržby . . . . .	538
15.4	Materiál nástroje . . . . .	538
15.5	Rozměrová přesnost, geometrie břitu a jakost ostření . . . . .	546
15.6	Nože . . . . .	547
15.7	Šroubovitě vrtáky . . . . .	549
15.8	Výstružníky . . . . .	555
15.9	Závitové čelisti . . . . .	560
15.10	Protahovací trny . . . . .	563
15.11	Obrážecí kotoučové nože na ozubení s přímými zuby . . . . .	566
15.12	Přístroje pro kontrolu řezných nástrojů . . . . .	569
15.13	Povrchová úprava . . . . .	571
15.14	Zkoušky řezivosti . . . . .	573
	Literatura . . . . .	578