

1 Měření rozměrů

7

1.1	Veličiny a jednotky	8	1.4	Měření profilu povrchu	36
1.2	Základy měření	10	1.4.1	Profily povrchu	36
1.2.1	Základní pojmy	10	1.4.2	Parametry profilu povrchu	37
1.2.2	Chyby měření	13	1.4.3	Měření drsnosti povrchu	38
1.2.3	Způsobilost a přezkušování měřidel	16	1.5	Soustava tolerancí uložení, lícovací soustavy (ČSN EN 20286-1-2)	40
1.3	Měření délkových rozměrů	18	1.5.1	Tolerance	40
1.3.1	Měřítka, pravítka, úhelníky, kalibry a základní měrky	18	1.5.2	Lícování	44
1.3.2	Mechanická analogová a digitální měřidla rozměrů	21	1.6	Kontrola tvaru a polohy	48
1.3.3	Pneumatická měřidla rozměrů	29	1.6.1	Tolerance tvaru a polohy	48
1.3.4	Elektronická měřidla rozměrů	31	1.6.2	Kontrola rovinnosti ploch a úhlů	50
1.3.5	Optoelektronická měřidla	32	1.6.3	Kontrola kruhovitosti, souososti a házivosti	53
1.3.6	Souřadnicové měřicí stroje	34	1.6.4	Kontrola závitů	58
			1.6.5	Kontrola kuželů	60

2 Systém řízení jakosti

61

2.1	Oblasti řízení jakosti	61	2.7.5	Veličiny normálního rozdělení náhodné proměnné při namátkových zkouškách	70
2.2	Normy ČSN EN ISO 9000–9004	62	2.7.6	Statistická kontrola jakosti	71
2.3	Požadavky na jakost	62	2.8	Způsobilost strojů (indexy C_m, C_{mk})	72
2.4	Parametry jakosti a závady	63	2.9	Způsobilost procesů (indexy: C_p, C_{pk})	75
2.5	Nástroje řízení jakosti	64	2.10	Statistická regulace procesů pomocí regulačních diagramů (regulačních karet)	76
2.6	Řízení jakosti	67	2.11	Audit a certifikace	79
2.7	Kontrola jakosti	68	2.12	Proces stálého zlepšování: zapojení zaměstnanců	80
2.7.1	Plánování kontrol	68			
2.7.2	Pravděpodobnost	68			
2.7.3	Normální rozdělení hodnot parametrů	69			
2.7.4	Smišená rozdělení hodnot parametrů	69			

3 Výroba

81

3.1	Bezpečnost práce	82	3.6.1	Základy	112
3.1.1	Bezpečnostní značky	82	3.6.2	Řezání pilami	120
3.1.2	Příčiny úrazů	83	3.6.3	Vrtání, zahlubování, vystružování	122
3.1.3	Bezpečnostní opatření	83	3.6.4	Soustružení	134
3.2	Výrobní technologie ve strojírenství	84	3.6.5	Frézování	154
3.3	Slévárství	86	3.6.6	Broušení	171
3.3.1	Formy a modely	86	3.6.7	Jemné dokončovací obrábění	183
3.3.2	Odlévání do netrvalých forem	87	3.6.8	Elektroerozivní obrábění	189
3.3.3	Odlévání do trvalých forem	90	3.6.9	Přípravky a upínače pro obráběcí stroje	193
3.3.4	Materiály na odlitky	91	3.6.10	Příklad postupu výroby upínky	200
3.3.5	Vady odlitků	91	3.7	Spoje a spojování	204
3.4	Tváření	92	3.7.1	Druhy mechanických spojení	204
3.4.1	Chování materiálu při tváření	92	3.7.2	Lisované a západkové spoje	207
3.4.2	Způsoby tváření	93	3.7.3	Lepení	209
3.4.3	Ohýbání	93	3.7.4	Pájení	211
3.4.4	Tváření kombinující tah a tlak	96	3.7.5	Svařování	217
3.4.5	Objemové tváření	100	3.8	Povrchové úpravy	230
3.4.6	Tvářecí stroje	102	3.8.1	Povrchové úpravy nátěrovými hmotami a plastem	230
3.5	Dělení materiálu	103	3.8.2	Pokovování	232
3.5.1	Stříhání	103	3.8.3	Speciální povrchové úpravy	233
3.5.2	Řezání plamenem, laserem a vodním paprskem	108	3.9	Výrobní provoz a ochrana životního prostředí	234
3.6	Třískové obrábění	112			

4 Materiály

237

4.1	Přehled materiálů a pomocných látek	238	4.2.3	Mechanické vlastnosti materiálů	242
4.1.1	Rozdělení konstrukčních materiálů	238	4.2.4	Technologické vlastnosti materiálů	244
4.1.2	Výroba materiálů	239	4.2.5	Chemické vlastnosti	244
4.1.3	Pomocné látky a energie	239	4.2.6	Slučitelnost s životním prostředím, zdravotní nezávadnost	245
4.2	Výběr a vlastnosti materiálů	240	4.3	Vnitřní struktura kovů	246
4.2.1	Výběr materiálu	240	4.3.1	Vnitřní struktura, vlastnosti	246
4.2.2	Fyzikální vlastnosti materiálů	241			

4.3.2	Typy krystalových mřížek kovů	247	4.9	Zkoušení materiálu	290
4.3.3	Poruchy krystalické struktury kovu	248	4.9.1	Zkoušení technologických vlastností	290
4.3.4	Přeměny struktury kovu	248	4.9.2	Zkoušení mechanických vlastností	291
4.3.5	Druhy struktur a vlastností materiálu	249	4.9.3	Zkouška vrubové houževnatosti	293
4.3.6	Struktura čistých kovů a slitin	250	4.9.4	Zkoušky tvrdosti	294
4.4	Oceli a litiny	251	4.9.5	Únavové zkoušky	298
4.4.1	Výroba surového železa	251	4.9.6	Provozní zátěžové zkoušky	299
4.4.2	Výroba oceli	252	4.9.7	Nedestruktivní zkoušky materiálu (defektoskopie)	299
4.4.3	Legující a doprovodné prvky	255	4.9.8	Metalografická kontrola materiálu	300
4.4.4	Litiny	256	4.10	Koroze a antikorozní ochrana	301
4.4.5	Označování ocelí a litin	260	4.10.1	Příčiny koroze	301
4.4.6	Rozdělení ocelí ke tváření podle složení a jakosti (ČSN EN 10020)	264	4.10.2	Druhy koroze a její vzhled	303
4.4.7	Rozdělení ocelí podle použití	265	4.10.3	Opatření antikorozní ochrany	304
4.4.8	Hutní ocelové výrobky	267	4.11	Plasty	307
4.5	Neželezné kovy	268	4.11.1	Vlastnosti a použití plastů	307
4.5.1	Lehké kovy	268	4.11.2	Chemické složení a výroba plastů	308
4.5.2	Těžké kovy	270	4.11.3	Druhy plastů a jejich struktura	309
4.6	Spékané kovové materiály	273	4.11.4	Termoplasty	310
4.6.1	Výroba spékaných výrobků	273	4.11.5	Reaktoplasty	312
4.6.2	Vlastnosti a použití spékaných materiálů	274	4.11.6	Elastomery	313
4.6.3	Prášková metalurgie	274	4.11.7	Zkoušení vlastností plastů	314
4.7	Keramické materiály	275	4.11.8	Vlastnosti důležitých plastů	315
4.8	Tepelné zpracování ocelí	277	4.11.9	Tváření plastů	316
4.8.1	Druhy struktur oceli a litiny	277	4.11.10	Zpracování polotovarů a hotových dílů z plastů	321
4.8.2	Rovnovážný diagram železo–uhlík	278	4.12	Kompozitní materiály	323
4.8.3	Struktura a krystalová mřížka oceli při pomalém zahřívání	279	4.12.1	Vnitřní skladba kompozitů	323
4.8.4	Žíhání	280	4.12.2	Plasty zpevněné vlákny	324
4.8.5	Kalení	280	4.12.3	Kompozity s vyztužujícím plnivem, brusné a řezné kompozity	325
4.8.6	Zušlechťování	285	4.12.4	Vrstvené a strukturované kompozity	326
4.8.7	Vytvrzování povrchu	286	4.13	Vliv odpadů z materiálů a pomocných látek na životní prostředí	327
4.8.8	Příklad tepelného zpracování: upínka	289			

5 Stroje a jejich řízení

329

5.1	Rozdělení strojů	330	5.6.4	Těsnění	394
5.1.1	Motory (pohony)	330	5.6.5	Pružiny	396
5.1.2	Pracovní stroje	334	5.7	Jednotky pro přenos energie	398
5.1.3	Zařízení pro zpracování dat	337	5.7.1	Pohonné a nosné hřídele	398
5.1.4	Výrobní systémy	338	5.7.2	Spojky	400
5.2	Výrobní zařízení	339	5.7.3	Řemenové převody	405
5.2.1	Manipulační zařízení	339	5.7.4	Řetězové převody	407
5.2.2	Pružné výrobní systémy	343	5.7.5	Převody ozubenými koly	409
5.3	Zprovoznění	349	5.8	Pohonné jednotky	412
5.3.1	Ustavení a přejímka obráběcích strojů	350	5.8.1	Elektromotory	412
5.3.2	Zprovoznění strojů nebo zařízení	351	5.8.2	Převodovky	419
5.3.3	Přejímka strojů nebo zařízení	351	5.8.3	Pohony pro přímočaré pohyby (lineární pohony)	425
5.4	Funkční jednotky strojů a zařízení	353	5.9	Montáž	427
5.4.1	Vnitřní konstrukce strojů	353	5.9.1	Plánování montáže	427
5.4.2	Funkční jednotky CNC obráběcího stroje	355	5.9.2	Způsoby organizace montáže	428
5.4.3	Funkční jednotky motorového vozidla	357	5.9.3	Automatizace montáže	428
5.4.4	Funkční jednotky klimatizačního zařízení budovy	358	5.9.4	Příklady montáže	429
5.4.5	Bezpečnost strojů	359	5.10	Údržba	435
5.5	Mechanické spojovací prvky	361	5.10.1	Definice a oblasti využití údržby	435
5.5.1	Závity (ČSN 01 4001)	361	5.10.2	Pojmy údržby	436
5.5.2	Šroubové spoje	363	5.10.3	Cíle údržby	437
5.5.3	Kolíkové spoje	371	5.10.4	Koncepce údržby	437
5.5.4	Nýtové spoje	373	5.10.5	Ošetřování strojů	440
5.5.5	Spojení náboje s hřídelem	375	5.10.6	Inspekce strojů	443
5.6	Ložiska, vedení, těsnění a pružiny	379	5.10.7	Zprovozňování strojů a zařízení	445
5.6.1	Tření a maziva	379	5.10.8	Zlepšení	447
5.6.2	Ložiska	382	5.10.9	Vyhledávání místa a příčiny závady	448
5.6.3	Vedení	391	5.11	Analýza a odstraňování závad	449
			5.12	Namáhání a pevnost částí strojů	451

6 Automatizace

453

6.1 Řízení a regulace	454	6.5 Elektrické řídicí systémy	494
6.1.1 Základy řídicí techniky	454	6.5.1 Konstrukce řídicích systémů	495
6.1.2 Základy regulace	456	6.5.2 Elektrické spínací přístroje	495
6.2 Základy pro řešení úloh řízení	460	6.5.3 Elektrické kontaktní řídicí systémy	496
6.2.1 Způsob činnosti řídicích systémů	460	6.6 Programovatelné automaty (PLC)	499
6.2.2 Prvky řídicích systémů	461	6.6.1 Konstrukce programovatelného	
6.2.3 Funkční schémata	467	automatu	499
6.2.4 Funkční a stavové diagramy	468	6.6.2 Činnost programovatelného automatu	500
6.2.5 Schémata zapojení	469	6.6.3 Programování programovatelných	
6.3 Pneumatické řídicí systémy	470	automatů	501
6.3.1 Jednotky pneumatických systémů	470	6.7 Řídicí systémy CNC	507
6.3.2 Prvky pneumatických systémů	471	6.7.1 Parametry číslicově řízených strojů	507
6.3.3 Schémata zapojení pneumatických		6.7.2 Souřadnice, nulové a vztažné body	511
řídicích systémů	479	6.7.3 Druhy řízení, korekce	513
6.3.4 Příklady pneumatických řídicích systémů	480	6.7.4 Vytváření CNC programů	516
6.3.3 Elektropneumatické řídicí systémy	482	6.7.5 Cykly a podprogramy	521
6.4 Hydraulické řídicí systémy	484	6.7.6 Programování NC soustruhů	522
6.4.1 Části hydraulických zařízení	484	6.7.7 Programování NC frézek	529
6.4.2 Elektrohydraulické řídicí systémy	492	6.7.8 Způsoby programování	533

7 Informatika

535

7.1 Výměna technických informací	536	7.2.3 Zobrazení informací v počítači	543
7.1.1 Normy a směrnice	536	7.2.4 Periferní zařízení	544
7.1.2 Technické výkresy	537	7.2.5 Start počítače	545
7.1.3 Reprezentace vzájemných		7.2.6 Operační systém	546
vztahů veličin	538	7.2.7 Počítačové viry	546
7.1.4 Schémata, postupy, plány a protokoly	538	7.2.8 Uživatelský software	547
7.2 Počítače	540	7.2.9 Hospodářské a sociální vlivy počítačů	549
7.2.1 Způsob práce počítače	540	7.2.10 Ochrana zdraví při práci u počítače	550
7.2.2 Konstrukce osobního počítače	540	7.2.11 Ochrana dat a osobních údajů	550

8 Elektrotechnika

551

8.1 Elektrický obvod	551	8.2.2 Paralelní zapojení odporů (rezistorů)	555
8.1.1 Elektrické napětí	551	8.3 Druhy elektrického proudu	556
8.1.2 Elektrický proud	552	8.4 Elektrický výkon a elektrická práce	557
8.1.3 Elektrický odpor	553	8.5 Nadproudové ochrany	558
8.2 Zapojení odporů (rezistorů)	554	8.6 Poruchy elektrických zařízení	
8.2.1 Sériové zapojení odporů (rezistorů)	554	a bezpečnostní opatření	559

Tematické celky

563

Informace o tematicky orientovaném vyučování	563
Tematický celek 1: Výroba dílů pomocí ručního nářadí	564
Tematický celek 2: Výroba dílů strojním obráběním	566
Tematický celek 3: Výroba jednoduchých konstrukčních skupin	568
Tematický celek 4: Údržba strojního zařízení	570
Tematický celek 7: Montáž strojních skupin	572
Tematický celek 8: Programování a výroba na NC obráběcích strojích	574
Tematický celek 10: Výroba a zprovoznění jednotlivých jednotek strojů	576
Tematický celek 11: Kontrola jakosti výrobků a procesu výroby	579
Tematický celek 5: Výroba dílů na obráběcích strojích	580
Tematický celek 6: Návrh zprovoznění řídicích systémů	580
Tematický celek 9: Zprovoznění technických systémů	580
Tematický celek 12: Údržba technických systémů	581
Tematický celek 13: Zajišťování provozuschopnosti automatizovaných systémů	581

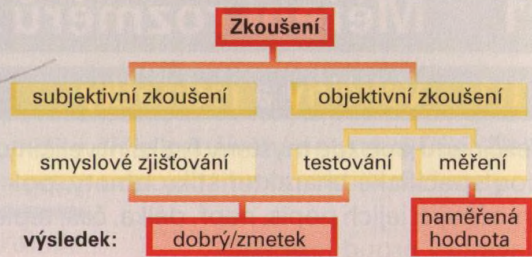
Seznam podniků a organizací

582

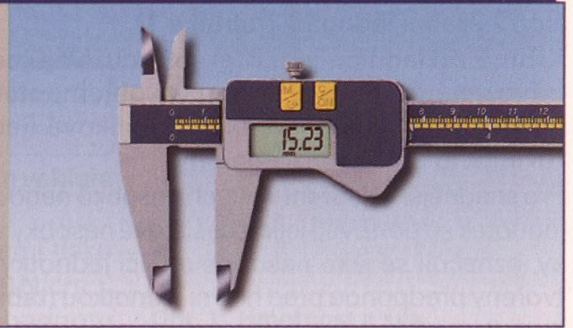
Věcný rejstřík

585

1.1	Veličiny a jednotky	8
1.2	Základy měření	10
	Základní pojmy	10
	Chyby měření	13
	Způsobilost a přezkušování měřidel	16



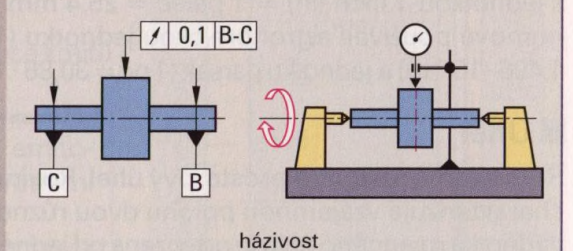
1.3	Měření délkových rozměrů	18
	Měřítka, kalibry a základní měřky	18
	Mechanická a elektronická měřidla	21
	Pneumatická měřidla rozměrů	29
	Elektronická měřidla rozměrů	31
	Optoelektronická měřidla	32
	Souřadnicové měřicí stroje	34



1.4	Měření profilu povrchu	36
	Profily povrchu	36
	Parametry profilu povrchu	37
	Měření drsnosti povrchu	38
1.5	Soustava tolerancí uložení	40
	Tolerance	40
	Lícování	40



1.6	Kontrola tvaru a polohy	48
	Tolerance tvaru a polohy	48
	Kontrola rovinnosti ploch a úhlů	50
	Kontrola kruhovitosti, souososti a házivosti	53
	Kontrola závitů	58
	Kontrola kuželů	60



2.1	Oblasti řízení jakosti	61
2.2	Normy ČSN EN ISO 9000 – 9004	62
2.3	Požadavky na jakost	62
2.4	Parametry jakosti a závady	63
2.5	Nástroje řízení jakosti	64
2.6	Řízení jakosti	67
2.7	Kontrola jakosti	68
2.8	Způsobilost strojů	72
2.9	Způsobilost procesů	75
2.10	Statistická regulace procesů pomocí regulačních diagramů	76
2.11	Audit a certifikace	79
2.12	Proces stálého zlepšování	80

