

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava



SBÍRKA ŘEŠENÝCH PŘÍKLADŮ DO TECHNOLOGIE II

**Josef Brychta
Petr Foltýn
Milan Vlček**

**Ostrava
2004**

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava



FS

SBÍRKA ŘEŠENÝCH PŘÍKLADŮ DO TECHNOLOGIE II

**Josef Brychta
Petr Foltýn
Milan Vlček**

**Ostrava
2004**

© Josef Brychta, Petr Foltýn, Milan Vlček, 2004

ISBN 80 – 248 – 0578 – 2

Obsah

1.1. Úvodní slovo k sbírce řešených příkladů	3
1.2. Seznam použitých značek a symbolů.....	4
2.1. ÚLOHA Č. 1 Stanovení drsnosti povrchu	7
Zadání	7
Pomůcky a měřidla	7
Postup práce	7
1. Kontrola měřidel	7
2. Stanovení drsnosti vizuálním porovnáváním pomocí etalonů	8
3. Stanovení drsnosti vizuálním porovnáním pomocí mikroskopu Comparex	8
4. Schéma zorného pole srovnávacího mikroskopu Comparex	8
5. Metoda světelného řezu	8
6. Schéma metody světelného řezu	9
7. Hodnocení drsnosti povrchu	9
8. Měření drsnosti metodou světelného řezu	10
9. Zhodnocení měření	11
2.2. ÚLOHA Č. 2 Kontrola ozubení ozubeného kola	12
Zadání	12
Schéma měření tloušťky zuba v konstantní výšce	12
Schéma měření-rozměru přes zuby	14
Pomůcky a měřidla	16
Postup práce	16
1. Kontrola funkčnosti měřidel a jejich případné seřízení	16
2. Změření hlavového průměru	17
3. Výpočet modulu kola	17
4. Zjištění tabulkových hodnot	17
5. Měření a tabulkové zpracování tloušťky zuba v konstantní výšce	18
6. Výpočetní zpracování naměřených hodnot	18
7. Měření rozměru přes zuby	19
8. Výpočetní zpracování naměřených hodnot	20
9. Porovnání tabulkových hodnot s hodnotami naměřenými	21
10. Zhodnocení měření	22
2.3. ÚLOHA Č. 3 Měření dvoubodovou a tříbodovou metodou	23
Zadání	23
Pomůcky a měřidla	23
Postup práce	23
1. Kontrola a případné seřízení měřidel	25
2. Stanovení jmenovitého rozměru součásti pomocí posuvného měřítka	25
3. Vynulování číselníkového úchylkoměru	25

4. Měření Δ_2 metodou dvoubodovou a Δ_3 metodou tříbodovou	25
5. Tabulkové zpracování výsledků	25
6. Schéma naměřených rozptylů	26
7. Závěrečné zhodnocení měření	27
2.4. ÚLOHA Č.4 Kontrola plochého mezniho kalibru	28
Zadání	28
Pomůcky a měřidla	28
Postup práce	29
1. Výběr plochých kalibrů a příprava koncových měrek	29
2. Nastavení optimetu na jmenovitý rozměr pomocí měrek	29
3. Měření odchylek dobré a zmetkové strany kalibru od jmenovitého rozměru	29
4. Tabulkové zpracování naměřených hodnot, výpočet aritmetických průměrů	30
5. Stanovení hodnot z , y , T a H z přiložených tabulek	30
6. Grafické vyhodnocení výsledků měření	32
7. Zhodnocení měření	33
2.5. ÚLOHA Č. 5 Kontrola úhloměrných měřidel	34
Zadání	34
Pomůcky a měřidla	34
Postup práce	34
1. Kontrola funkčnosti a přesnosti měřidel	35
2. Výpočet potřebných hodnot pro naklonění sinusového pravítka o zadaný úhel	35
3. Výběr a složení koncových měrek, výpočet	35
4. Naklonění sinusového pravítka koncovými měrkami o náhodný, předem nespočítaný úhel	36
5. Změření a tabulkové zpracování úhlu sklonu jednotlivými úhloměry	36
6. Výpočet absolutního úhlu sklonu sinusového pravítka α	36
7. Tabulkové zpracování rozdílu naměřených hodnot úhlů s úhlem nastaveným	37
8. Závěrečné zhodnocení měření	37
2.6. ÚLOHA Č. 6 Kontrola závitů šroubů	38
Zadání	38
Pomůcky a měřidla	38
Postup práce	38
1. Kontrola a seřízení měřidel	40
2. Určení stoupání závitu s, vrcholového úhlu a tvaru závitové drážky pomocí šablony	40
3. Měření středního průměru závitu d_2 závitovým mikrometrem včetně tabulkového zpracování naměřených hodnot	40
4. Měření středního průměru závitu přes drátky, tabulkové zpracování naměřených hodnot	41
5. Porovnání naměřených hodnot s hodnotami tabulkovými	42

6. Grafické zpracování naměřených hodnot a jejich porovnání s hodnotami tabulkovými.....	43
7. Zhodnocení měření	43
2.7. ÚLOHA Č. 7 Definování řezného nástroje.....	44
Zadání	44
Pomůcky a měřidla	44
Postup práce	44
1. Schéma řezného nástroje.....	45
2. Určení názvu a materiálu řezného nástroje z vyražených symbolů a značek na jeho tělese	45
3. Základní části a rozměry řezného nástroje	45
4. Určení vhodné kinematiky nástroje vzhledem k obrobku, změření nástrojových úhlů a zapsání do přehledné tabulky	45
5. Břitový diagram řezného nástroje.....	45
6. Určení optimálních řezných parametrů pro vhodný materiál obrobku	46
7. Závěrečné zhodnocení úlohy.....	46
2.8. ÚLOHA Č. 8 Technologický postup.....	47
Zadání	47
Postup zpracování úlohy	47
1. Výrobní postup	48
2. Operační postup.....	49
3. Záměna operací	51
4. Záměna úseků	51
5. Závěrečné zhodnocení úlohy	53
3.1. Závěrečné slovo.....	54
3.2. Seznam použité a doporučené literatury	55

1.1. Úvodní slovo k sbírce řešených příkladů

Sbírka řešených příkladů byla zpracována jako doplňující metodická publikace k vydaným návodům pro cvičení předmětu Technologie II. Jejím pravidly smyslem je názorně a efektivně informovat a souběžně též inspirovat studenty při řešení zadávaných úloh a programů ve cvičeních.

Nabízený způsob, rozsah a styl zpracování nemá v úmyslu studenta ovlivnit natolik, aby byl oslaben jeho tvůrčí přístup při řešení a zpracovávání zadávaných úloh. Záměr je právě opačný. Má zprostředkovat rychlé a srozumitelné předání potřebných informací a zároveň rovněž stanovit určitou podmínečnou odbornou a estetickou úroveň zpracování.

Jelikož se jedná o úvodní praktická cvičení předmětu zabývajícího se technologickými postupy převážně třískového obrábění, jsou úlohy směrovány tak, aby sledovaly záměr informovat především technologa o celkovém stavu kontrolované součásti. Ten na základě naměřených a zpracovaných hodnot včetně získaných informací má reálnější možnost objektivněji posoudit, a pak rozhodnout o určité případné změně řezných parametrů, nebo záměrně sledu jednotlivých úkonů, úseků a případně i celých operací, které jsou součástí stávajícího postupu kontrolované součásti.

1.2. Seznam použitých značek a symbolů

symbol	význam	rozměr
R_a	střední aritmetická úchylka profilu povrchu v rozsahu základní délky	[μm]
R_z	výška nerovnosti profilu povrchu z desíti bodů	[μm]
k	optická konstanta přístroje Schmaltz	-
m	střední aritmetická čára profilu (úloha č.1)	-
l	základní délka (na které se vyhodnocuje profil)	[mm]
m	modul zuba (úloha č.2)	[mm]
s_k	konstantní tloušťka ozubení	[mm]
h_k	konstantní výška ozubení	[mm]
M	míra přes zuby	[mm]
z	počet zubů kola	-
D_a	průměr hlavové kružnice	[mm]
x_i	naměřená hodnota	[mm]
\bar{x}	aritmetický průměr	[mm]
δ_x	pravděpodobná chyba jednoho měření	[mm]
$\delta_{x,max}$	maximální chyba jednoho měření	[mm]
σ_x	střední kvadratická odchylka aritmetického průměru	[mm]
$\hat{\delta}_x$	pravděpodobná chyba aritmetického průměru	[mm]
$\delta_{\bar{x},max}$	maximální chyba aritmetického průměru	[mm]
X	odhad skutečné hodnoty měřené veličiny	[mm]
δ_M	skutečná odchylka míry přes zuby	[mm]
M_{tab}	tabulková hodnota rozměru přes zuby	[mm]
δ_{sk}	skutečná odchylka tloušťky zuba v konstantní hloubce	[mm]
d_s	průměr měřené součásti	[mm]

symbol	význam	rozměr
d_N	průměr normálu	[mm]
Δ_2	naměřená odchylka od JR dvoubodovou metodou	[mm]
Δ_3	naměřená odchylka od JR tříbodovou metodou	[mm]
H	výrobní tolerance pro daný kalibr (úloha č.4)	[μm]
y	mez opotřebení	[μm]
z	mez posunutí	[μm]
T	tolerance kalibru	[μm]
H, h	výšky sloupců měrek (úloha č.5)	[mm]
L	vzdálenost středu válečků	[mm]
d_2	střední průměr závitu šroubu	[mm]
M_{d2}	rozměr přes drátky (pro šroub)	[mm]
d_d	průměr drátku	[mm]
t	stoupání závitu jednochodého, kde $s = t$	[mm]
σ_x	směrodatná odchylka jednoho měření	[mm]
$2x$	rozdíl mezi rozměrem přes drátky a středním průměrem závitu	[mm]
v	řezná rychlosť	[$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]
f	posuv	[mm]
f_z	posuv na zub	[$\text{mm} \cdot \text{zub}^{-1}$]
a	hloubka řezu (úloha č.8)	[mm]
n	otáčky	[$\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}$]
R	poloměr špičky nože	[mm]
R_m	zaručená tahová pevnost	[MPa]
α_t	nástrojový boční úhel hřbetu	[$^\circ$]
α_o	nástrojový ortogonální úhel hřbetu	[$^\circ$]
α_p	nástrojový zadní úhel hřbetu	[$^\circ$]
γ_t	nástrojový boční úhel čela	[$^\circ$]
γ_o	nástrojový ortogonální úhel čela	[$^\circ$]
γ_p	nástrojový zadní úhel čela	[$^\circ$]

symbol	význam	rozměr
λ_s	nástrojový úhel sklonu ostří	[°]
χ_t'	nástrojový úhel nastavení vedlejšího ostří	[°]
ϵ_r	nástrojový úhel špičky	[°]
χ_r	nástrojový úhel nastavení hlavního ostří	[°]
P_r	nástrojová základní rovina	-
P_t	nástrojová boční rovina	-
P_p	nástrojová zadní rovina	-
P_s	nástrojová rovina ostří	-

2.1. Úloha č. 1 Stanovení drsnosti povrchu

Zadání

Stanovte výškovou drsnost povrchu daného vzorku a provedte jeho klasifikaci srovnáním pomocí etalonů vizuálně, mikroskopem Comparex a metodou světelného řezu pomocí mikroskopu Schmaltz.

Pomůcky a měřidla :

- etalony drsnosti
- mikroskop Comparex
- mikroskop Schmaltz
- vzorky pro měření

Postup práce :

1. Kontrola měřidel
2. Stanovení drsnosti vizuálním porovnáním pomocí etalonů
3. Určení drsnosti vizuálním porovnáním prostřednictvím mikroskopu Comparex
4. Schéma zorného pole srovnávacího mikroskopu Comparex
5. Metoda světelného řezu
6. Schéma metody světelného řezu
7. Hodnocení drsnosti povrchu
8. Měření drsnosti metodou světelného řezu, výpočet hodnot R_z a R_a
9. Zhodnocení měření

Vypracování :

1. Kontrola měřidel

Po seznámení se s obsluhou a použitím příslušných měřidel a jejich případným seřízením přistoupíme k vlastnímu měření.

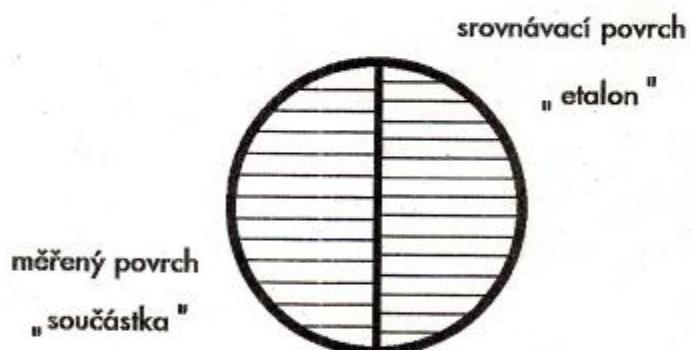
2. Stanovení drsnosti vizuálním porovnáním pomocí etalonu

Měřený vzorek jsme vizuálně porovnali pomocí etalonu a určili jeho nejbližší vyšší přednostní drsnost $R_a = 12,5 \mu\text{m}$.

3. Určení drsnosti vizuálním porovnáním prostřednictvím mikroskopu Comparex

Zakládáním vybraných vzorků drsnosti (etalonů) jsme porovnávali povrch měřené součásti. Tímto srovnáním byla stanovena drsnost $R_a = 6,3 \mu\text{m}$.

4. Schéma zorného pole srovnávacího mikroskopu Comparex

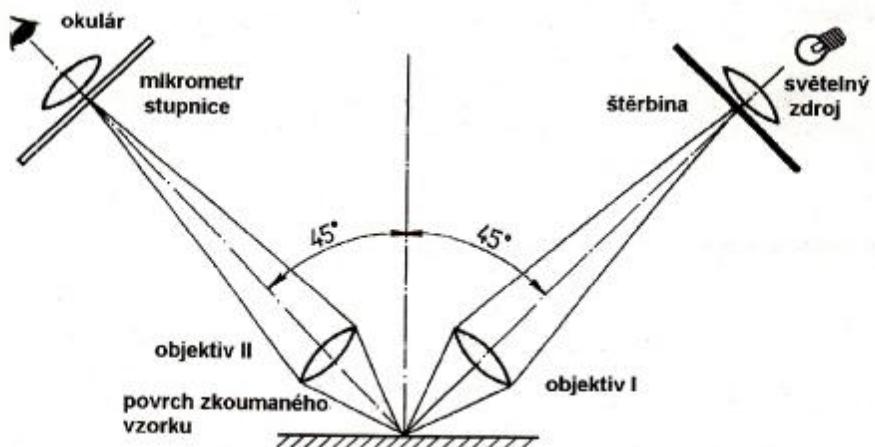


5. Metoda světelného řezu

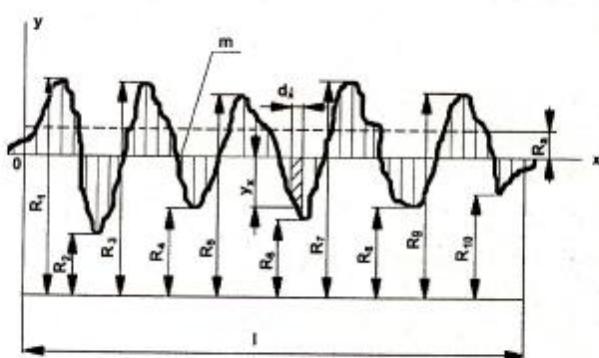
V přístroji dopadá světelný paprsek na povrch v určitém úhlu. Z opačné strany se povrch pozoruje pod stejným úhlem. Jestliže světelný paprsek dopadá na hladký povrch, vidíme úzký rovný světelný proužek. Jsou-li však na povrchu sebemenší nerovnosti, vidíme již lomený světelný proužek. Měřením lomu světelného proužku se umožňuje přesně určit výšku drsnosti povrchu v mikrometrech.

Pod optiku mikroskopu Schmaltz vložíme vzorek a změříme pět po sobě jdoucích nejvyšších výstupků a nejnižších prohlubní. Pak dle příslušného matematického vztahu vypočítáme drsnost.

6. Schéma metody světelného řezu



7. Hodnocení drsnosti povrchu



8. Měření drsnosti metodou světelného řezu, výpočet hodnot R_z a R_a

Tabulka naměřených hodnot přístrojem Schmaltz:

Naměřené odchyly	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}
[μm]	441	416	442	421	441	422	444	412	445	421

Výpočet střední hodnoty z absolutních hodnot výšek pěti nejvyšších výstupků a hloubek pěti nejnižších prohloubení profilu v rozsahu základní délky

$$R_z = \frac{|(R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9) - (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10})|}{5} k,$$

kde ... R_z - výška nerovnosti profilu povrchu z desíti bodů

$R_{1,3,5,7,9}$ - hodnoty výšek 5-ti nejvyšších výstupků profilu povrchu v rozsahu základní délky

$R_{2,4,6,8,10}$ - hodnoty hloubek 5-ti nejnižších prohlubní profilu povrchu v rozsahu základní délky

k - konstanta přístroje odečtená z tabulek pro zvětšení použitých objektivů 7x. V našem případě $k = 0,9 \mu\text{m/dl}\text{é}\text{k}$, což vyhovuje předpokládané drsnosti v rozsahu $R_a = 3,2$ až $25 \mu\text{m}$.

$$R_a \approx \frac{R_z}{4}, \text{ kde ... } R_a \text{ střední aritmetická úchylka profilu povrchu v rozsahu základní délky.}$$

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y_x| dx$$

nebo přibližně

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{x_i}|,$$

kde ... n je počet vybraných bodů na základní délce.

$$R_z = \frac{(441 + 442 + 441 + 444 + 445) - (416 + 421 + 422 + 412 + 421)}{5} \cdot 0,9$$

$$R_z = \frac{2213 - 2092}{5} \cdot 0,9 = \frac{121}{5} \cdot 0,9 = 21,78 \mu\text{m}$$

Přibližně platí:

$$R_a \approx R_z / 4 = 21,78 / 4 = 5,445 \mu\text{m}$$

Za hodnotu dosadíme nejbližší vyšší, tzn.

$$R_a = 6,3 \mu\text{m}$$



9. Zhodnocení měření

Stanovení drsnosti porovnáním pomocí etalonů patří k subjektivnímu praktickému hodnocení povrchu (vzorky přísluší k mezním hodnotám drsnosti každého stupně podle ČSN 01 4450). Pro výrobu je toto stanovení dostačné.

Stanovení drsnosti porovnáním mikroskopem Comparex (zvětšuje 10-15 krát), poskytuje možnost hodnocení drsnosti povrchů až do $R_a = 0,1 \mu\text{m}$. Metoda však neposkytuje kvantitativní hodnocení drsnosti povrchu, tj. neměří skutečnou výšku nerovností.

Měření metodou světelného řezu je z provedených hodnocení drsností nejpřesnější. Umožňuje to konstrukce přístroje, která až 318-ti násobným zvětšením dokáže sledovat lom světelného proužku dostačně velké hodnoty.

Použitá literatura:

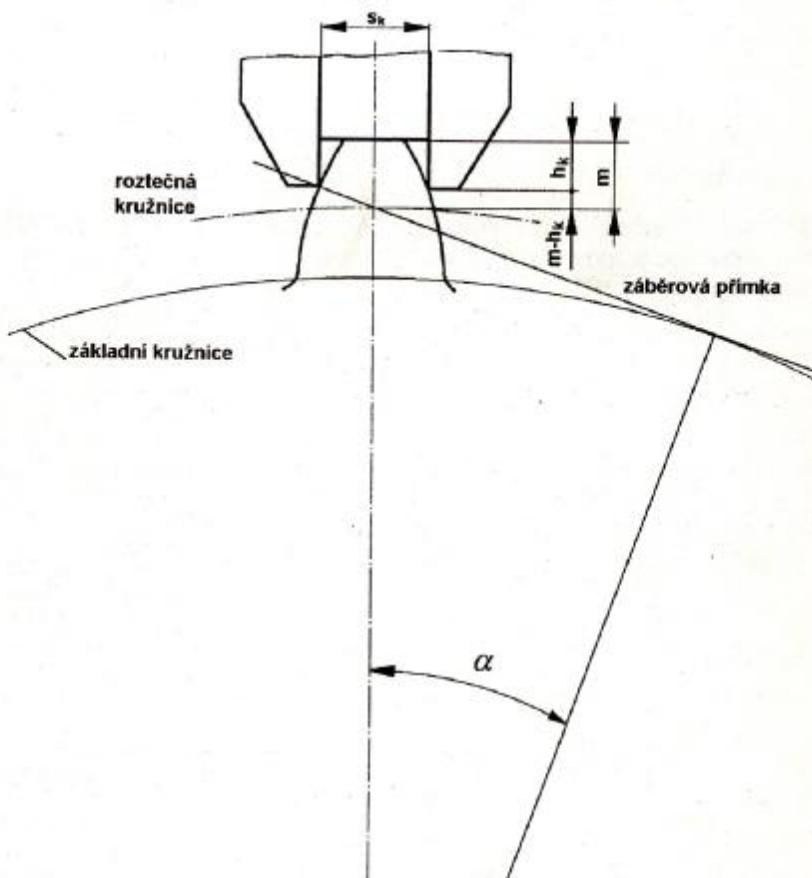
- [1] Fiala, J.- Svoboda, P.- Šimonovský, M.: Strojnické tabulky 2. Praha, SNTL 1988.
- [2] ČSN 01 4450-80, ČSN 01 4451-80, ČSN 01 3144-80, ČSN 25 2302-80

2.2. Úloha č.2 Kontrola ozubení ozubeného kola

Zadání

Provedte kontrolu ozubení ozubeného kola měřením průměru hlavové kružnice a tloušťky ozubení v konstantní výšce. Dále pak stanovte střední odchylku rozměru přes zuby daného ozubeného kola, a to v různých místech jeho obvodu. Naměřené a vypočtené veličiny porovnejte s tabulkovými hodnotami a určete, je-li ozubení pro dané uložení i nadále funkční.

Schéma měření tloušťky zuba v konstantní výšce



Pokud je šířka ozubení nedostatečná, používá se často měření tloušťky zubů v konstantní výšce podle ČSN 01 4678-54. Na ozubení se kontrolují zuboměrem dva rozměry s_k a h_k , přičemž se h_k nastavuje a s_k měří.

Pro konstantní tloušťku ozubení bez posunutí profilu platí:

$$s_k = \frac{\pi \cdot m}{2} \cos^2 \alpha$$

Vztah pro konstantní výšku ozubení bez posunutí profilu:

$$h_k = m \left(1 - \frac{\pi}{4} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha \right)$$

Pozn.: Používání vzorců vyžaduje základní znalosti z oboru ozubených kol. Uváděné vztahy se blíže nevysvětlují ani neodvozují.

m - modul je normalizován v ČSN 01 4608

Tabulky hodnot pro měření ozubených kol evolventních

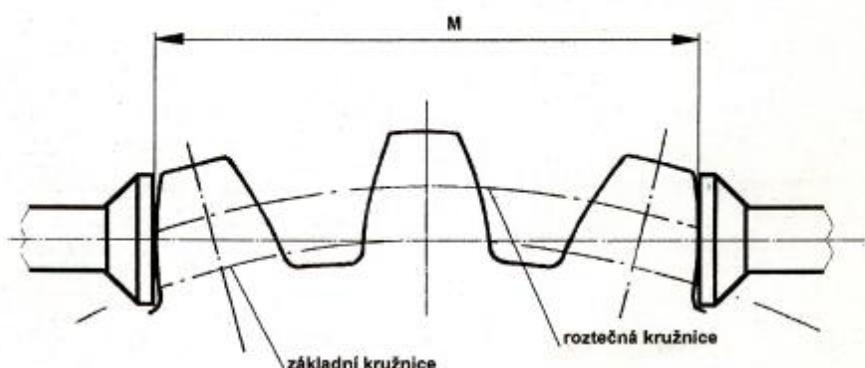
Měření tloušťky zubů s_k v konstantní výšce h_k :

Modul m	h_k	s_k	Modul m	h_k	s_k
1	0.7476	1.3871	4.75	3.5501	6.5885
1.25	0.9344	1.7338	5	3.7379	6.9353
1.5	1.1214	2.0806	5.5	4.1117	7.6283
1.75	1.4951	2.4273	6	4.4834	8.3223
2.0	1.4951	2.7741	6.5	4.8592	9.0158
2.25	1.6820	3.1209	7	5.2330	9.7093
2.5	1.8689	3.4677	7.5	5.6068	10.4029
2.75	2.0558	3.8144	8	5.9806	11.0964
3	2.2427	4.1612	9	6.7282	12.4834
3.25	2.2496	4.5079	10	7.4757	13.8705
3.5	2.6165	4.8347	11	8.2233	15.2575
3.75	2.8034	5.2071	12	8.9709	16.6446
4	2.9903	5.5482	13	9.7185	18.0316
4.25	3.1772	5.8950	14	10.4661	19.4187
4.5	3.3641	6.2417	15	11.2137	20.8057

Nejčastější způsob měření ozubení je tzv. *mírou přes zuby*. V tomto případě se měří rozměr přes stanovený počet zubů (který závisí na celkovém počtu zubů ozubeného kola a úhlu záběru) s požadavkem, aby se měřidlo dotýkalo ozubení v okolí roztečné kružnice u zubů bez posunutí profilu a v okolí kružnice o poloměru $r + x \cdot m$ u zubů s posunutím profilu.

Jmenovitý rozměr přes zuby se udává zvlášť pro kola bez posunutí profilu (náš případ) a zvlášť pro kola s posunutým profilem.

Schéma měření rozměru přes zuby



Pro ozubená kola s přímými zuby bez posunutí profilu platí podle ČSN 01 4675.54 :

$$M = m \cdot \cos \alpha [(z_M - 0,5) \pi + z \cdot \sin \alpha],$$

kde z_M je počet zubů, přes které se měří, platí:

zaokrouhleno

$$z_M = \frac{\alpha}{180^\circ} z + 0.5$$

Pozn.: Při měření je nutno měřidla polohovat k zubům ozubeného kola přesně tak, jak je znázorněno na schématech úlohy č. 2.

Hodnoty M pro $m = 1$ a $\alpha = 20^\circ$ jsou uvedeny v tabulce:

Počet zubů		Rozměr přes zuby M	Počet zubů		Rozměr přes zuby M
kola	měřených z_M		kola	měřených z_M	
10	2	4,568 2	43	6	16.838 9
11	2	4,582 2	44	6	16.852 9
12	2	4,596 2	45	6	16.866 9
13	2	4,610 2	46	6	16.880 9
14	2	4,624 2	47	6	16.894 9
15	2	4,638 3	48	6	16.908 9
16	3	7,604 4	49	6	16.922 9
17	3	7,618 4	50	6	16.936 9
18	3	7,632 4	51	6	16.951 0
19	3	7,646 4	52	7	19.917 1
20	3	7,660 4	53	7	19.931 1
21	3	7,674 4	54	7	19.945 1
22	3	7,688 4	55	7	19.959 1
23	3	7,702 4	56	7	19.973 1
24	3	7,716 4	57	7	19.987 1
25	4	10,682 5	58	7	20.001 1
26	4	10,696 5	59	7	20.015 1
27	4	10,710 5	60	7	20.029 1
28	4	10,724 5	61	8	22.995 2
29	4	10,738 5	62	8	23.009 2
30	4	10,752 6	63	8	23.023 2
31	4	10,766 6	64	8	23.037 2
32	4	10,780 6	65	8	23.051 2
33	4	10,794 6	66	8	23.065 2
34	5	13.760 7	67	8	23.079 2
35	5	13.774 7	68	8	23.093 2
36	5	13.788 7	69	8	23.107 2
37	5	13.802 7	70	9	26.073 4
38	5	13.816 7	71	9	26.087 4
39	5	13.830 7	72	9	26.101 4
40	5	13.844 7	73	9	26.115 4
41	5	13.858 7	74	9	26.129 4
42	5	13.872 7	75	9	26.143 4

Pomůcky a měřidla:

a) zuboměr	- rozlišovací schopnost	0,02 mm
b) taliřkový mikropasametr	- rozlišovací schopnost	0,002 mm
c) posuvné měřítko	- rozlišovací schopnost	0,05 mm
d) ozubené kolo		
e) tabulkové hodnoty	- výběr z ČSN	

Postup práce:

1. Kontrola funkčnosti měřidel a jejich případné seřízení
2. Změření hlavového průměru D_a kola - (10 krát)
3. Určení modulu zuba - m
4. Zjištění tabulkových hodnot tloušťky zuba s_k , konstantní výšky zuba h_k
a rozměru přes zuby M
5. Měření a tabulkové zpracování tloušťky zuba s_k v konstantní výšce h_k (5 x)
6. Výpočetní zpracování naměřených hodnot
7. Měření rozměru přes zuby M (5 krát)
8. Výpočetní zpracování naměřených hodnot
9. Porovnání tabulkových hodnot s hodnotami naměřenými
10. Zhodnocení měření

Vypracování :

1. Funkčnost měřidel a jejich seřízení

Po seznámení s měřidly a provedení kontroly jejich funkčnosti a správnosti měření (např. taliřkový mikropasametr pomocí koncových měrek) zkorigujeme neseřízená měřidla

Pozn.: Pokud neseřízené měřidlo nelze zkorigovat, počítáme s jeho systematickou chybou.

Dle vypočteného modulu zuba prostřednictvím rozměru hlavové kružnice a odvozeného matematického vztahu jsme z příslušných tabulek zjistili hodnotu h_k

2. Naměřené hodnoty průměru hlavové kružnice

Naměřené průměry	D_{a1}	D_{a2}	D_{a3}	D_{a4}	D_{a5}	D_{a6}	D_{a7}	D_{a8}	D_{a9}	D_{a10}
[mm]	59,72	59,67	59,62	59,64	59,70	59,61	59,73	59,66	59,69	59,66

- naměřená průměrná hodnota hlavové kružnice $D_a = 59,67 \text{ mm}$, tomu pak odpovídá jmenovitý rozměr hlavové kružnice $D_a = 60 \text{ mm}$
- počet zubů ozubeného kola $z = 28$ zubů

3. Výpočet modulu kola

$$m = \frac{D_a}{z+2} = \frac{60}{28+2} = 2 \text{ mm}$$

po zaokrouhlení je modul zkoumaného ozubeného kola $m = 2 \text{ mm}$

4. Zjištění tabulkových hodnot:

Konstantní hloubka

$$h_k = 1,4951 \text{ mm}$$

Tabulková tloušťka zuba

$$s_k = 2,7741 \text{ mm}$$

Tabulková míra přes zuby

$$M = 21,449 \text{ mm}$$

Pozn.: Vzhledem k tomu, že hlavová kružnice měřeného kola vykazuje odchylku od hodnoty jmenovitého rozměru, která činí $0,33 \text{ mm}$, je třeba při nastavování hodnoty h_k na zuboměru v tomto případě snížit nastavovanou hodnotu proti tabulkové o polovinu této odchylky, tzn.

$$h_{k,kor.} = h_k - 0,165 = 1,3301 \text{ mm}$$

Míra přes zuby M se v našem případě (záleží na počtu zubů kola) měří talířkovým mikropasmetrem. Tuto informaci nalezneme v příslušných tabulkách. Jelikož jsou v tabulce uvedeny hodnoty pro jednotkový modul ($m = 1$), je nutno hodnotu vynásobit příslušným modulem.

Pozn.: Tabulkovou hodnotu vhodně zaokrouhlete vzhledem k rozlišovací schopnosti talířkového mikropasmetru.

5. Tabulka naměřených hodnot konstantní tloušťky zuba v konstantní výšce:

Pořadové číslo měření n	Naměřená hodnota $x_i = s_k$ [mm]	Odhylka od arit.průměru $(x_i - \bar{x})$ [mm]	Druhá mocnina odchylky $(x_i - \bar{x})^2$ [mm ²]
1	2,74	0,008	0,000 064
2	2,70	-0,032	0,001 024
3	2,70	-0,032	0,001 024
4	2,76	0,028	0,000 784
5	2,76	0,028	0,000 784
Aritmetický průměr $\bar{x} = 2,732$ mm		$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0,003 680$ mm ²	

6. Výpočetní zpracování naměřených hodnot:

Střední kvadratická odhylka

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,00368}{5-1}} = 0,03033 \text{ mm}$$

Pravděpodobná chyba jednoho měření při 50 % pravděpodobnosti

$$\delta_x = 0,6745 \cdot \sigma_{n-1} = 0,6745 \cdot 0,030330 = 0,02045 \text{ mm}$$

po zaokrouhlení $\delta_x = 0,02 \text{ mm}$

$X = \bar{X} \pm \delta_x$

Maximální chyba jednoho měření

$$\delta_{x,\max} = 3 \sigma_{n-1} = 3 \cdot 0,03033 = 0,09099 \text{ mm}$$

Střední kvadratická odchylka aritmetického průměru

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}} = \frac{0,03033}{\sqrt{5}} = 0,01356 \text{ mm}$$

Pravděpodobná chyba aritmetického průměru

$$\delta_{\bar{x}} = 0,6745 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 0,6745 \cdot 0,01356 = 0,00914 \text{ mm}$$

Maximální chyba aritmetického průměru bude

$$\delta_{\bar{x},\max} = 3 \sigma_{\bar{x}} = 3 \cdot 0,01356 = 0,04069 \text{ mm}$$

Odhad skutečné hodnoty měřené veličiny X, v našem případě s_k pak bude

$$X = \bar{X} \pm \delta_{\bar{x}} = 2,732 \pm 0,009 \text{ mm}$$

7. Tabulka naměřených hodnot přes zuby - M:

Pořadové číslo měření n	Naměřená hodnota x _i = M [mm]	Odchylka od arit.průměru (x _i - x̄) [mm]	Druhá mocnina odchylky (x _i - x̄) ² [mm ²]
1	21,409	0,0028	0,000 007 84
2	21,409	0,0028	0,000 007 84
3	21,407	0,0008	0,000 000 84
4	21,401	-0,0052	0,000 027 04
5	21,405	-0,0012	0,000 001 44
Aritmetický průměr x̄ = 21,4062 mm		$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0,000 044 8 \text{ mm}^2$	

8. Výpočetní zpracování naměřených hodnot:

Střední kvadratická odchylka

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0000448}{5-1}} = 0,0033 \text{ mm.}$$

Pravděpodobná chyba jednoho měření při 50 % pravděpodobnosti

$$\delta_x = 0,6745 \cdot \sigma_{n-1} = 0,6745 \cdot 0,0033 = 0,00222585 \text{ mm},$$

po zaokrouhlení $\delta_x = 0,002 \text{ mm.}$

Maximální chyba jednoho měření

$$\delta_{x,\max} = 3 \sigma_{n-1} = 3 \cdot 0,0033 = 0,0099 \text{ mm.}$$

Střední kvadratická odchylka aritmetického průměru

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}} = \frac{0,0033}{\sqrt{5}} = 0,00147 \text{ mm.}$$

Pravděpodobná chyba aritmetického průměru

$$\delta_{\bar{x}} = 0,6745 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 0,6745 \cdot 0,00147 = 0,00099543 \text{ mm},$$

po zaokrouhlení $0,001 \text{ mm.}$

Maximální chyba aritmetického průměru bude

$$\delta_{x,\max} = 3 \sigma_{\bar{x}} = 3 \cdot 0,00147 = 0,00441 \text{ mm.}$$

Odhad skutečné hodnoty měřené veličiny X, v našem případě M
pak je

$$X = \bar{x} \pm \delta_{\bar{x}} = 21,4062 \pm 0,001 \text{ mm.}$$

Skutečná odchylka δ_M rozměru přes zuby M čini:

$$\delta_M = M_{Tab} - X$$

$$\delta_M = 21,449 - 21,4062 \pm 0,001$$

$$\delta_M = 0,0428 \pm 0,001 \text{ mm}$$

míšufl i zopone!

Skutečná odchylka δ_{Sk} tloušťky zuba v konstantní výšce s_k činí:

$$\delta_{Sk} = s_{K,Tab} - X$$

$$\delta_{Sk} = 2,7741 - 2,732 \pm 0,009$$

$$\delta_{Sk} = 0,0421 \pm 0,009 \text{ mm}$$

9. Tabulkové hodnoty tolerancí dle ČSN

Pro přesnost IT 7 Bb:

$$E_{ws} = 100 \text{ } \mu\text{m}$$

$$F_{vw} = 22 \text{ } \mu\text{m}$$

$$T_w = 80 \text{ } \mu\text{m}$$

$$E_{cs} = 100 \text{ } \mu\text{m}$$

$$T_c = 90 \text{ } \mu\text{m}$$

$M = M_{tab}^{-E_{ws}}$	$M = 21,449^{-0,1}_{-0,18}$
$s_k = s_{K,tab}^{-E_{cs}}$	$s_k = 2,7741^{-0,1}_{-0,19}$

Kolisání rozměru přes zuby M: [mm]

-0,1 - 0,18

$$M_{max} - M_{min} \leq F_{vw}$$

$$21,359 - 21,351 \leq 0,022$$

$$0,008 \leq 0,022$$

10. Závěrečné zhodnocení měření

Z výsledku měření vyplývá, že rozměr přes zuby i tloušťka zuba v konstantní výšce jsou menší než tabulkové hodnoty jejich jmenovitých rozměrů. Opotřebení kontrolovaných rozměrů je však malé, pohybuje se v setinách milimetru. Obě naměřené hodnoty (rozměr přes zuby i tloušťka zuba) jsou větší než dolní mezní rozměr tolerance. Kolo rovněž splňuje kolísání míry přes zuby **M**, a proto se může dále používat, neboť odpovídá požadavkům stanoveným ČSN 01 4682 pro třídu přesnosti IT 7 Bb až IT 13.

Použitá literatura :

- [1] ČSN 01 4678 Ozubená kola. Měření zuba v konstantní tloušťce a výšce.
- [2] ČSN 01 4607 Ozubená kola čelní, základní profil.
- [3] ČSN 01 4675 Rozměr přes zuby, přímé zuby.

2.3. Úloha č. 3 Měření dvoubodovou a tříbodovou metodou

Zadání

Stanovte jmenovitý průměr dané součásti posuvným měřítkem a změřte odchylky od jmenovitého rozměru metodou dvoubodovou a tříbodovou. Dle průběhu odchylek určete, zda je průřez měřené součásti oválný, kruhovitý či hranatý. Měření oběma metodami provedte vždy desetkrát a získané výsledky graficky vyhodnotěte. Zdůvodněte smysl kontroly součásti oběma metodami z hlediska technologického.

Pomůcky a měřidla:

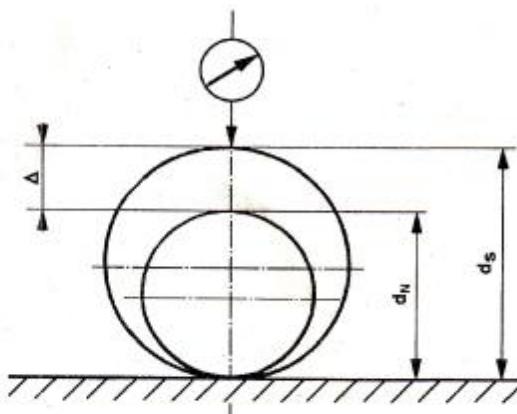
- a) koncové měrky
- b) válečkové kalibry
- c) mikrometr, posuvné měřítko - rozlišovací schopnost - 0,05 mm
- d) číselníkový úchylkoměr - rozlišovací schopnost - 0,001 mm
- e) měřicí stojánek

Postup práce :

1. Kontrola a případné seřízení měřidel
2. Stanovení jmenovitého rozměru součásti pomocí posuvného měřidla
3. Vynulování číselníkového úchylkoměru
4. Měření Δ_2 metodou dvoubodovou a Δ_3 metodou tříbodovou
5. Tabulkové zpracování výsledků
6. Zpracování schéma rozptylu naměřených odchylek obou metod měření
7. Závěrečné zhodnocení měření

Schémata měření:

Dvoubodová metoda

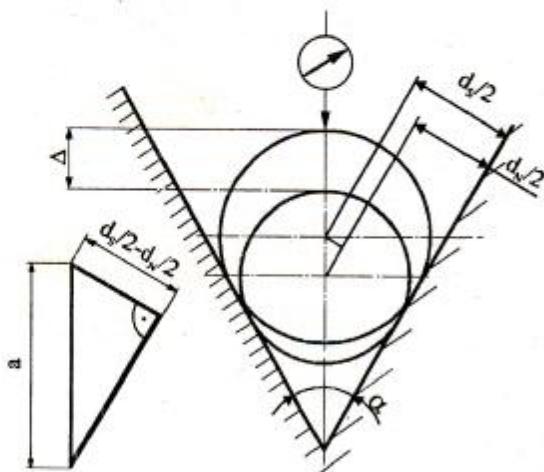


d_s - průměr měřené součásti

d_n - průměr normálu

$$d_s = d_n + \Delta$$

Tříbodová metoda



Matematické vztahy

$$\sin \alpha/2 = (d_s/2 - d_n/2) / a$$

$$a = (d_s/2 - d_n/2) \cdot 1/\sin\alpha/2$$

$$s/2 + a = d_n / 2 + \Delta$$

$$d_s = d_n + 2\Delta / (1 + 1/\sin\alpha/2)$$

$$d_s = d_n + 2/3 \Delta$$

platí pro $\alpha = 60^\circ$

Kontrolovaná součást - válec o průměru 18 mm

Použitý kalibr pro nastavení jmenovitého rozměru - $\Phi 18 \text{ H}8$

Vypracování:

1. Kontrola a seřízení měřidel

Po obeznámení se s obsluhou a funkčností měřidel prověříme pomocí měrek jejich správné seřízení. Neumíme-li jejich neseřízení odstranit (korigovat) musíme dále počítat s touto systematickou chybou, kterou v každém měření odečteme nebo opravíme až konečný aritmetický průměr.

2. Stanovení jmenovitého rozměru součásti pomocí posuvného měřítka

Průměr vybrané součásti (broušený ocelový váleček) několikrát změříme posuvným měřítkem a určíme jeho jmenovitý rozměr.

3. Vynulování číselníkového úchylkoměru

Vybereme vhodný válečkový kalibr (dle jmenovitého rozměru měřené součásti) a číselníkový úchylkoněr upevněný ve stojánku vynulujeme (platí pro obě metody s tím, že u tříbodové metody součástku vkládáme do prizmatu viz schéma tříbodové metody).

4. Měření Δ_2 metodou dvoubodovou a Δ_3 metodou tříbodovou

Součást měříme každou metodou 10-krát, při čemž poskytujeme např. dle níže uvedené poznámky. Naměřené odchylinky zaznamenáváme do přehledné tabulky, která je uvedena na následující straně úlohy.

5. Tabulkové zpracování výsledků

Pozn.: Odchylinky od jmenovitého rozměru zvolené součásti můžeme měřit u obou metod buďto rovnoramenným pootáčením v jednotlivých rovinách (např. oba konce a střed) nebo nahodilým pootáčením v celé délce měřené součásti. Dle použité metody pak stanovíme kruhovitost měřené součásti nebo její případnou ovalitu.

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot:

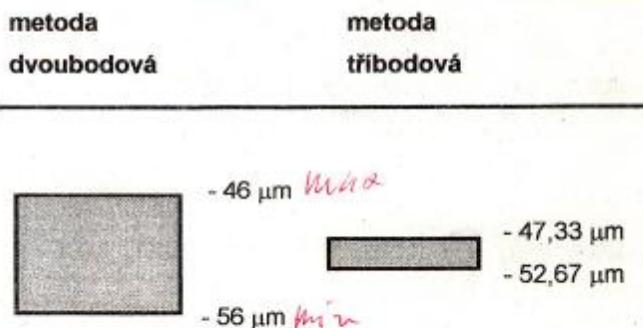
Číslo měření n	Naměřené odchylky od JR $\Phi 18$ uvádíme v mikrometrech	
	Δ_2 - dvoubodová metoda	Δ_3 - tříbodová metoda
1	- 52	- 48,00
2	- 54	- 49,33
3	<i>mín</i> * - 56	* - 52,67
4	- 55	- 49,37
5	- 54	* - 47,33
6	- 54	- 52,00
7	- 50	- 52,63
8	- 53	- 48,67
9	<i>max</i> * - 46	- 48,00
10	- 52	- 50,00
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	- 52,6	- 49,8
Rozptyl	10,0 μm	5,34 μm

* - naměřené extrémy

6. Schéma naměřených rozptylů :

JR = $\phi 18$ mm

- 40 μm



- 72 μm

7. Závěrečné zhodnocení měření

Z průběhu naměřených odchylek vyplývá, že tvar zkoumané součásti není geometricky přesný, ale oválný, protože je rozptyl naměřených hodnot u dvoubodové metody větší než u tříbodové. Z hlediska odchylek tvaru se jedná v tomto případě o ovalitu.

Z měření obou metod vyplývá, že naměřené odchylky kontrolované součástky odpovídají tolerančnímu poli e8. Z naměřenými tvarovými odchylkami je proto nutno počítat při seřizování obráběcího stroje.

2.4. Úloha č.4 Kontrola plochého mezního kalibru

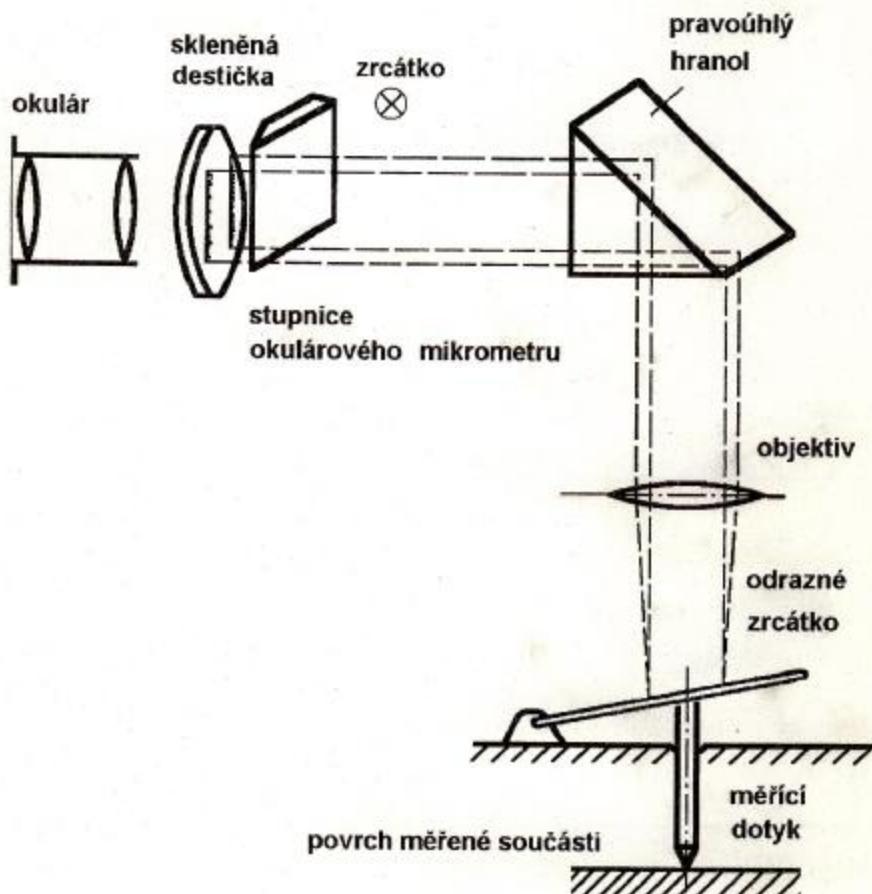
Zadání

Zkontrolujte dobrou a zmetkovou stranu plochého mezního kalibru pomocí optimetru. Do diagramu tolerančních polí zakreslete naměřené rozměry obou stran kalibru a rozhodněte, zda je možno kalibr použít pro kontrolu předepsaného rozměru či nikoliv.

Pomůcky a měřidla:

- a) jednostranné ploché kalibry
- b) koncové měrky
- c) optimetr - rozlišovací schopnost - $0,001 \mu\text{m}$
- d) tabulky - výběr některých základních tolerancí ISO

Schéma optimetru



Postup práce:

1. Výběr plochých kalibrů a příprava koncových měrek
2. Nastavení optimetru na jmenovitý rozměr pomocí měrek
3. Měření odchylek dobré a zmetkové strany kalibru od jmenovitého rozměru - 10 - krát
4. Tabulkové zpracování naměřených hodnot, výpočet aritmetických průměrů
5. Stanovení hodnot z , y , T a H z přiložených tabulek
6. Grafické vyhodnocení výsledků měření
7. Zhodnocení měření

Vypracování:

1. Výběr plochých kalibrů a příprava koncových měrek

Z předložených kalibrů, které už byly používány ve výrobě, jsme si ke kontrole vybrali plochý jednostranný kalibr. Měření provedeme na plochých jednostranných kalibrech pro kontrolu otvoru $\phi 70 H7$.

2. Nastavení optimetru na jmenovitý rozměr pomocí měrek

Dle jmenovitého rozměru vybraného kalibru vynulujeme optimetr prostřednictvím koncových měrek, a to zvlášť pro dobrou a pro zmetkovou stranu zvoleného kalibru

3. Měření odchylek dobré a zmetkové strany kalibru

Při měření dbáme na správnou polohu kalibru (funkční plocha kalibru leží zcela na měřící základně optimetru) a zaznamenáváme pouze kulminující hodnoty z celé funkční plochy kontrolovaného kalibru.

4. Tabulkové zpracování naměřených a vypočtených hodnot

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot:

Číslo měření n	Dobrá strana	Zmetková strana
	odchyly od JR [μm]	odchyly od JR [μm]
1	- 0,006	0,029
2	- 0,005	0,027
3	- 0,005	0,028
4	- 0,006	0,028
5	- 0,007	0,028
6	- 0,008	0,029
7	- 0,007	0,029
8	- 0,003	0,029
9	- 0,004	0,028
10	- 0,004	0,029
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	- 0,0055	0,0284

Naměřený rozměr zmetkové strany kalibru = 70,0284 mm

Naměřený rozměr dobré strany kalibru = 69,9945 mm

5. Stanovení hodnot z, y, T a H z přiložených tabulek

Dle druhu vybraného kalibru a stupně přesnosti součásti, kterou má kalibr kontrolovat, zjistíme z tabulky č. 2 stupeň přesnosti našeho kalibru. Jelikož jde o plochý kalibr $\phi 70$ H7 bude vyroben v IT3. Z tabulky č. 1 pak snadno zjistíme základní výrobní toleranci kalibru H (IT3 odpovídá H = 5 μm) a základní toleranci součástky T (IT7 odpovídá T = 30 μm). Konečně z tabulky č. 3 pro daný průměr a stupeň přesnosti součásti zjistíme y a z.

Z tabulek pak určíme hodnoty :

mez posunutí z = 4 μm

tolerance kalibru H = 5 μm

mez opotřebení y = 3 μm

tolerance součásti T = 30 μm

Tabulka č. 1

- výpis z tabulky základních tolerancí dle ISO:

Stupeň přesnosti	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9
Počet tol. jednotek	nestanoven			7 i	10 i	16 i	23 i	40 i
Rozsah JR [mm]	Základní tolerance v μm					T - součástka H - kalibry		
10 - 18	2	3	5	8	11	18	27	43
18 - 30	2,5(2)	4 H	6	9	13	21 T	33	52
30 - 50	2,5(3)	4	7	11	16	25	39	62
50 - 80	3	5	8	13	19	30	46	74
80 - 120	4	6	10	15	22	35	54	87
120 - 180	5	8	12	18	25	40	63	100

① Tabulka č. 2

de IT 7

- stanovené stupně přesnosti kalibrů podle stupně přesnosti součástky :

Druh kalibru	Označení výrobní tolerance kalibru	Stupeň přesnosti výrobku IT				
		5	6	7	8	9
		Stupeň přesnosti kalibru				
Válečkový a plochý	H	-	IT 2	IT 3	IT 3	IT 3
Odpich s kul. ploch.	H _s	-	IT 2	IT 2	IT 2	IT 2
Třmenový	H ₁	IT 2	IT 3	IT 3	IT 4	IT 4

Tabulka č. 3

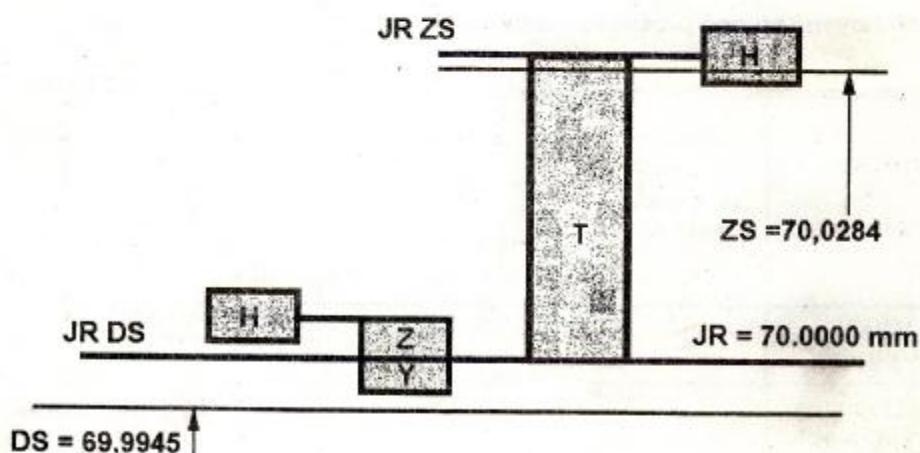
- hodnoty z, y, z_1, y_1 :

Rozsah průměrů [mm]	Stupeň přesnosti IT												
	5				6				7		8		9
	z	y	z_1	y_1	z	y	z_1	y_1	z	y	z	y	z
10 - 18	-	-	1,5	1,5	2	1,5	2,5	2	2,5	2	4	4	8
18 - 30	-	-	1,5	2	2	1,5	3	3	3	3	5	4	9
30 - 50	-	-	2	2	2,5	2	3,5	3	3,5	3	6	5	11
50 - 80			2	2	2,5	2	4	3	4	3	7	5	13
80 - 120	-	-	2,5	3	3	3	5	4	5	4	8	6	15
120 - 180	-	-	3	3	4	3	6	4	6	4	9	6	18

Pozn.: Pro IT 9 a výše je hodnota y a y_1 rovna 0.

Pro IT 7 a výše je hodnota $z_1 = z$ a $y_1 = y$.

6. Grafické vyhodnocení výsledků měření



Pozn.: Schéma tolerančního pole je vhodné zpracovat na milimetrovém papíře s uvedením měřítka.

7. Závěrečné zhodnocení měření

Z naměřených hodnot vyplývá, že zmetkovou stranu kalibru můžeme dále používat, protože se námi naměřená hodnota nachází v tolerančním poli zmetkové strany. Pokud by skutečná hodnota zmetkové strany kalibru byla menší než DMR ZS, mohli bychom při měření zařadit dobrou součástku mezi zmetky.

Dobrá strana kalibru se však již dle výsledku měření nemůže používat, poněvadž její rozměr je menší než DMR DS. Kalibr nemůžeme použít ani pro nižší třídy přesnosti než IT 7 (IT 8 či IT 9), protože jejich DMR DS jsou opět větší než námi naměřená hodnota. Zbývá nám tedy kalibr vyřadit nebo přebrousit na menší jmenovitý rozměr.

2.5. Úloha č. 5 Kontrola úhloměrných měřidel

Zadání

Proveďte kontrolu přesnosti jednotlivých úhloměrů či sklonometů pomocí sinusového pravítka

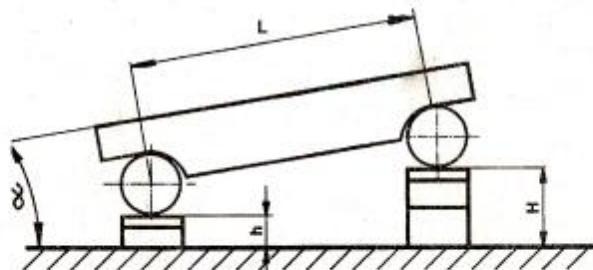
Pomůcky a měřidla:

- a) sinusové pravítko - $L = 200 \text{ mm}$
- b) koncové měrky
- c) mechanický úhloměr, optický úhloměr, dilenský úhloměr
- d) měřicí deska, příložný úhelník
- e) čisticí a konzervační prostředky (pro měrky)

Postup práce:

1. Kontrola funkčnosti a přesnosti měřidel
2. Výpočet potřebných hodnot pro naklonění sinusového pravítka o zadaný úhel
3. Výběr a složení koncových měrek, výpočet
4. Naklonění sinusového pravítka koncovými měrkami o náhodný, předem nespočítaný úhel
5. Změření a tabulkové zpracování úhlu sklonu jednotlivými úhloměry (vždy 10 krát)
6. Výpočet absolutního úhlu sklonu sinusového pravítka α
7. Tabulkové zpracování rozdílu naměřených hodnot úhlů s úhlem nastaveným
8. Zhodnocení měření

Schéma měření



Vypracování:

1. Kontrola funkčnosti a přesnosti měřidel

Seznámili jsme se s obsluhou a funkcí jednotlivých úhloměrů a jejich rozlišovací (čtecí) schopnosti. Správnost nastavení měřidla jsme zkontrolovali pomocí měrek.

2. Výpočet potřebných hodnot pro naklonění sinusového pravítka o zadaný úhel

Zadaný úhel, o který je nutno naklonit sinusové pravítko, je $\alpha = 2^\circ 30'$, z toho pak $\sin \alpha = 0,04362$.

Velikost sinusového pravítka je v našem případě dle zadání $H = 200$ mm. Prostřednictvím známé goniometrické funkce vypočteme hodnotu $\sin \alpha$, a to:

$$\sin \alpha = \frac{H-h}{200}$$

$$H - h = 200 \cdot \sin \alpha$$

$$H - h = 200 \cdot 0,04362 = 8,724 \text{ mm}$$

Dle rozlišovací schopnosti měrek vypočtenou hodnotu zaokrouhlíme na mikrometry a přistoupíme k vyhledávání vhodných měrek, jak co do jejich počtu, tak s ohledem k jmenovitým rozměrům. Lze postupovat např. tak, že vyhledáme nejdříve měru o rozměru shodujícím se v tisícině milimetru, pak měru shodující se v setině milimetru a konečně vybereme z příslušné sady měrky pro H a h takových hodnot, aby se rozdíl $H - h$ rovnal požadovanému rozměru, který představuje naklonění pravítka o zadaný úhel.

3. Výběr a složení koncových měrek, výpočet

$$\begin{aligned} \sin \alpha \cdot 200 &= H - h \\ 0,04362 \cdot 200 &= 8,724 \\ 8,724 &= 8,724 \end{aligned}$$

Měrka č.	Pro H [mm]	Pro h [mm]
1	1.004	1.300
2	1.020	
3	8.000	
Σ	10.024	1.300
Rozdíl	$H - h = 10.024 - 1.3 = 8.724$	

4. Naklonění sinusového pravítka koncovými měrkami o náhodný, předem nespočítaný úhel

Nakloníme sinusové pravítko náhodně vybranými měrkami při dodržení zásady, že pod jeden váleček pravítka náležitým nasouváním nevložíme více než tři měrky, což nám vždy při konkrétní přesnosti sady měrek zaručí dodržení přesnosti rozměru $H - h$ v mikrometrech. Hodnotu nastaveného úhlu nezjišťujeme předem proto, abychom neovlivňovali měření.

Náhodně vybrané měrky

Pro rozměr $H = 8,5 + 5 + 1,37 = 14,87 \text{ mm}$
 $h = 1,04 \text{ mm}$

5. Změření a tabulkové zpracování úhlu sklonu jednotlivými úhloměry

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot:

Název měřidla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{x}
mechan. úhl.	4°05	4°00	4°10	3°55	4°05	4°00	3°55	4°05	4°10	4°10	4°10
dilenský úhl.	4°00	4°00	4°00	4°00	4°00	4°00	4°00	4°00	4°00	4°00	4°00
optický úhl.	3°50	3°50	3°50	4°00	3°40	3°50	3°50	3°50	3°50	3°50	3°50

Rozlišovací schopnost výše uvedených měřidel:

mechanický úhlomér - 5'
dilenský úhlomér - 1°
optický úhlomér - 10' *nejlepše*

6. Výpočet absolutního úhlu sklonu sinusového pravítka α

Pozn.: Řádně očištěné a správně na sebe nasunuté měrky nám zajistí požadovanou přesnost nastaveného úhlu. Při manipulaci se nikdy nedotýkáme jejich funkčních ploch. Vlastní měření provádíme až po vyrovnání teploty měrek s ostatními měřidly a laboratorním prostředím.

Výpočet náhodně nastaveného předem neznámého úhlu sklonu pravítka α

$$\sin \alpha = (H - h) / l$$

$$\sin \alpha = (14,87 - 1,04) / 200 = 0,069$$

$$\alpha = 3,956 - \text{převedeno na minuty a vteřiny představuje úhel } 3^\circ 57' 54''$$

7. Tabulkové zpracování rozdílu naměřených hodnot úhlů s úhlem nastaveným

Rozdíl mezi naměřenou a nastavenou hodnotou měřeného úhlu:

Použité měřidlo	Naměřená hodnota	Nastavená hodnota	Rozdíl hodnot
mechanický úhloměr	4°03'30"	3°57'54"	0°05'36"
dílenský úhloměr	4°00'00"	3°57'54"	0°02'06"
optický úhloměr	3°50'00"	3°57'54"	- 0°07'54"

8. Závěrečné zhodnocení měření

Především je nutné zdůraznit, že úhel nastavený sinusovým pravítkem pomocí koncových měrek považujeme vzhledem k rozlišovací schopnosti námi použitých měřidel za absolutní. Pak můžeme na základě naměřených hodnot konstatovat, že nejbliže ke skutečné hodnotě bylo právě měřidlo s nejhrubší rozlišovací schopností (dílenský úhloměr - 1°).

Pokud by se hodnota nastaveného úhlu příliš neblížila celému stupni, tedy právě rozlišovací schopnosti dílenského úhloměru, ale měla by hodnotu např. 3°50', pravděpodobně by při bezporuchové funkčnosti námi použitých měřidel a bezchybném odčítání i zpracování naměřených hodnot byla nejbliže k nastavené, tedy absolutní hodnotě úhlu měřidla právě s rozlišovací schopností 10'.

Z praktického hlediska tedy vyplývá, že ne vždy nejcitlivějším měřidlem naměříme hodnotu nejbližší skutečné, i když postupujeme zcela správně. V dílenské praxi se proto mimo jiné nejlépe uplatní právě měřidla s takovou rozlišovací schopností, ke které jsou vztahovány hodnoty úhlů navrhované konstruktéry.

2.6. Úloha č. 6 Kontrola závitů šroubů

Zadání

Zkontrolujte daný šroub měřením velkého průměru, stoupání a středního průměru závitu závitovým mikrometrem a metodou přes drátky. Výsledky měření uvedte ve formě aritmetického průměru.

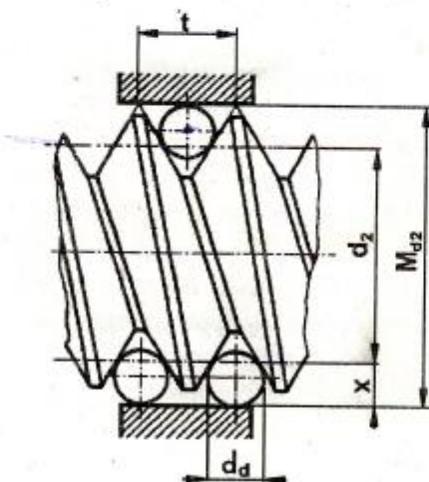
Pomůcky a měřidla:

1. Mikrometr na závity - rozlišovací schopnost 0,01 mm
2. Závitové měrky
3. Sada drátek
4. Třmenový mikrometr - rozlišovací schopnost 0,01 mm
5. Tabulkové hodnoty

Postup práce:

1. Kontrola a seřízení měřidel
2. Určení stoupání závitu s, vrcholového úhlu a tvaru závitové drážky pomocí šablony
3. Měření středního průměru závitu d_2 závitovým mikrometrem včetně tabulkového zpracování naměřených hodnot
4. Měření středního průměru závitu přes drátky, tabulkové zpracování naměřených hodnot
5. Porovnání naměřených hodnot s hodnotami tabulkovými
6. Grafické zpracování naměřených hodnot a jejich porovnání s hodnotami tabulkovými
7. Zhodnocení měření

Schéma měření přes drátky



Výběr z norem ČSN :

průměr d [mm]	stoupání s = t [mm]	průměr drátků d_d [mm]	Rozměr přes drátky	
			M_{d2}	$2 \times$
1	0,25	0,17	1,133	0,295
1,1	0,25	0,17	1,233	0,295
1,2	0,25	0,17	1,332	0,294
1,4	0,30	0,17	1,460	0,251
1,6	0,35	0,22	1,732	0,359
1,8	0,35	0,22	1,931	0,358
2,0	0,40	0,25	2,145	0,405
2,2	0,45	0,29	2,350	0,482
2,5	0,45	0,29	2,689	0,481
3	0,50	0,29	3,113	0,438
3,5	0,60	0,335	3,596	0,486
4	0,70	0,455	4,305	0,760
4,5	0,75	0,455	4,730	0,717
5	0,80	0,455	5,153	0,813
6	1,00	0,620	6,346	0,996
7	1,00	0,620	7,345	0,995
8	1,25	0,725	8,282	1,094
10	1,50	0,895	10,414	1,388
11	1,50	0,895	11,413	1,387
12	1,75	1,100	12,650	1,787
14	2,00	1,35	15,021	2,320
16	2,00	1,35	17,021	2,320
18	2,50	1,65	19,164	2,788
20	2,50	1,65	21,163	2,787
22	2,50	1,65	23,163	2,287
24	3,00	2,05	25,606	3,555
27	3,00	2,05	28,605	3,554
30	3,50	2,05	30,848	3,121
33	3,50	2,05	33,848	3,121
36	4,00	2,55	37,591	4,189
39	4,00	2,55	40,590	4,188
42	4,50	2,55	42,832	3,755
45	4,50	2,55	45,832	3,755
48	5,00	3,20	50,025	5,273
52	5,00	3,20	54,024	5,272
56	5,50	3,20	57,267	4,839
60	5,50	3,20	61,267	4,839
64	6,00	4,00	66,910	6,807
68	6,00	4,00	70,910	6,807

Vypracování:**1. Kontrola a seřízení měřidel**

Mikrometr na závity zkонтrolujeme příslušným závitovým kalibrem a případnou odchylku odstraníme přeseržením a nebo s ní budeme pracovat (viz úloha č. 3). Třmenový mikrometr zkонтrolujeme obvyklým způsobem měrkami.

2. Určení stoupání závitu s, vrcholového úhlu a tvaru závitové drážky pomocí šablony

Závitovými měrkami stanovíme stoupání, profil a tvar závitové drážky. Poté vybereme z příslušné sady vhodné hroty pro změření středního průměru závitu. Jedná se o závit hrubé rozteče M 20 x 2,5 mm.

3. Měření středního průměru závitu d_2 závitovým mikrometrem včetně tabulkového zpracování naměřených a vypočtených hodnot

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot:

Vypočtená střední hodnota

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 18.247 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = d_2$$

d_2 - střední průměr závitu

Jelikož měření provádíme měridlem, jehož systematická chyba nebyla stanovena, určujeme směrodatnou odchylku jednoho měření podle vztahu

n	x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1.	18.23	-0.017	0.000289
2.	18.23	-0.017	0.000289
3.	18.23	-0.017	0.000289
4.	18.21	-0.037	0.001369
5.	18.24	-0.007	0.000049
6.	18.25	0.003	0.000009
7.	18.26	0.013	0.000169
8.	18.27	0.023	0.000529
9.	18.27	0.023	0.000529
10.	18.28	0.033	0.001089
$\sum_{i=1}^n x_i$	182.47	$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0.00461$	

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.00461}{9}} = 0.0226 \text{ mm.}$$

Směrodatná odchylna aritmetického průměru pak bude

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{\bar{x}}}{\sqrt{n}} = \frac{0.0226}{\sqrt{10}} = 0.0071 \text{ mm.}$$

Naměřený střední průměr

$$d_2 = \bar{x} \pm k \cdot \sigma_{\bar{x}} = 18.247 \pm 0.6745 \cdot 0.0071 = 18.247 \pm 0.00487 \text{ mm.}$$

Rozdíl mezi tabulkovou a naměřenou hodnotou

$$\delta = d_{2,\text{tab}} - d_2 = 18.376 - 18.247 \pm 0.00487 = 0.129 \pm 0.005 \text{ mm.}$$

Pro toleranční pole závitu šroubu 6g jsou pro průměr d_2 mezni úchytky $es = -42 \mu\text{m}$ a $ei = -212 \mu\text{m}$, což znamená, že kontrolovaný šroub vyhovuje, protože výrobní tolerance d_2 je od 18,334 do 18,165 mm.

4. Měření středního průměru závitu d_2 přes drátky včetně tabulkového zpracování naměřených a vypočtených hodnot

Správný průměr drátek pro daný profil a stoupání závitu určíme z tabulek, ($\Phi d_d = 1,65 \text{ mm}$).

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot:

Vypočtená střední hodnota

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{211.38}{10}$$

$$\bar{x} = 21.138$$

$$x = M_{d2} = 21.138 \text{ mm}$$

M_{d2} - rozměr přes drátky

n	x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	21.11	-0.028	0.000784
2	21.17	0.032	0.001024
3	21.12	-0.018	0.000324
4	21.16	0.022	0.000484
5	21.15	0.012	0.000144
6	21.12	-0.018	0.000324
7	21.17	0.032	0.001024
8	21.14	0.002	0.000004
9	21.11	-0.028	0.000784
10	21.13	-0.008	0.000064
	$\sum x_i$	211.38	$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0.00496 \text{ mm}^2$

K určení směrodatné odchylky jednoho měření použijeme vzhledem k měřidlu vztah

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.00496}{9}} = 0.0235 \text{ mm.}$$

Směrodatná odchylka aritmetického průměru pak bude

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} = \frac{0.0235}{\sqrt{10}} = 0,0074 \text{ mm.}$$

Naměřený rozměr přes drátky

$$M_{d2} = \bar{x} \pm k \sigma_{\bar{x}} = 21,138 \pm 0,6745 \cdot 0,0074 = 21,138 \pm 0,00499 \text{ mm}$$

- pro 50 % stupeň významnosti.

5. Porovnání naměřených hodnot s hodnotami tabulkovými

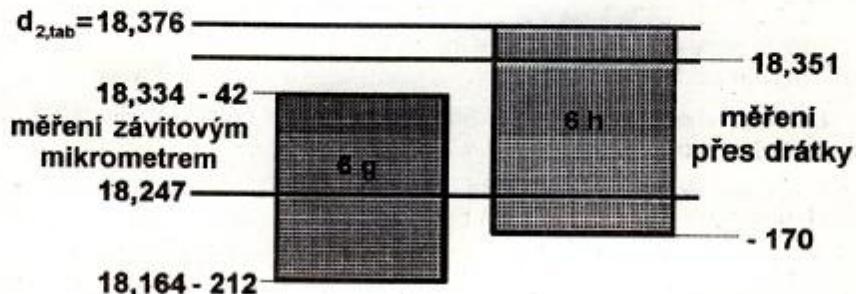
- z tabulek pro M 20 x 2,5 je $2x = 2,787 \text{ mm}$

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot:

Hodnoty [mm]	Tabulkové [mm]	Naměřené [mm]	Rozdíl δ [mm]
M_{d2}	21,163	21,138	0,025
$d_2 = M_{d2} - 2x$	18,376	18,351	0,025

Pro toleranční pole závitu šroubu 6g je es = - 42 a ei = - 212 μm , což znamená, že $d_{2,\max} = 18,334 \text{ mm}$ a $d_{2,\min} = 18,164 \text{ mm}$. Naměřená hodnota třmenovým závitovým mikrometrem tomuto poli odpovídá, avšak naměřená hodnota středního průměru závitu přes drátky $d_2 = 18,351 \text{ mm}$ tomuto tolerančnímu poli neodpovídá. Jelikož jsou obě naměřené hodnoty v tolerančním poli 6h, přikláname se k této možnosti (viz grafické znázornění).

6. Grafické zpracování naměřených hodnot



7. Závěrečné zhodnocení měření

Kontrolou a měřením závitu šroubu jsme zjistili, že jde o metrický závit 1. řady s hrubou roztečí $t = 2,5$ (ČSN uvádí P), délky zašroubování N, středního stupně přesnosti. Naměřené hodnoty oběma metodami zařazují měřený vnější závit do tolerančního pole 6h. Na základě tohoto měření pokládáme šroub pro toto uložení za nadále funkční.

Použitá literatura :

- [1] Fiala, J.- Svoboda, P.- Šimonovský, M.: Strojnické tabulky 2. Praha, SNTL 1988.
- [2] Výběr z norem ČSN: Soustava tolerancí metrického závitu pro uložení s vůlí. ČSN 014314.

2.7. Úloha č.7 Definování řezného nástroje

Zadání

Určete název, způsob použití a materiál řezného nástroje. Změřte, nakreslete a zakótujte jeho základní rozměry.

Stanovte vhodnou kinematiku řezného nástroje a pomocí měřicího přípravku změřte jeho nástrojové úhly.

Na základě zpracování výše zadaných bodů stanovte prostřednictvím technické dokumentace vhodné řezné parametry pro konkrétní materiál obrobku.

Pomůcky a měřidla:

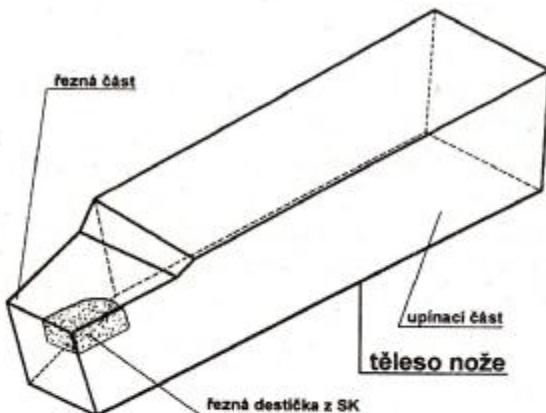
1. Řezné nástroje
2. Posuvné měřidlo, úhloměry, šablony
3. Speciální měřicí přípravek pro měření geometrie břitu
4. Strojnické tabulky a katalogy řezných nástrojů
5. ČSN 22 0010 a ČSN 22 0011

Postup zpracování úlohy:

1. Prohlédněte tvar zadaného nástroje a nakreslete schéma řezného nástroje a popište jeho základní části
2. Z vyražených symbolů a značek na nástroji určete jeho materiál (řezný; konstrukční)
3. Změřte, nakreslete a okótujte základní části a rozměry řezného nástroje
4. Na základě konstrukčních parametrů určete vhodnou kinematiku nástroje vzhledem k obrobku a změřte jeho nástrojové úhly v příslušných rovinách, jejichž hodnoty pak zapište do přehledné tabulky
5. Narýsujte břitový diagram řezného nástroje
6. Pomocí strojnických tabulek a katalogů určete optimální řezné parametry pro vhodný materiál obrobku.
7. Závěrečné zhodnocení úlohy

Vypracování:

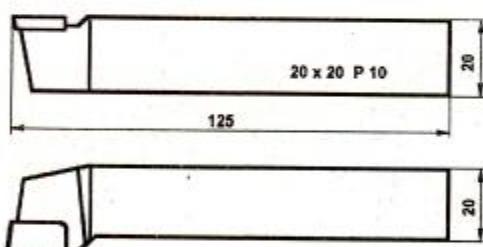
1. Schéma řezného nástroje



2. Určení názvu a materiálu řezného nástroje

Na základě prohlédnutí a orientačního měření základních rozměrů řezného nástroje jsme zjistili, že se jedná o vnější, pravý, stranový soustružnický nůž, jehož upínací část čtvercového průřezu je vyrobena z konstrukční oceli 11 700 a připájená řezná destička z nepovlakovaného slinutého karbidu P 10.

3. Základní rozměry soustružnického nože



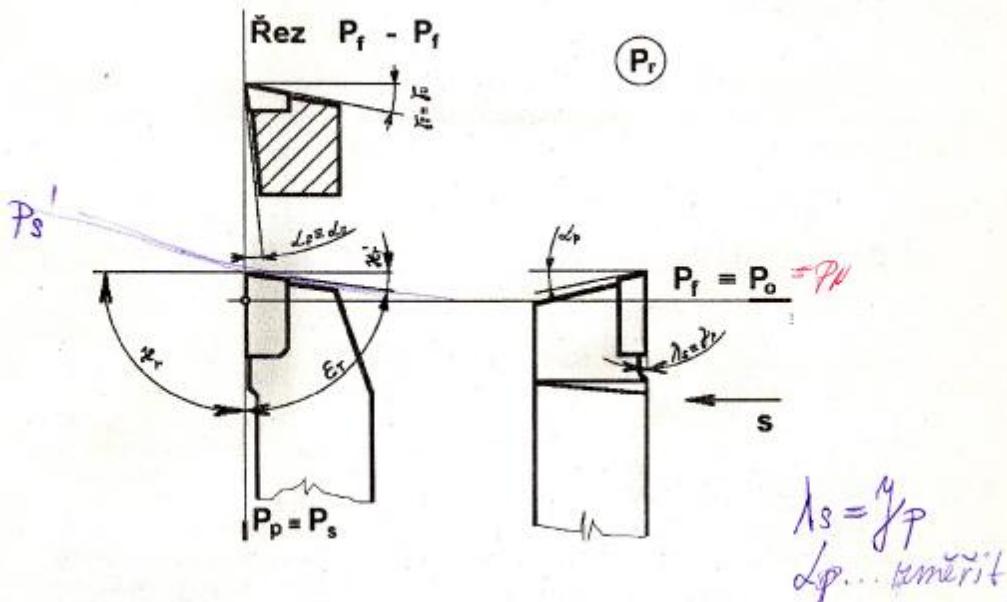
4. Určení kinematiky řezného nástroje

S ohledem na konstrukci a geometrii břitu nástroje se doporučuje vnější podélné soustružení. Nástrojové úhly změřené v příslušných rovinách jsou zapsány v následující tabulce.

Tabulka hodnot naměřených nástrojových úhlů:

úhel	α_r	α_o	α_p	γ_r	γ_o	γ_p	λ_s	χ_r	χ_o	ϵ_r
stupně	6°	6°	10°	12°	12°	0°	0°	90°	6°	84°

5. Břitový diagram řezného nástroje pro nástrojovou soustavu



6. Tabulkové určení optimálních řezných parametrů

Pomocí technické literatury, ČSN i firemních katalogů jsme určili tyto řezné parametry a technické údaje:

Dle [1] str.427 a 507 se jedná o řeznou destičku z SK P 10 s nástrojovými úhly (viz výše uvedená tabulka), který je především určen pro podélné soustružení materiálů dávajících dlouhou třísku, tzn. pro obrábění oceli do pevnosti 850 MPa, ocelolitiny a temperované litiny s dlouhou třískou. Je vhodný pro řezné rychlosti do $200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a posuv pohybující se v blízkosti $0,2 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$. Hloubka řezu do 6 mm. Řezná destička má vyšší odolnost proti opotřebení, ale nižší houževnatost.

7. Závěrečné zhodnocení úlohy

Ze získaných a zpracovaných poznatků vyplývá, že konstrukce (tedy tvar tělesa) řezného nástroje a geometrie jeho řezné části přímo nebo nepřímo předurčuje jeho použitelnost pro speciální úseky dané operace. Materiál nástroje, a to především jeho řezné části, nám pak umožňuje při vhodně zvolených řezných parametrech efektivně obrábět konkrétní materiály obráběných součástí.

Použitá literatura:

- [1] Vávra a kol.: Strojnické tabulky. SNTL, Praha, 1983.
- [2] Normy ČSN.

2.8. Úloha č. 8 Technologický postup

Zadání

Zpracujte technologický postup zadané součásti dle přiloženého výrobního výkresu a speciálních požadavků týkajících se daného prostředí a konkrétního výrobního programu.

Postup zpracování úlohy:

1. Zpracujte výrobní postup - chronologický sled jednotlivých operací, u kterých bude uvedeno pracoviště, stroj, dominantní řezný nástroj a jeho základní řezné parametry, nejpoužívanější měřidlo, případně speciální přípravek.
2. Zpracujte operační postup - podrobné zpracování všech operací tráskového obrábění skládajících se z více než jednoho úseku a jejich rozčlenění na jednotlivé úseky s uvedením všech nástrojů, přípravků, měřidel, výrobních pomůcek, řezných parametrů a všech ostatních potřebných údajů pro výrobu.
3. Uvedte alternativní řešení možnou záměnou sledu jednotlivých operací s rozbořem výhod a nevýhod vzniklých touto záměnou. (Je možné vypuštění nebo naopak přidání další operace.)
4. Pro konkrétní libovolnou operaci tráskového obrábění uvedte jiné možné pořadí úseků. Toto pak porovnejte s řešením, které uvádíte v originálním technologickém postupu a zdůvodněte jeho výhody a nevýhody.

Vypracování:

Technologické postupy a jejich alternativy:

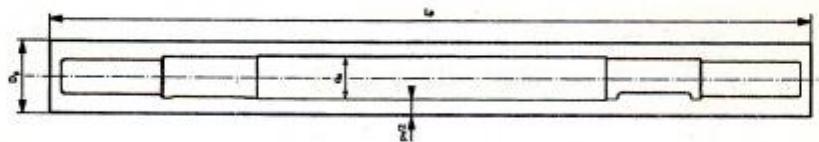
Pozn. Čísla pracovišť jsou vyhledána z příslušného katedrálního katalogu, který je zpracován speciálně pro účely cvičení. Rozměry jednotlivých řezných parametrů odpovídají obvyklým uváděným hodnotám pro konkrétní obráběčské operace, tzn.:

Pro soustržení	- $v [m \cdot min^{-1}]$, $f [mm \cdot ot^{-1}]$, $a [mm]$, $n [ot \cdot min^{-1}]$
frézování	- $v [m \cdot min^{-1}]$, $f_z [mm \cdot zub^{-1}]$, $a [mm]$, $n [ot \cdot min^{-1}]$
broušení	- $v [m \cdot s^{-1}]$, $f [mm \cdot ot^{-1}]$, $a [mm]$, $n [ot \cdot s^{-1}]$

U speciálních nenormalizovaných řezných nástrojů nejsou záměrně uváděny řezné parametry. V uváděném TP jsou jednotlivé úseky operací oddělovány vodorovnými čarami.

- Výkres součásti : FS-346 S 207-TECH-II

- Určení polotovaru:



$$d_s = 25 \text{ mm}$$

$$p_1 = 5 \cdot D_0 / 100 + 2$$

$$p_1 = 3,25 \text{ mm}$$

$$D_p = d_s + p_1 = 25 + 3,25 = 28,25 \text{ mm}$$

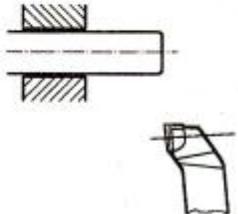
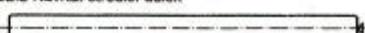
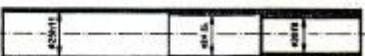
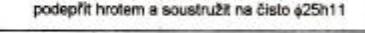
$$\text{Volím } D_p = 28 \text{ mm}$$

Zvolený polotovar: tyč $\varnothing 28$, $l = 6\,000 \text{ mm}$ ČSN 426510.12

1. Výrobní postup

VŠB - TU Ostrava	Technologický postup - výrobní	Celkem listů: 1		
Vypracoval: Petr Novák				
Datum: 16.7.1997				
Název součásti: ŘADICÍ TYČ				
Čís. OPER	PRAZOVIŠTĚ	POPIS PRÁCE:	STROJ,NÁSTROJ,MĚŘIDLO	POZNÁMKA(V,S,H)
01	5961	Rezání	rámová pila, pilový list 400-82 ČSN 222961	$v = 25 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
02	4116	Soustružení		
03	5120	Frézování	jednoduchá frézka s nenatačitelným stolem	
04	5522	Broušení	hrotová bruska	
05	5615	Broušení	rovinná bruska	
06	9863	Kontrola rozměrů	kalibry, třímenový mikrometr rozsah 0 - 50 mm	

2. Operační postup

Čís. OPER.	PRACOVÍSTĚ	POPIΣ PRÁCE	STROJ, NÁSTROJ, MĚŘIDLO	POZNÁMKA(V,S,H)
02	4116	02.1 Upravit obrobek do skličidla a zarovnat čelo 	hrotový soustruh, soustružnický nůž ČSN 223710, materiál břitové desítíčky ČSN 220810	$f = 0,18 \text{ mm.ot}^{-1}$, $n_s = 880 \text{ min}^{-1}$
		02.2 Navratit středici délku 	středici vrták A 2,5 ČSN 0149 15	$n = 1480 \text{ ot/min}$
		02.3 Přepnout ve skličidlo s vyložením 630 mm, podepřít hrotom a soustružit na číslo ø25h11 	ČSN 223710	$v = 120 \text{ m.min}^{-1}$, $f = 0,1 \text{ mm.ot}^{-1}$
		02.4 Soustružit na číslo ø24 	ČSN 223710	$v = 120, f = 0,1$
		02.5 Soustružit ø20f8 s přídavkem na broušení (0,2 mm) 	ČSN 223712 (R 1,6)	$v = 120, f = 0,1$
		02.6 Srazit hranu čela 	ČSN 223712	
		02.7 Obrátit obrobek a zarovnat čelo na délku 732 mm 	hrotový soustruh, soustružnický nůž ČSN 223710, materiál břitové desítíčky ČSN 220810	$f = 0,18 \text{ mm.ot}^{-1}$, $n_s = 880 \text{ min}^{-1}$
		02.8 Navratit středici délku 	středici vrták A 2,5 ČSN 0149 15	$n = 1480 \text{ ot/min}$
		02.9 Soustružit na číslo ø24 	ČSN 223710	$v = 120, f = 0,1$
		02.10 Soustružit ø20f8 s přídavkem na broušení (0,2 mm) 	ČSN 223712 (R 1,6)	$v = 120, f = 0,1$
		02.11 Srazit hranu druhého čela 	ČSN 223712	

Čís. OPER.	PRACOVÍSTĚ	POPIS PRÁCE	STROJ,NASTROJ,MĚŘIDLO	POZNÁMKA(V,S,H)
03	5120	03.1 Frézovat s přídavkem na broušení (0,2 mm)	speciální tvarová fréza R4 dělící přístroj, podpěra	materiál 19850 $R_{\text{m}} = 900$ až 1 400 MPa
		03.2 Natočit obrobek o 30° a frézovat druhou plochu s přídavkem na broušení (0,2 mm)	speciální tvarová fréza R4	materiál 19850 $R_{\text{m}} = 900$ až 1 400 MPa
04	5522	04.1 Upnout mezi hroty a brousit na čisto $\phi 20f8$	hrotová bruska unášecí srdeč	$v=30 \text{ m.s}^{-1}$,
			A99 60 N 8 V 250x20 ČSN 224590	
05	5615	05.1 Brousit drážku na rozsah $20^{+0.1}_{-0.1}$	rovinná bruska	$v=30 \text{ m.s}^{-1}$,
			BK A 99 60 N 8 V speciální upínací a polohovací přípravek	upnout 5 ks na jednu

(pokračování na str. 51)

(pokračování ze str. 50)

Čís. OPER.	PRACOVISŤE	POPIS PRÁCE	STROJ,NÁSTROJ,MĚŘIDLO	POZNÁMKA(V,S,H)
		05.2 Obrobky v přípravku položit o 30° a brousit druhou drážkou na rozměr $20 \frac{2}{5}$	BK R4 A99 60 N 8 V rovinná bruska speciální upínací a polohovací přípravek	v=30, f=0,001, a=0,02

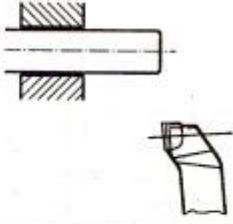
3. Záměna operací

Čís. OPER.	PRACOVISŤE	POPIS PRÁCE	STROJ,NÁSTROJ,MĚŘIDLO	POZNÁMKA(V,S,H)
01	5961	Řezání	rámová pila, pilový list 400-82 ČSN 222961	v = 25 m·min ⁻¹
02	4116	Soustružení	hrotový soustruh	
03	4110	Válečkování	hrotový soustruh, válečkovací hlava	
04	5120	Frézování	jednoduchá frézka s nenatačeným stolem	
05	5815	Broušení	rovinná bruska	
06	9863	Kontrola rozměrů	kalibry, mikrometry	

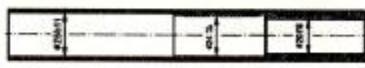
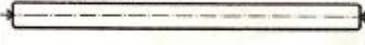
Závěr: Výhodou původního technologického postupu je jeho vyšší tvarová přesnost. Válečkováním však docílíme jakostnější povrchovou vrstvu s podstatně méně degenerovaným povrchem.

4. Záměna úseků

Čís. OPER.	PRACOVISŤE	POPIS PRÁCE	STROJ,NÁSTROJ,MĚŘIDLO	POZNÁMKA(V,S,H)
02	4116	02.1 Upnout obrobek do skličidla a zarovnat čelo	hrotový soustruh HS 4116, soustružnický nůž ČSN 223710, řezná destička P10	f = 0,18 mm, n _v = 880 min ⁻¹



(Pokračování ze str. 51)

ČÍS. OPER.	PRACOVÍSTĚ	POPIΣ PRÁCE	STROJ,NÁSTROJ,MĚŘIDLO	POZNÁMKA(V,S,H)
		02.2 Srazit hrany čela	ČSN 223712	
		02.3 Navrtat středici důlek 	středici vrták A 2,5 ČSN 0149 15	n = 1460 ot/min
				
		02.4 Přepnout ve skličidle s výložením 630 mm, podepřít hrotom a soustružit na číslo 425h11	ČSN 223710	v = 120 m·min⁻¹ f = 0,1 mm·ot⁻¹
		02.5 Soustružit na číslo 424 ^{0,01} _{-0,05}	ČSN 223710	v=120, f=0,1
		02.6 Soustružit 420f8 s přídavkem na broušení (0,2 mm)	ČSN 223712 (R 1,6)	v=120, f=0,1
		02.7 Obrátit obrobek a zarovnat čelo na délku 732 mm	hrotový soustruh, soustružnický nůž ČSN 223710, materiál břitové destičky ČSN 220810	f = 0,18 mm·ot⁻¹, n _v = 880 min⁻¹
		02.8 Srazit hrany druhého čela	ČSN 223712	
		02.9 Navrtat středici důlek 	středici vrták A 2,5 ČSN 0149 15	n = 1460 ot/min
		02.9 Soustružit na číslo 424 ^{0,01} _{-0,05}	ČSN 223710	v=120, f=0,1
		02.10 Soustružit 420f8 s přídavkem na broušení (0,2 mm)	ČSN 223712 (R 1,6)	v=120, f=0,1

Závěr: Výhoda původního operačního postupu spočívá v tom, že můžeme snadněji a tím i přesněji srážet hrany čel. Při tomto způsobu bude v činném záběru víc než 7 mm hlavního ostří nože.

5. Závěrečné zhodnocení úlohy

Řešení tohoto technologického postupu bylo zcela podřízeno speciálním požadavkům pro konkrétní výrobní prostředí. Žádaná série se bude realizovat v daném prostoru a čase na konvenčních strojích při použití klasických řezných nástrojů, a tím i řezných parametrů.

V alternativních řešeních (záměna operací či úseku dané operace) je pouze stručně naznačen smysl možné záměny, který si vyžádá podrobnější prokonzultování při obhajování odevzdávaného programu.

Použitá literatura:

- [1] Vávra a kol.: Strojnické tabulky. SNTL, Praha, 1983.
- [2] Normy ČSN.
- [3] Glanc, J.- Janyš, J.: Dílenské tabulky. SNTL, Praha, 1980.
- [4] Třídník strojů a pracovišť. Katedra 346 FS VŠB-TU, Ostrava, 1986.
- [5] Firemní technická dokumentace a katalogy řezných nástrojů.

3.1. Závěrečné slovo

Metodickým záměrem učebního textu je prostřednictvím jednoduchých a finančně i obsluhově ne příliš náročných měřidel získat dostupné a podstatné informace o rozměrové a tvarové přesnosti měřené součásti, a tím vyloučit nebo naopak potvrdit její další použitelnost. Všechny získané informace pak mohou technologovi lépe, snadněji a rychleji předurčit optimální cestu ke zpracování technologického postupu.

Předkládané úlohy, které nejsou zcela dořešeny, mají jen stanovit standard, který podmiňuje jejich započtení. To však nebrání studentům rozšířit a doplnit jednotlivá měření i zadání do té míry, jakou jsou schopni a ochotni absolvovat.

3.2. Seznam použité a doporučené literatury:

- [1] Jozá, J.: Měření tvaru a rozměru velkých součástí. Praha, SNTL 1982.
- [2] Řasa, J. a kol.: Výpočetní metody v konstrukci řezných nástrojů. Praha, SNTL 1986.
- [3] Přikryl, Z.-Musíková R.: Teorie obrábění. Bratislava, SNTL/ALFA 1982.
- [4] Ošťádal, B.: Stav hodnocení drsnosti povrchu s ohledem na současné potřeby. Sborník - Intenzifikácia a optimalizácia procesu rezania. Žilina, DT 1982.
- [5] Dušek, J.: Tvarové nepřesnosti a jejich měření. Strojírenství 1955, č. 11 s. 832 až 836.
- [6] Vrba, V.: Vybrané kapitoly z metrologie. Ostrava, VŠB - TU 1994.
- [7] Vújta, V.: Přesnost měření, měřicích přístrojů a kontrolních a třídících automatů. Praha, SNTL 1960.
- [8] Vlach a kol.: Technologie obrábění a montáži. Praha, SNTL 1990.
- [9] Černoch, J.: Strojně technická příručka. Praha, SNTL 1978.
- [10] Roček, V.: Příručka obrábění. Praha, SNTL 1978.
- [11] Schmidt, E.: Příručka řezných nástrojů. Praha, SNTL 1974.
- [12] Mikovec, M. a kol.: Příručka pro soustružníky. Praha, SNTL 1974.
- [13] Mádl, J.: Technologie obrábění a montáže. Praha, ČVUT 1990.
- [14] Fiala, J.- Svoboda, P.- Šimonovský, M.: Strojnické tabulky 2. Praha, SNTL 1988.
- [15] Fiala, J.- Svoboda, P.- Šťastný, K.: Strojnické tabulky 3. Základní strojní součásti a montážní jednotky. Praha, SNTL 1989.
- [16] Bilík, O.: Obrábění II - 1. díl. Ostrava, VŠB - TUO 1994.
- [17] Bilík, O.: Obrábění II - 2. díl. Ostrava, VŠB - TUO 1995.

Číslo skladové:	1833	300
Určeno pro posluchače:	2. r. FS	
Autor:	Doc. Dr. Ing. Josef Brychta Ing. Petr Foltýn Ing. Milan Vlček	
Katedra, institut:	obrábění a montáže	346
Název:	Sbírka řešených příkladů do Technologie II	
Místo, rok, vydání:	Ostrava, 2004, 2. vydání	
Počet stran:	58	
Vydala:	VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA	
Tisk:	Ediční středisko VŠB – TU Ostrava	
Náklad:	200	
Tématická skupina:	17	39-

ISBN 80 - 248 - 0578 - 2