INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA
SK-CZ 14-20

EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

SOŠ HANDLOVÁ

SŠEE Sokolnice
STŘEDNÍ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ A ENERGETICKÁ SOKOLNICE, příspěvková organizace

KVALITA NIE JE NÁHODA
KVALITA NENÍ NÁHODA

Pracovný zošit „Kontrola kvality v strojárstve“,

Pracovní sešit „Kontrola kvality ve strojírenství“

Človek a jeho osobná kvalita je tvorcom všetkých ostatných kvalít.
Člověk a jeho osobní kvalita je tvůrcem všech ostatních kvalit.

2021

Projekt je spolufinancovaný Európskou úniou z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci programu cezhraničnej spolupráce Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika 2014-2020

Táto metodická príručka obsahujúca učebné texty, pracovné listy vznikla v rámci projektu **„Cezhraničný systém manažérstva kvality v odbornom vzdelávaní“,** kód projektu: **304011U052**.

Vedúci partner: Stredná odborná škola, Lipová 8, Handlová
Hlavný cezhraničný partner: Střední škola elektrotechnická a energetická Sokolnice, príspevková organizace
Kód výzvy: INTERREG V-A SK-CZ/2018/09
Operačný program: Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika 2014-2020
Spolufinancovaný z: Európsky fond regionálneho rozvoja
Prioritná os: Využívanie inovačného potenciálu
Špecifický cieľ: Zvýšenie relevantnosti obsahu vzdelávania pre potreby trhu práce s cieľom zlepšenia uplatniteľnosti na trhu práce

Pracovný zošit „Kontrola kvality v strojárstve“

Obsah:

1. Meranie hĺbkomerom 1
2. Meranie mikrometrom 4
3. Meranie otvorov dutinomerom 8
4. Meranie ozubených kolies cez zuby 11
5. Meranie ozubených kolies v konštantnej výške 14
6. Meranie posuvným meradlom 17
7. Meranie rozostupu zubov 21
8. Meranie tvrdosti podľa Rockwella 24
9. Meranie uhlov univerzálnym uhlomerom 28
10. Meranie závitov meracími drôtikmi 31
11. Meranie závitov pomocou závitového mikrometra 34

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE A KONTROLA VNÙTORNÝCH KUŽEĽOVÝCH PLÔCH**

Zadanie úlohy: 1. Pomocou guličiek zistite uhol vnútornej kužeľovej plochy

2. Pomocou meracích krúžkov zistite uhol vnútornej kužeľovej plochy

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania: Pri kontrole kužeľovými kalibrami sa tieto považujú za vyhovujúce, ak ich posudzovaný okraj leží v rozsahu tolerančného pásika, pričom sa žiada dobré dosadnutie kalibra. Dosadnutie kalibra posudzuje kontrolór podľa pohybov kalibra pri jeho vykyvovaní alebo na farbu. Pre meranie kužeľových plôch sa okrem špeciálnych meradiel často používajú mikroskopy, projektory, dĺžkomery, guľôčky, meracie krúžky v spojení s bežnými obkročnými a hĺbkovými meradlami.

Popis merania:

1. Meranie a kontrola vnútorných kužeľových plôch pomocou guličiek obr.1

Patrí medzi merania s dostatočnou presnosťou. Hĺbkomerom zmeriame hodnoty L_2, L_1. Podľa známych priemerov guličiek d_2, d_1 vypočítame uhol kužeľa podľa vzťahu:

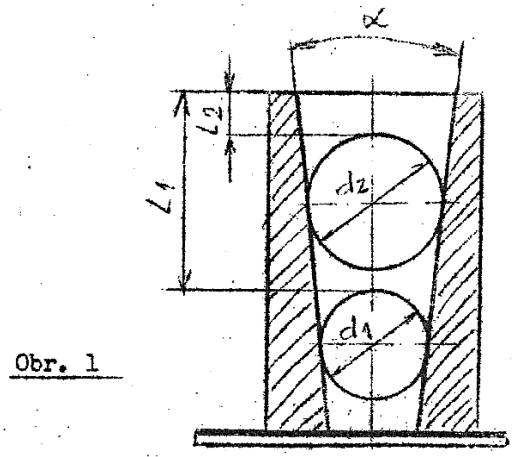
$$sin\ \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}{L_2 - L_1(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}$$

2. Meranie a kontrola vnútorných kužeľových plôch pomocou meracích krúžkov obr.2

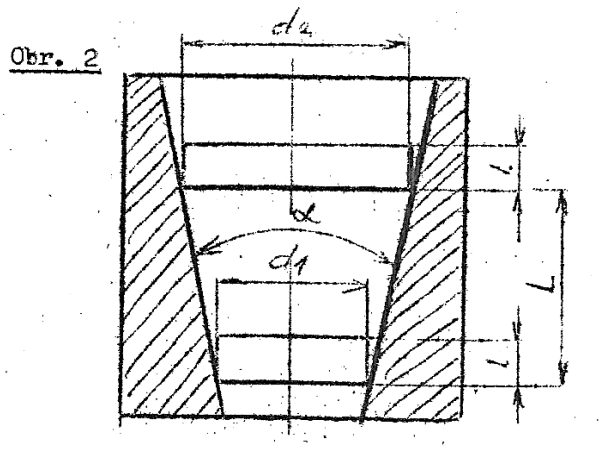
Hĺbkomerom zmeriame hodnotu L a podľa známych priemerov meracích krúžkov d_2, d_1 vypočítame uhol kužeľa podľa vzťahu:

$$tg\ \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{L}$$

Schéma merania:



Obr. 1



Obr. 2

Namerané a vypočítané hodnoty:

Úloha č.1 - / obr.1/

d_1 = mm

d_2 = mm

L_1 = mm

L_2 = mm

$$\sin \frac{\alpha_1}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}{L_2 - L_1(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}$$

Úloha č.2 - / obr.2/

d_1 = mm

d_2 = mm

L = mm

$$tg \frac{\alpha_2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{L}$$

Výsledok merania: α_1 = α_2 =

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE ROZMEROV MIKROMETROM**

Zadanie úlohy: Pomocou mikrometra zistite rozmery danej súčiastky. Vypočítajte priemernú hodnotu, pravdepodobnú chybu merania a výsledok merania.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania: Vložením meranej súčiastky medzi meracie dotyky mikrometra a odčítaním údajov z displeja zistíme hodnotu meraného rozmeru.

Popis merania:

1. Pred meraním skontrolujeme stav digitálneho mikrometra - obhliadkou. Nastavíme nulovú polohu (začiatok meracieho rozsahu) mikrometrickej skrutky.

2. Podl'a tvaru meraného rozmeru súčiastky volíme vhodné umiestnenie súčiastky medzi meracie dotyky. Po pritlačení očistených meracích ramien bez vôle na očistený povrch meranej súčiastky a odčítaní meraného rozmeru X_k zo stupnice, tento zapíšeme do tabul'ky č.1. Meranie opakujeme viackrát a zo zistených hodnôt vypočítame aritmetický priemer X_{pr}, ktorý predstavuje hodnotu meraného rozmeru súčiastky.

Podľa vlastného výberu u jedného z meraných rozmerov uskutočníme10 meraní. Namerané hodnoty zapíšeme do tabul'ky č.2 a vypočítame priemernú hodnotu X_{pr}, vel'kost odchýlky ε_k,štvorec odchýliek ε_k^2 pravdepodobnú chybu merania ϑ a hodnotu výsledku v.

Schéma merania:

Namerané a vypočítané hodnoty:

Meraný rozmer	x_k mm	x_{kpr} mm
a		
b		
c		
d		

Č.m.	x_k / mm/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$		ε_k^2
		$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
P.m.	$\sum x_k$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Príklad výpočtu:

Priemerná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravdepodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledok merania: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE OTVOROV INTOMETROM – DUTINOMEROM / Subito /**

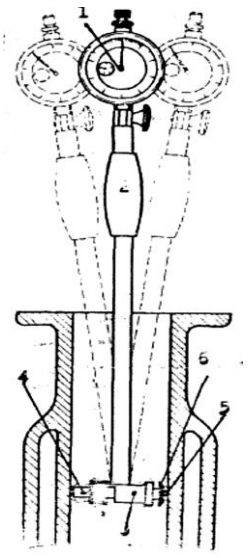
Zadanie úlohy:
1. Pomocou meradla s číselníkovým odchýlkomerom na dutiny / Subito/ zistite rozmery otvoru danej súčiastky.
2. Vypočítajte priemernú hodnotu nameraných rozmerov otvoru, pravdepodobnú chybu merania a výsledok merania.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

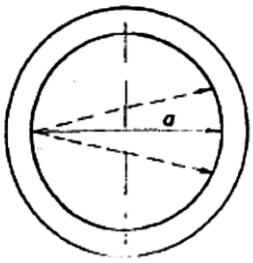
Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania: Meradlo s číselníkovým odchýlkomerom na dutiny (intometer) na meranie vo väčších hĺbkach pod názvom Subito sa skladá z troch častí, a to z číselníkového odchýlkomeru (1), z držiaka (2) a zo snímacieho zariadenia (3). V telese držiaka sú na jeho dolnom konci kolmo na os držiaka umiestnené dve meracie dotýkadlá, jedno nehybné, druhé posuvné – snímacie v smere svojej osi. Posuv snímacieho dotýkadlá sa prenáša dvojramennou uhlovou pákou na predlžovaciu tyčku, ktorá sa opiera o dotýkadlo odchýlkomeru.



Intometre sú porovnávacie meradlá. Pred meraním ich treba vždy nastaviť na žiadanú hodnotu, pri ktorej sa stupnica odchýlkomeru otočí na nulu. Na nulu sa nastavuje strmeňovým mikrometrom, alebo častejšie držiakom, v ktorom je rozmer presne nastavený z koncových mierok. Pri meraní vnútorných rozmerov hľadáme najväčší údaj prístroja v rovine kolmej na os otvoru, a súčasne najmenší údaj v rovine prechádzajúcej osou otvoru. Týmito prístrojmi môžeme odmerať aj

odchýlky od správneho geometrického tvaru otvoru, prípadne aj kužeľovitosť otvoru.



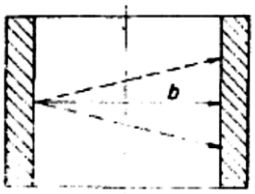


Schéma merania:

Namerané a vypočítané hodnoty:

Č.m.	ε /mm/	x_k / mm/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$		ε_k^2
			$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
P.m.	$\sum\varepsilon$	$\sum x_k$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Informatívny rozmer:

$X_i =$

Nastavený rozmer:

$X_n =$

Meraný rozmer:

$X_k = X_n \pm \varepsilon =$

Príklad výpočtu:

Priemerná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravdepodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledok merania: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE A KONTROLA OZUBENÝCH KOLIES MERANÍM CEZ ZUBY**

Zadanie úlohy: Zistite, či dané koleso vyhovuje danému stupňu presnosti a skupine bočnej vôle meraním meraním cez zuby.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania:

Meraním cez zuby môžeme priamo určiť veľkosť bočnej vôle. Meranie je založené na poznatku, že vzdialenosť medzi dvoma bokmi zubov na dotyčnici k základnej kružnici ostáva konštantná. Merať sa dá teoreticky aj cez jeden zub, ale pretože základná kružnica je často menšia ako pätná, nebolo by možné merať, lebo body v ktorých by sa malo merať, ležia pod pätnou kružnicou. Počet zubov, cez ktoré sa má merať, sa určí z podmienky tak, aby sa dotyky stýkali s bokom zuba približne v oblasti rozstupovej kružnice.

Popis merania:

1. Vypočítame počet zubov z´, cez ktoré sa má merať podľa vzťahu

$z' = z.\frac{\alpha}{180} + 0{,}5$ z - celkový počet zubov ozubeného kolesa

2. Vypočítame menovitú hodnotu rozmeru cez zuby podľa vzťahu

$M_m = m.\cos\alpha. / \pi. (z' - 0{,}5) + z . inv\alpha/$

$inv\alpha = tg\alpha – arc\alpha$

3. Vykonáme meranie cez vypočítaný počet zubov po celom obvode kolesa vždy pri pootočení o jeden zub

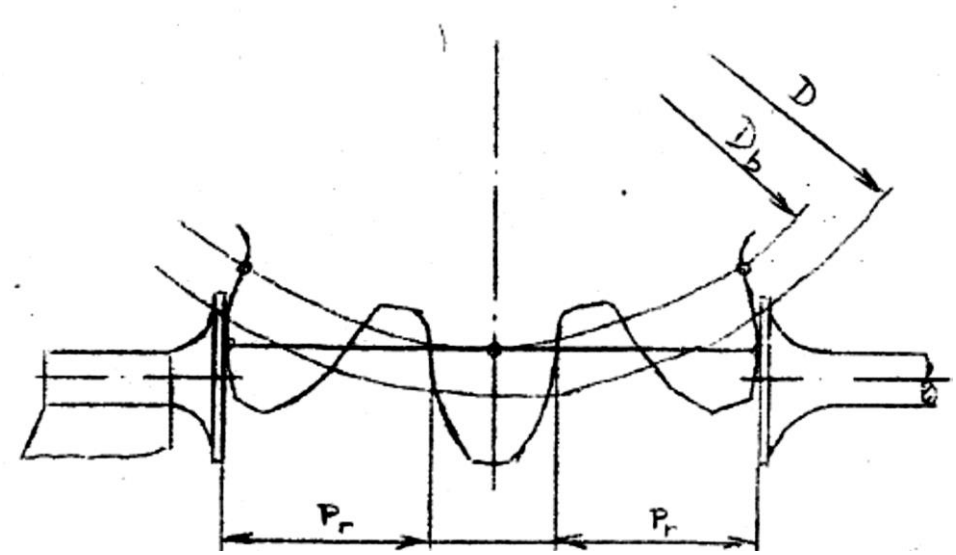
4. Vypočítame odchýlku rozmeru cez zuby podľa vzťahu

5. $\nu = M_s - M_m$ M_s – vypočítaná hodnota rozmeru cez zuby

6. Podľa normy určíme pre dané rozmery a stupeň presnosti kolesa dovolené odchýlky rozmeru cez zuby

7. Nakreslíme odchýlkový diagram, v ktorom vyznačíme priebeh odchýliek v závislosti od počtu zubov kolesa a tolerančné pole pre dané rozmery a stupeň presnosti kolesa

Schéma merania:



Namerané a vypočítané hodnoty:

Meraná poloha																							
Nameraná hodnota cez zuby M_s (mm)																							
Odchýlka $\nu = M_s – M_m$ (mm)																							

Stupeň presnosti kolesa:

Skupina bočnej vôle:

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE A KONTROLA OZUBENÝCH KOLIES V KONŠTANTNEJ VÝŠKE A HRÚBKE ZUBA**

Zadanie úlohy: Zistite, či dané koleso vyhovuje danému stupňu presnosti a skupine bočnej vôle meraním v konštantnej výške a hrúbke zuba.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania:

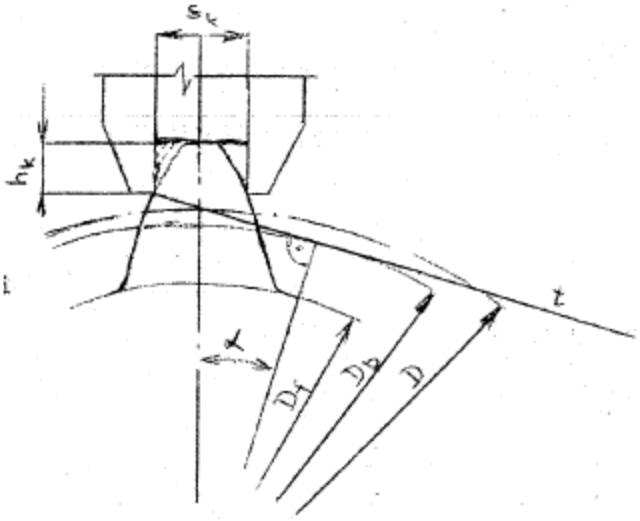
Konštantná výška je výška zuba, kde dotyčnica k základnej kružnici prechádzajúca priesečníkom kružnice s osou zuba pretína bok zuba. Konštantná hrúbka a výška je závislá od základného rozstupu, to znamená, že nie je závislá od počtu zubov, ale len od modulu. Nevýhodou je, že meranie je závislé od presnosti priemeru hlavovej kružnice.

1. Vypočítame konštantnú výšku zuba (h_k)

$$h_k = m.\left(1 - \frac{cos\alpha \,.sin\alpha}{4}\right)$$ m- modul ozubeného kolesa α- uhol záberu

2. Vypočítame konštantnú hrúbku zuba s_k

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



3. Na zubomeri nastavíme hodnotu konštantnej výšky h_k
4. Odmeriame hrúbky zubov s_k po celom obvode ozubeného kolesa
5. Podľa normy určíme pre dané rozmery a stupeň presnosti kolesa dovolené odchýlky konštantnej hrúbky zuba
6. Vypočítame odchýlky konštantnej hrúbky zuba (v)

$v = s_{ks} - s_k$

7. Nakreslíme odchýlkový diagram, v ktorom vyznačíme priebeh odchýliek v závislosti od počtu zubov kolesa a tolerančné pole pre dané rozmery a stupeň presnosti kolesa

Schéma merania:

s_k – konštantná hrúbka zuba

h_k – konštantná výšaka zuba

D – priemer rozstupovej kružnice

D_b – priemer základnej kružnice

D_f – priemer pätnej kružnice

t – dotyčnica k základnej kružnici

Namerané a vypočítané hodnoty:

Meraný zub č.																							
Nameraná hrúbka zuba s_{ks} (mm)																							
Odchýlka $v = s_{ks} - s_k$ (mm)																							

Stupeň presnosti kolesa:

Skupina bočnej vôle:

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE ROZMEROV POSUVNÝM MERADLOM**

Zadanie úlohy: Pomocou posuvného meradla zistite rozmery danej súčiastky. Vypočítajte u jedného z meraných rozmerov súčiastky priemernú hodnotu, pravdepodobnú chybu merania a výsledok merania.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania: Vložením meranej súčiastky medzi meracie ramená /čeľuste - dotyky/ posuvného meradla a odčítaním údajov z displeja zistíme hodnotu meraného rozmeru.

Popis merania:

1. Pred meraním skontrolujeme stav posuvného meradla - obhliadkou.
2. Podľa tvaru meraného rozmeru súčiastky volíme vhodné umiestnenie súčiastky medzi meracie ramená /čeľuste - dotyky/. Po pritlačení očistených meracích ramien bez vôle na očistený povrch meranej

súčiastky a odčítaní meraného rozmeru X_k z displeja , tento zapíšeme do tabuľky č.1. Meranie opakujeme viackrát a zo zistených hodnôt vypočítame aritmetický priemer X_{pr} , ktorý predstavuje hodnotu meraného rozmeru súčiastky.

3. Podľa vlastného výberu u jedného z meraných rozmerov uskutočníme10 meraní. Namerané hodnoty zapíšeme do tabuľky č.2 a vypočítame priemernú hodnotu X_{pr} , veľkosť odchýlky ε_k, štvorec odchýlok ε_k^2 pravdepodobnú chybu merania ϑ a hodnotu výsledku v.

Schéma merania:

Namerané a vypočítané hodnoty:

Meraný rozmer	x_k /mm/	x_{kpr} /mm/
a		
b		
c		
d		

Č.m.	x_{kpr} / mm/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$ /mm/		ε_k^2
		$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
P.m.	$\sum x_{kpr}$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Príklad výpočtu:

Priemerná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravdepodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledok merania: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE A KONTROLA OZUBENÝCH KOLIES**

Zadanie úlohy: Zistite, či dané koleso vyhovuje danému stupňu presnosti a skupine bočnej vôle meraním základného rozstupu.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

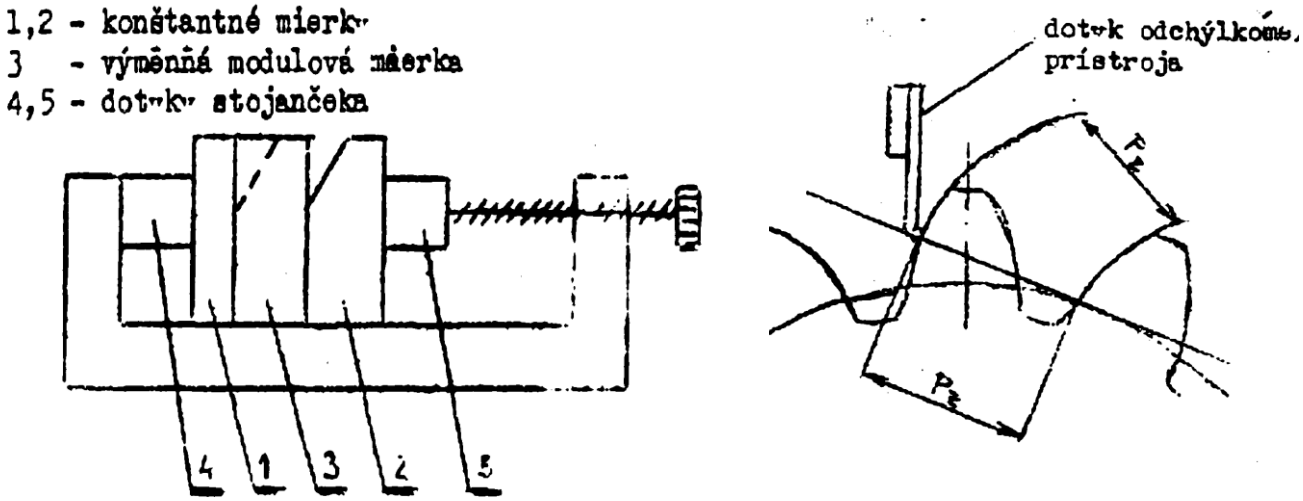
Princíp merania:

Rozstup je vzdialenosť dvoch po sebe nasledujúcich rovnoľahlých bokov zubov. V dôsledku odchýliek rozstupu vzniká nepravidelný záber zubov, hluk a zvýšené opotrebovávanie ozubeného kolesa. Rozstup môžeme merať na rozstupovej kružnici (zubový rozstup P_r) alebo na záberovej priamke (základný rozstup P_z). Platí medzi nimi vzťah $P_z = Pr \cdot \cos\alpha = \pi \cdot m \cdot \cos\alpha$. Obyčajne meriame základný rozstup, ktorý sa kontroluje prístrojmi, ktoré sú natavené na presnú hodnotu pomocou mierok a zisťujú priamo hodnotu základného rozstupu. Veľkosť rozstupu je ovplyvnená uhlom záberu a odchýlkami profilu.

Popis merania:

1. Nastavíme meradlo na menovitú hodnotu základného rozstupu pomocou bloku mierok
2. Nameriame odchýlku základného rozstupu P_z
3. Podľa normy určíme pre dané rozmery a stupeň presnosti kolesa dovolenú odchýlku základného rozstupu
4. Zakreslíme priebeh odchýliek v závislosti od počtu zubov do odchýlkového diagramu a vyznačíme tolerančné pole odchýlky základného rozstupu
5. Posúdime , či je dodržaný základný rozstup a či teda merané ozubené koleso vyhovuje danému stupňu presnosti a skupine bočnej vôle.

Schéma merania:



Namerané a vypočítané hodnoty:

Meraný zub č.																						
Odchýlka rozstupu (μm)																						

Stupeň presnosti kolesa:

Skupina bočnej vôle:

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **Meranie tvrdosti podľa Rockwella**

Zadanie úlohy: Pomocou tvrdomeru zistite tvrdosť danej strojovej súčiastky a z nameraných hodnôt zistite druh materiálu súčiastky.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania:

Kritériom pre hodnotenie tvrdosti podľa Rockwella je hĺbka vtlačku . Pri skúške tvrdosti podľa Rockwella vtláčame do vhodne pripraveného skúšaného materiálu pri metóde „B“ kalenú oceľovú guľôčku s priemerom1/16“,t.j.1,5875mm.

Pri metóde „C“ vtláčame diamantový kužeľ s vrcholovým uhlom 120° najprv predbežným zaťažením 10 kp (98,07) – vtlačok h_1 (obr. 3B) a nasleduje zaťaženie 140 kp (1373 N) – vtlačok h_2.
Pod účinkom zaťaženia F = 10 + 140 kp (98,07 + 1373 N) = 150 kp (1471,07 N) sa vytvorí vtlačok s hĺbkou $h = h_1 + h_2$. Jeden stupeň tvrdosti zodpovedá hĺbke vtlačku 0,002 mm.

Popis merania:

1. Pripravíme skúšobnú vzorku
2. Nastavíme tvrdomer na predzáťaž (malá ručička je na červenom bode, veľká je zvislo)
3. Opatrne spustíme záťaž a vydržíme asi 10 sekúnd
4. Zaistíme závažie. Pri hodnote predzáťaže odčítame nameranú tvrdosť. Tvrdosť podľa Rockwella sa vyjadruje číslami určujúcimi hodnotu tvrdosti a písmenami HR s uvedením stupnice tvrdosti. Príklad zmluvného označenia tvrdosti 60 jednotiek podľa Rockwella, stanoveného metódou, stupnica "C" – 60HRC a príklad zmluvného označenia tvrdosti 50 jednotiek podľa Rockwella, stanoveného metódou, stupnica "B" – 50HRBS. V prípade použitia guľôčky z tvrdokovu potom 50HRBW.
5. Meranie opakujeme 10-krát
6. Z priemernej hodnoty zistíme pomocou tabuliek druh materiálu súčiastky

Schéma merania:

Obrázok 1: Rockwellov tvrdomer

Namerané a vypočítané hodnoty:

Č.m.	x_k / HRC/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$		ε_k^2
		$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
P.m.	$\sum x_k$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Príklad výpočtu:

Priemerná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravdepodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledok merania: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

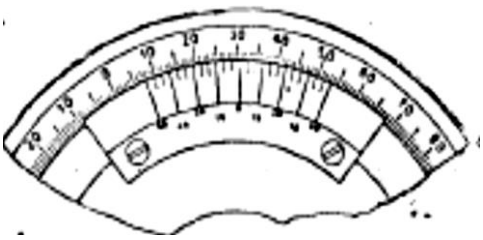
Názov úlohy: **MERANIE UHLOV UNIVERZÁLNYM UHLOMEROM**

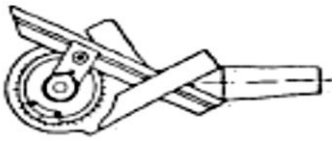
Zadanie úlohy: Pomocou univerzálneho uhlomeru zmerajte uhly danej súčiastky.

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť



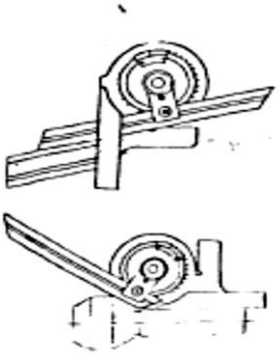


Princíp merania:

Stupnica na nehybnom meracom kotúči je rozdelená na 4 kvadranty po 90˚. Kotúč je pevne spojený s ramenom, ktorého príložné hrany tvoria pravý uhol. Hrany ramena sú rovnobežné s nulovými čiarkami na stupnici na nehybnom kotúči. V osi nehybného kotúča sa otáča iný kotúč s obojstranným nóniom a držadlom lineára, ktoré po nastavení žiadanej polohy ručne zabezpečíme skrutkou. Kotúč nónia zabezpečíme maticou.

Popis merania:

Nónius má od nulovej čiary / v strede/ na každú stranu 12 dielikov, čo umožňuje čítať rozmer s presnosťou 5 minút. Stupne čítame na stupnici nehybného kotúča, tá čiarka nónia, ktorá sa najviac kryje čiarkou základnej stupnice, udáva počet minút. Nevýhodou univerzálneho uhlomeru je, že má malú dosadaciu plochu, čo sa prejavuje menšou presnosťou najmä pri meraní dlhších úkosov. Pri meraní treba dbať na to, v ktorom kvadrante sa meria, pretože často dochádza k hrubým omylom.



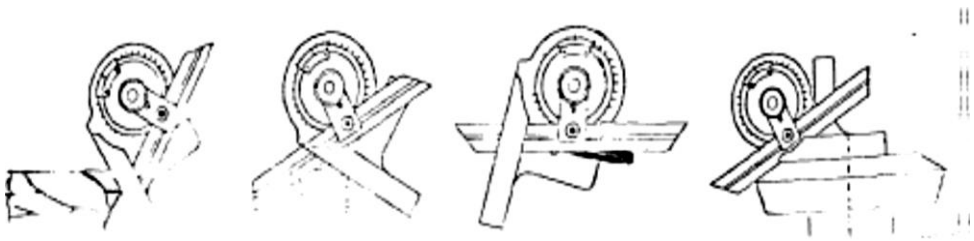


Schéma merania:

Namerané a vypočítané hodnoty:

č. m.	Zadané hodnoty α_z (°)	Namerané hodnoty α_k (°)	$\varepsilon_k = \alpha_z - \alpha_k$	
			$+\varepsilon_k$ (°)	$-\varepsilon_k$ (°)

Príklad výpočtu:

$$\varepsilon_k = \alpha_z - \alpha_k$$

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE A KONTROLA ZÁVITOV POMOCOU MERACÍCH DRÔTIKOV**

Zadanie úlohy: Vypočítajte priemer meracích drôtikov a zmerajte rozmer cez vybrané meracie drôtiky

Vypočítajte odchýlku stredného priemeru závitu a posúďte , či je v dovolených medziach

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania: Na presné a jednoduché meranie stredného priemeru závitov d_2 sa používajú tri meracie drôtiky. Na základe hodnoty nameranej cez drôtiky mikrometrom alebo presnejšie komparačným prístrojom sa pomocou príslušných vzťahov vypočíta stredný priemer závitu, alebo sa vyhľadá v tabuľke.

Popis merania:

1. Výpočtom určíme priemer meracích drôtikov d_o a vyberieme zo sady drôtikov podľa stúpania vhodné drôtiky o rozmere d_D.

2. Vypočítame rozmer cez drôtiky vMd_2.

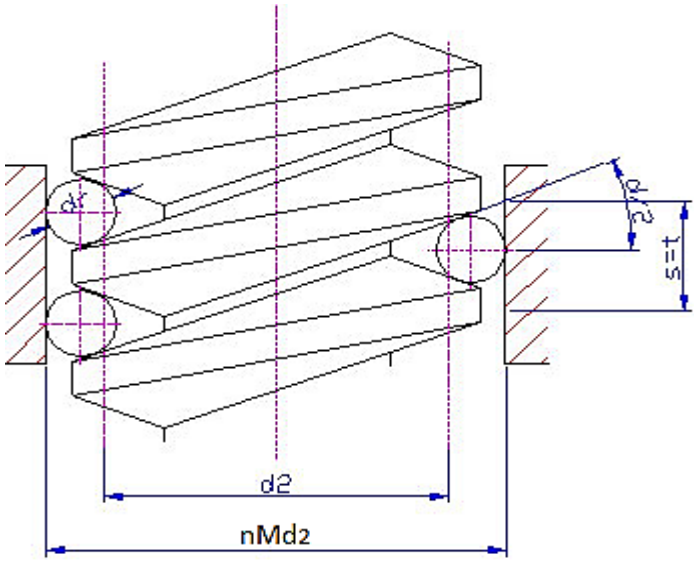
$vMd_2 = d_2 + 3d_D - 0{,}866.s + K_1 - K_2$ (mm)

3. Vypočítame odchýlky stredného priemeru závitu $vd_2 = nMd_2 - vMd_2$ (mm)

4. Vyhľadáme v normách dovolené odchýlky a posúdime, či všetky merané hodnoty stredného priemeru ležia v dovolených medziach.

$tdMd_2 \leq nMd_2 \leq thMd_2$

kde t sú uvedené technické medze d – dolná, h – horná. Rozmery a tolerancie závitov sú uvedené v normách.



<u>Schéma merania:</u>

Veľký priemer závitu d =

Stredný priemer závitu d_2 =

Stúpanie závitu s =

Výpočet priemeru meracích drôtikov d_o

pre α= 60°

$d_o = 0{,}577.\ s$

Priemer použitých drôtikov d_D =

Dovolené odchýlky závitu:

es=

ei=

Namerané a vypočítané hodnoty:

Číslo merania	1	2	3	4	5	6
Nameraný rozmer cez drôtiky nMd_2 (mm)						
Odchýlka stredného priemeru závitu vd_2 (mm)						

Príklad výpočtu:

Výpočet rozmeru cez drôtiky vMd_2 :

$vMd_2 = d_2 + 3d_D - 0{,}866.s + K_1 - K_2$

Výpočet korekcie K_1, K_2: (k = 10 N)

$$K_1 = 0{,}086 \frac{d_D.s^2}{d_2^2} \qquad K_2 = 4 . 10^{-3}. \sqrt[3]{\frac{k^2}{d}}$$

Výpočet odchýlky stredného priemeru závitu vd_2:

$vd_2 = nMd_2 - vMd_2$

Vyhodnotenie merania:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Meno
	Trieda
	Úloha číslo
	Dátum merania
	Klasifikácia

Názov úlohy: **MERANIE A KONTROLA ZÁVITOV MIKROMETROM S VYMENITEĽNÝMI DOTYKMI**

Zadanie úlohy: Zmerajte a skontrolujte stredný priemer závitu s vymeniteľnými dotykmi

Vypočítajte odchýlku stredného priemeru závitu a posúďte či je v dovolených medziach

Použité prístroje a pomôcky:

Por.č.	Prístroj - pomôcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmienky pri meraní	Teplota	Tlak	Relatívna vlhkosť

Princíp merania: Stredný priemer závitu d_2 meraný mikrometrom s vymeniteľnými dotykmi, ktoré majú na každé stúpanie určitú veľkosť sa odčíta na displeji mikrometra. Meranie je výhodné len pri menších žiadaných presnostiach (dielenské meranie), pretože dotyky majú styk s veľkou plochou závitu, takže odchýlky vrcholového uhla ovplyvňujú meranie.

Popis merania:

5. Očistíme meraný povrch a vybrané dotyky mikrometra

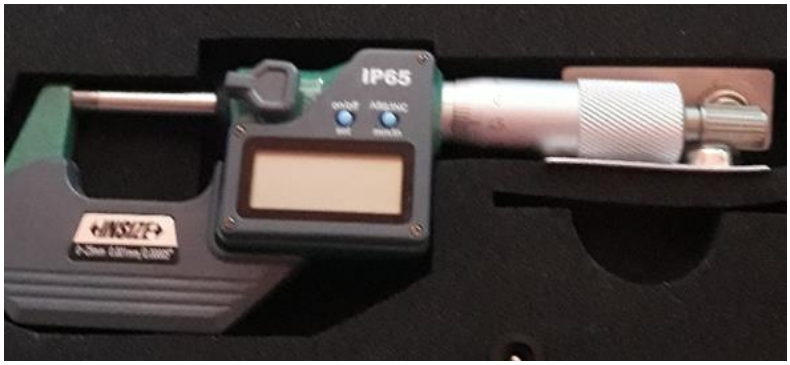
6. Odmeriame stredný priemer závitu d_{2n} a jeho hodnotu zapíšeme do tabuľky.

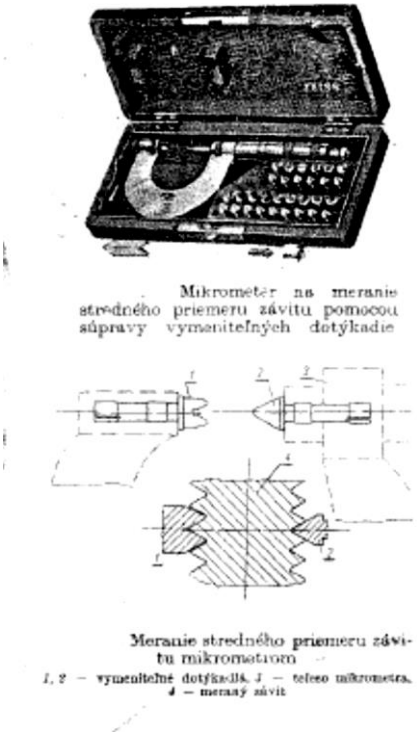
7. Meranie robíme x krát po dĺžke kontrolovaného (meraného) závitu

8. Vypočítame odchýlky stredného priemeru závitu $vd_2 = d_{2n} - d_2$ (mm)

9. Vyhľadajte dovolené odchýlky a posúďte, či všetky merané hodnoty stredného priemeru ležia v dovolených medziach.

Schéma merania:





Mikrometer na meranie stredného priemeru závitu pomocou súpravy vymeniteľných dotýkadiel

Meranie stredného priemeru závitu mikrometrom
1, 2 — vymeniteľné dotýkadlá, 3 — teleso mikrometra, 4 — meraný závit

Namerané a vypočítané hodnoty:

Veľký priemer závitu d =

Stredný priemer závitu d_2 =

Stúpanie závitu s =

Dovolené odchýlky stredného priemeru závitu es= ei=

Číslo merania	1	2	3	4	5	6
Nameraný rozmer d_{2n} (mm)						
Odchýlka stredného priemeru závitu vd_2 (mm)						

Príklad výpočtu:

Výpočet odchýlky stredného priemeru závitu vd_2 :

Vyhodnotenie merania:

Pracovní sešit „Kontrola kvality ve strojírenství“

Obsah:

1. Měření hloubkoměrem 1
2. Měření mikrometrem 4
3. Měření otvorů dutinoměrem 7
4. Měření ozubených kol přes zuby 10
5. Měření ozubených kol v konstantní výšce 13
6. Měření posúvnym měřidlem 16
7. Měření rozteč zubů 20
8. Měření tvrdosti podle Rockwella 23
9. Měření uhlů univerzálním uhloměrem 26
10. Měření závitů měřícími drátky 29
11. Měření závitů pomocí závitového mikrometru 32

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Hodnocení

Název úlohy: **MĚŘENÍ A KONTROLA VNITŘNÍCH KUŽELOVÝCH PLOCH**

Zadání úlohy: 1. Pomocí kuliček určete úhel vnitřní kuželové plochy

2. Pomocí měřících kroužků určete úhel vnitřní kuželové plochy

Použité přístroje a pomůcky:

Poř. č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření: Při kontrole kuželovými kalibry se kalibry považují za vyhovující, pokud jejich posuzovaný okraj leží v rozsahu tolerančního pásu. Přičemž se žádá dobré dosednutí kalibru. Dosednutí kalibru posuzuje kontrolor podle pohybů kalibru při jeho vykyvování, anebo na barvu. Při měření kuželových ploch se kromě speciálních měřidel často používají mikroskopy, projektory, délkoměry, kuličky, měřící kroužky ve spojení s běžnými obkročnými a hloubkovými měřidly.

Popis měření:

3. Měření a kontrola vnitřních kuželových ploch pomocí kuliček obr. 1

Patří mezi měření s dostatečnou přesností. Hloubkoměrem změříme hodnoty L_2, L_1. Podle známých průměrů kuliček d_2, d_1 vypočítáme úhel kužele podle vztahu:

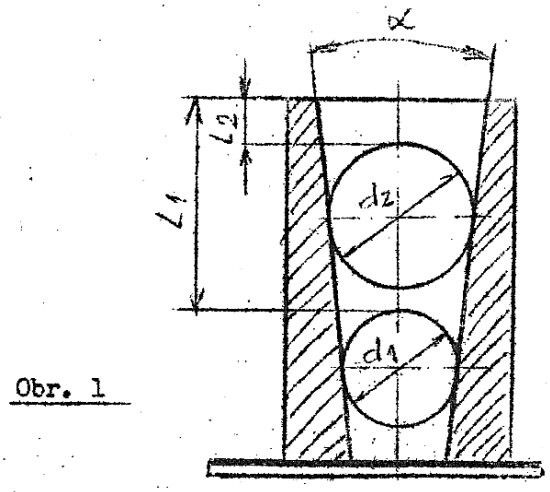
$$sin\ \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}{L_2 - L_1(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}$$

4. Měření a kontrola vnitřních kuželových ploch pomocí měřících kroužků obr. 2

Hloubkoměrem změříme hodnotu L a podle známých průměrů měřících kroužků d_2, d_1 vypočítáme úhel kužele podle vztahu:

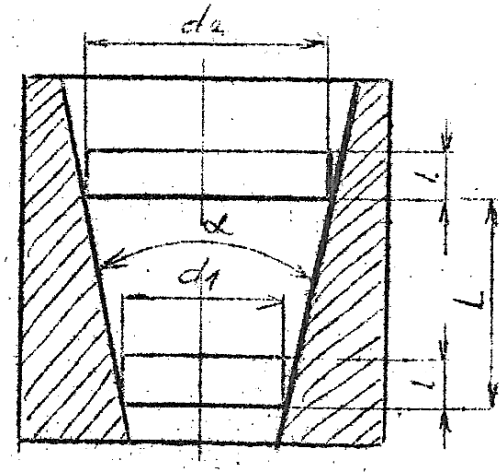
$$tg\ \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{L}$$

Schéma měření:



Obr. 1

Obr. 2



Naměřené a vypočítané hodnoty:

Úloha č.1 - / obr.1/

d_1 = mm $$sin\ \frac{\alpha_1}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}{L_2 - L_1(\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2})}$$

d_2 = mm

L_1 = mm

L_2 = mm

Úloha č.2 - / obr.2/

d_1 = mm $$tg\ \frac{\alpha_2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{L}$$

d_2 = mm

L = mm

Výsledek měření: α_1 = α_2 =

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Hodnocení

Název úlohy: **MĚŘENÍ ROZMĚRŮ MIKROMETREM**

Zadání úlohy: Pomocí mikrometru zjistíte rozměry dané součástky. Vypočítejte průměrnou hodnotu, pravděpodobnou chybu měření a výsledek měření.

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření: Vložením měřené součástky mezi měřící dotyky mikrometru a odčtením údaje z displeje zjistíme hodnotu měřeného rozměru.

Popis měření:

3. Před měřením zkontrolujeme stav digitálního mikrometru – vizuální prohlídkou. Nastavíme nulovou polohu (začátek měřícího rozsahu) mikrometrického šroubu.

4. Podle tvaru měřeného rozměru součástky volíme vhodné umístnění součástky mezi měřící dotyky. Po přitlačení očistěných měřících ramen bez vůle na očistěný povrch měřené součástky odečteme měřený

rozměr X_k na stupnici. Tento rozměr zapíšeme do tabulky č. 1. Měření opakujeme vícekrát a z naměřených hodnot vypočítáme aritmetický průměr X_{pr}, který představuje hodnotu měřeného rozměru součástky.

5. Podle vlastního výběru u jednoho z měřených rozměrů uskutečníme 10 měření. Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky č. 2 a vypočítáme průměrnou hodnotu X_{pr}, velikost odchylky ε_k, druhou mocninu odchylek ε_k^2, pravděpodobnou chybu měření ϑ a hodnotu výsledku v.

Schéma měření:

Naměřené a vypočítané hodnoty:

Měřený rozměr	x_k mm	x_{kpr} mm
a		
b		
c		
d		

Č.m.	x_k / mm/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$		ε_k^2
		$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
P.m.	$\sum x_k$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Příklad výpočtu:

Průměrná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravděpodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledek měření: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ

Jméno
Třída
Úloha číslo
Datum měření
Hodnocení

Název úlohy: **MĚŘENÍ OTVORŮ INTOMETREM – DUTINOMĚREM / Subito /**

Zadání úlohy: 1. Pomocí měřidla s číselníkovým úchylkoměrem na dutiny /Subito/ zjistíte rozměry otvoru dané součástky.

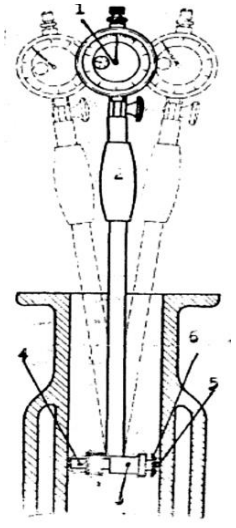
2. Vypočítejte průměrnou hodnotu naměřených rozměrů otvoru, pravděpodobnou chybu měření a výsledek měření.

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky pro měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření: Měřidlo s číselníkovým úchylkoměrem na dutiny (intometr) na měření ve větších hloubkách pod názvem Subito se skládá ze tří částí, a to z číselníkového úchylkoměru (1), držáku (2) a ze snímacího zařízení (3).V tělese držáku jsou na jeho dolním konci kolmo na osu držáku umístněné dva měřicí dotyky, jeden nehybný, druhý posuvný – snímá ve směru své osy. Posuv snímacího dotyku se přenáší dvojramennou uhlovou pákou na prodlužovací tyč, která se opírá o dotyk úchylkoměru. Intometry jsou porovnávací měřidla. Před měřením je třeba je vždy nastavit na požadovanou hodnotu, při které se stupnice úchylkoměru stočí na nulu. Na nulu se nastavuje třmenovým mikrometrem nebo častěji pomocí držáku koncových měrek. Při měření vnitřních rozměrů hledáme největší údaj přístroje v rovině kolmé na osu otvoru,a současně nejmenší údaj v rovině procházející osou otvoru. Těmito přístroji můžeme odměřit i odchylky od správného geometrického tvaru otvoru, případně i kuželovitost otvoru.



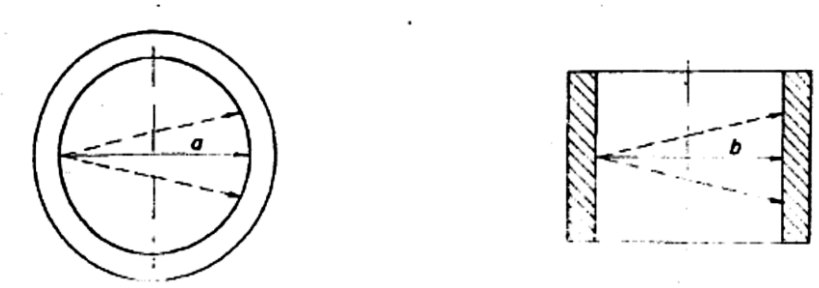


Schéma měření:

Naměřené a vypočítané hodnoty:

Č.m.	ε /mm/	x_k / mm/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$		ε_k^2
			$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
P.m.	$\sum\varepsilon$	$\sum x_k$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Informační rozměr:

X_i =

Nastavený rozměr:

X_n =

Naměřený rozměr:

$X_k = X_n \pm \varepsilon$ =

Příklad výpočtu:

Průměrná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravděpodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledek měření: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Hodnocení

Název úlohy: **MĚŘENÍ A KONTROLA OZUBENÝCH KOL MĚŘENÍM PŘES ZUBY**

Zadání úlohy: Zjistěte, jestli dané kolo vyhovuje danému stupni přesnosti a skupině boční vůle měřením přes zuby.

+

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření:

Měřením přes zuby můžeme přímo určit velikost boční vůle. Měření je založené na poznatku, že vzdálenost mezi dvěma boky zubů na tečně k základní kružnici zůstává konstantní. Meřit sa dá teoreticky i přes jeden zub, ale protože základní kružnice je často menší jako patní, nebylo by možné měřit, protože body ve kterých by se mělo měřit, leží pod patní kružnicí. Počet zubů, přes které se má měřit, volíme tak, aby tečna k základní kružnici, která určuje body dotyku měřidla, protínala profil zubů přibližně v blízkosti roztečné kružnice.

Popis měření:

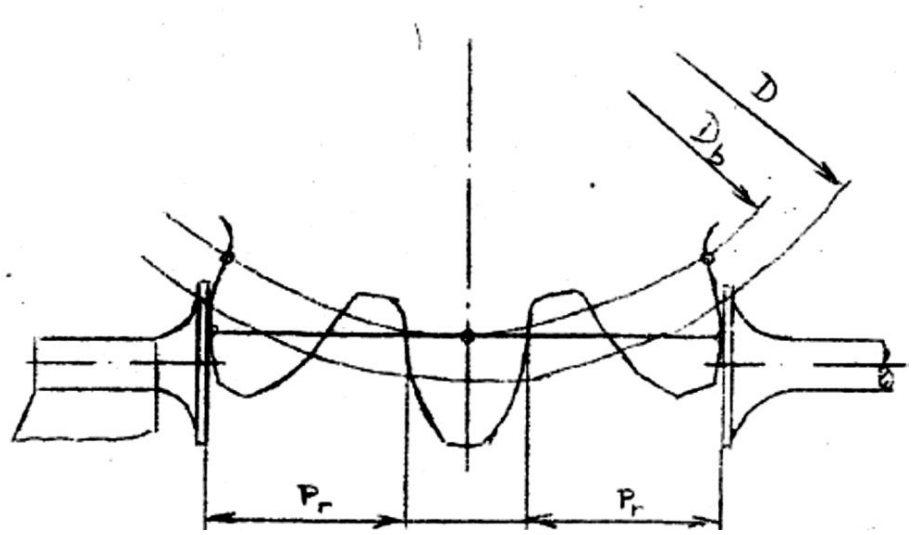
1. Vypočítáme počet zubů z´, který se počítá podle vztahu

$z' = z.\frac{\alpha}{180} + 0{,}5$ z - celkový počet zubů ozubeného kola

2. Vypočítáme jmenovitou hodnotu rozměru přes zuby podle vztahu
   M_m = m. cosα. / π. (z´ - 0,5) + z . invα/
   invα = tgα – arcα
3. Provedeme měření přes vypočítaný počet zubů po celém obvodě kola vždy při pootočení o jeden zub
4. Vypočítame odchylku rozměru přes zuby podle vztahu
   $v = M_s - M_m$ M_s – vypočítaná hodnota rozměru přes zuby

5. Podle normy určíme pro dané rozměry a stupeň přesnosti kola dovolené odchylky rozměru přes zuby
6. Nakreslíme odchylkový diagram, ve kterém vyznačíme průběh odchylek v závislosti na počtu zubů kola a toleranční pole pro dané rozměry a stupeň přesnosti kola

Schéma měření:



Naměřené a vypočítané hodnoty:

Měřená poloha																							
Naměřená hodnota přes zuby M_s (mm)																							
Odchylka $v = M_s - M_m$ (mm)																							

Stupeň přesnosti kola:

Skupina boční vůle:

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Hodnocení

Název úlohy: **MĚŘENÍ A KONTROLA OZUBENÝCH KOL V KONSTANTNÍ VÝŠCE A TLOUŠŤCE ZUBU**

Zadání úlohy: Zjistíte, jestli dané kolo vyhovuje danému stupni přesnosti a skupině boční vůle měřením v konstantní výšce a tloušťce zubu.

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření:

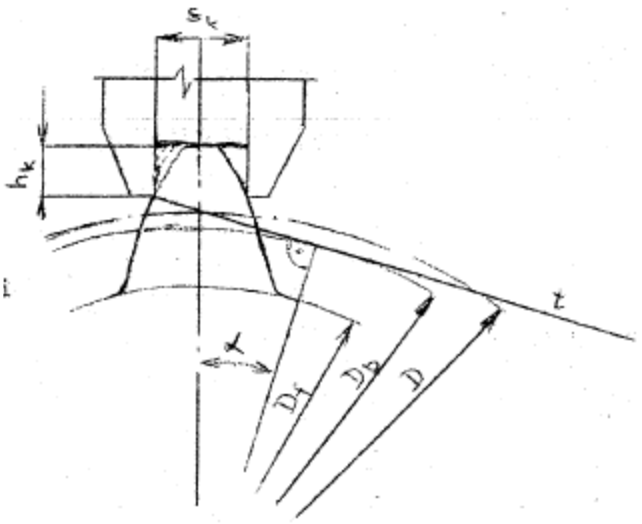
Konstatní výška je výška zubu, kde tečna k základní kružnici procházející průsečníkem kružnice s osou zubu přetíná bok zubu. Konstantní tloušťka a výška je závislá na základní rozteči, to znamená, že není závislá na počtu zubů, ale pouze na modulu. Nevýhodou je, že měření je závislé na přesnosti průměru hlavové kružnice.

1. Vypočítáme konstantní výšku zubu (h_k)

   $h_k = m.\left(1 - \frac{cos\alpha \,.sin\alpha}{4}\right)$ m- modul ozubeného kola α- úhel záběru

2. Vypočítáme konstatní tloušťku zubu s_k

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



3. Na zuboměru nastavíme hodnotu konstatní výšky h_k
4. Odměříme tloušťku zubů s_k po celém obvodě ozubeného kola
5. Podle normy určíme pro dané rozměry a stupeň přesnosti kola dovolené odchylky konstatní tloušťky zubu.
6. Vypočítame odchylky konstatní tloušťky zubu (v)

   $v = s_{ks} - s_k$
7. Nakreslíme odchylkový diagram, ve kterém naznačíme průběh odchylek v závislosti na počtu zubů kola a toleranční pole pro dané rozměry a stupeň přesnosti kola

Schéma měření:

s_k – konstantní tloušťka zubu

h_k – konstantní výška zubu

D – průměr roztečné kružnice

D_b – průměr základní kružnice

D_f – průměr patní kružnice

t – tečna k základní kružnici

Naměřené a vypočítané hodnoty:

Měřený zub č.																							
Naměřená tloušťka zubu s_{ks} (mm)																							
Odchylka $v = s_{ks} - s_k$ (mm)																							

Stupeň přesnosti kola:

Skupina boční vůle:

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Hodnocení

Název úlohy: **MĚŘENÍ ROZMĚRŮ POSUVNÝM MĚŘIDLEM**

Zadání úlohy: Pomocí posuvného měřidla zjistěte rozměry dané součástky. Vypočítejte u jednoho z měřených rozměrů součástky průměrnou hodnotu, pravděpodobnou chybu měření a výsledek měření.

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření: Vložením měřené součástky mezi měřící ramena /čelisti - dotyky/ posuvného měřidla a odečtem údajů z displeje zjistíme hodnotu měřeného rozměru.

Popis měření:

4. Před měřením zkontrolujeme stav posuvného měřidla vizuální prohlídkou.
5. Podle tvaru měřeného rozměru součástky volíme její vhodné umístění mezi měřící ramena /čelisti - dotyky/. Po přitlačení očištěných měřících ramen bez vůle na očištěný povrch měřené součástky odečteme z displeje měřený rozměr X_k. Tento rozměr zapíšeme do tabulky č. 1. Měření opakujeme

vícekrát. Ze zjištěných hodnot vypočítáme aritmetický průměr X_{pr}, který představuje hodnotu měřeného rozměru součástky.

6. Podle vlastního výběru provedeme u jednoho z měřených rozměrů 10 měření. Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky č. 2 a vypočítáme průměrnou hodnotu X_{pr}, velikost odchylky ε_k, druhou mocninu odchylek ε_k^2, pravděpodobnou chybu měření ϑ a hodnotu výsledku v.

Schéma měření:

Naměřené a vypočítané hodnoty:

Měřený rozměr	x_k /mm/	x_{kpr} /mm/
a		
b		
c		
d		

Č.m.	x_{kpr} / mm/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$ /mm/		ε_k^2
		$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
P.m.	$\sum x_{kpr}$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Příklad výpočtu:

Průměrná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravděpodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledek měření: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Klasifikace

Název úlohy: **MĚŘENÍ A KONTROLA OZUBENÝCH KOL**

Zadání úlohy: Zjistěte, zda dané kolo vyhovuje danému stupni přesnosti a skupině boční vůle měřením základní rozteče.

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

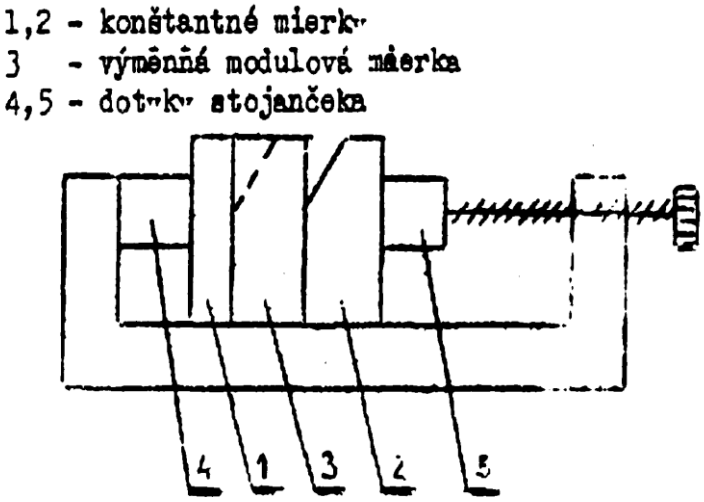
Princip měření:

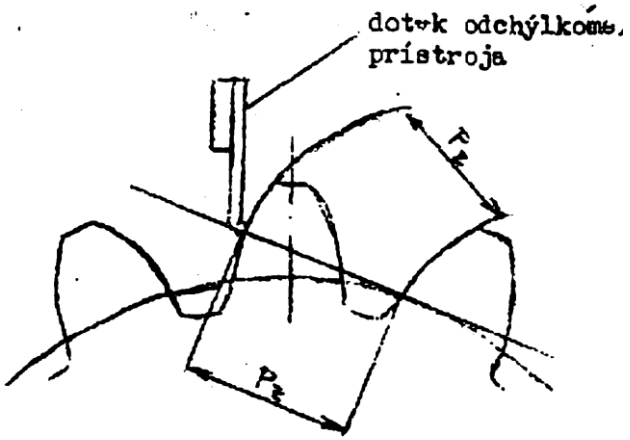
Rozteč je vzdálenost dvou po sebe následujících stejnolehlých boků zubů. V důsledku odchylek rozteče vzniká nepravidelný záběr zubů, hluk a zvýšené opotřebovávání ozubeného kola. Rozteč můžeme měřit na roztečné kružnici (zubová rozteč P_r) nebo na záběrové přímce (základní rozteč P_z). Platí mezi nimi vztah $P_z = Pr \cdot \cos \alpha = \pi \cdot m \cdot \cos\alpha$. Obyčejně měříme základní rozteč, která se kontroluje přístroji, které jsou nastavené na přesnou hodnotu pomocí měrek a zjišťují přímo hodnotu základní rozteče. Velikost rozteče je ovlivněná úhlem záběru a odchylkami profilu.

Popis měření:

1. Nastavíme měřidlo na jmenovitou hodnotu základní rozteče pomocí bloku měrek
2. Naměříme odchylku základní rozteče P_z
3. Podle normy určíme pro dané rozměry a stupně přesnosti kola dovolenou odchylku základní rozteče
4. Zakreslíme průběh odchylek v závislosti na počtu zubů do odchylkového diagramu a vyznačíme toleranční pole odchylky základní rozteče
5. Posoudíme , zda je dodržena základní rozteč a zda měřené ozubené kolo vyhovuje danému stupni přesnosti a skupině boční vůle.

Schéma měření:





Naměřené a vypočítané hodnoty:

Měřený zub č.																						
Odchylka rozteče (μm)																						

Stupeň přesnosti kola:

Skupina boční vůle:

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Klasifikace

Název úlohy: **Měření tvrdosti podle Rockwella**

Zadání úlohy: Pomocí tvrdoměru určete tvrdost dané strojní součástky a z naměřených hodnot určete druh materiálu součástky.

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření:

Kritériem pro hodnocení tvrdosti podle Rockwella je hloubka vtisku. Při zkoušce tvrdosti podle Rockwella vtlačujeme do vhodného připraveného zkoušeného materiálu při metodě „B“ kalenou ocelovou kuličku s průměrem 1/16“, t.j. 1,5875 mm.
Při metodě „C“ vtlačujeme diamantový kužel s vrcholovým úhlem 120° nejprve předběžným zatížením 10 kp (98,07) – vtisk h1 (obr. 3B) a následuje zatížení 140 kp (1373 N) – vtisk h2.
Pod účinkem zatížení F = 10 + 140 kp (98,07 + 1373 N) = 150 kp (1471,07 N) se vytvoří vtisk s hloubkou h = h1 + h2. Jeden stupeň tvrdosti odpovídá hloubce vtisku 0,002 mm.

Popis měření:

1. Připravíme zkušební vzorek

2. Nastavíme tvrdoměr na předzátěž (malá ručička je na červeném bodě, velká je svisle)
3. Opatrně spouštíme zátěž a vydržíme asi 10 sekund
4. Zajistíme závaží. Při hodnotě předzátěže odčítáme naměřenou tvrdost. Tvrdost podle Rockwella se vyjadřuje čísly určujícími hodnotu tvrdosti a písmeny HR s uvedením stupnice tvrdosti. Příklad smluveného označení tvrdosti 60 jednotek podle Rockwella, stanoveného metodou, stupnice "C" – 60HRC a příklad smluveného označení tvrdosti 50 jednotek podle Rockwella, stanoveného metodou, stupnice "B" – 50HRBS. V případě použití kuličky z tvrdokovu potom 50HRBW.
5. Měření opakujeme 10-krát
6. Z průměrné hodnoty zjistíme pomocí tabulek druh materiálu součástky

Schéma měření:

Obrázek 2: Rockwellův tvrdoměr

Naměřené a vypočítané hodnoty:

Č.m.	x_k / HRC/	$\varepsilon_k = x_{pr} - x_k$		ε_k^2
		$+\varepsilon_k$	$-\varepsilon_k$	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
P.m.	$\sum x_k$	$\sum +\varepsilon_k$	$\sum -\varepsilon_k$	$\sum \varepsilon_k^2$

Příklad výpočtu:

Průměrná hodnota: $x_{pr} = \frac{\sum x_k}{n}$

Pravděpodobná chyba: $\vartheta = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum \varepsilon k^2}{n(n-1)}}$

Výsledek měření: $v = x_{pr} \pm \vartheta$

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Klasifikace

Název úlohy: **MĚŘENÍ UHLŮ UNIVERZÁLNÍM UHLOMĚREM**

Zadáná úlohy: Pomocí univerzálního úhloměru změřte úhly dané součástky.

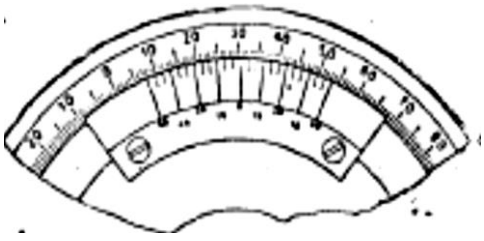
Použité přístroje a pomůcky:

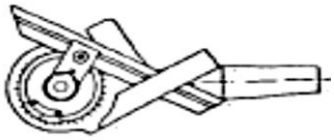
Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření:

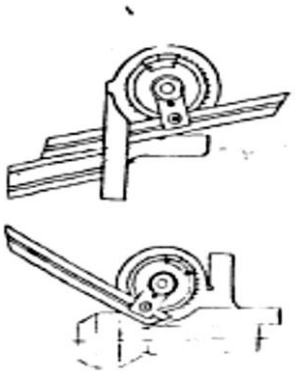
Stupnice na nehybném měřícím kotouči je rozdělená na 4 kvadranty po 90˚. Kotouč je pevně spojený s ramenem, jehož příložné hrany tvoří pravý uhel. Hrany ramena jsou rovnoběžné s nulovými čárkami na stupnici nehybného kotouče. V ose nehybného kotouče se otáčí jiný kotouč s oboustranným noniem a držadlem pravítka, které po nastavení žádané polohy ručně zabezpečíme šroubem. Kotouč nonia zabezpečíme maticí.





Popis měření:

Nonius má od nulové čáry/ ve středu/ na každou stranu 12 délek, co umožňuje počítat rozměr s přesností 5 minut. Stupně počítáme na stupnici nehybného kotouče. Čárka nonia, která se nejvíce kryje čárkou základní stupnice, udává počet minut. Nevýhodou univerzálního úhloměru je, že má malou dosedací plochu, což se projevuje menší přesností obzvlášť při měření delších úkosů. Při měření je potřeba dbát na to, ve kterém kvadrantu se měří, protože často dochází k hrubým omylům.



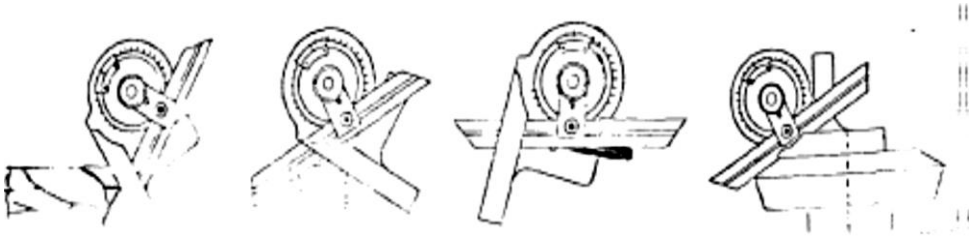


Schéma měření:

Naměřené a vypočítané hodnoty:

č. m.	Zadané hodnoty α_z (°)	Naměřené hodnoty α_k (°)	$\varepsilon_k = \alpha_z - \alpha_k$	
			$+\varepsilon_k$ (°)	$-\varepsilon_k$ (°)

Příklad výpočtu:

$$\varepsilon_k = \alpha_z - \alpha_k$$

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Klasifikace

Název úlohy: **MĚŘENÍ A KONTROLA ZÁVITŮ POMOCÍ MĚŘÍCÍCH DRÁTKŮ**

Zadaní úlohy: Vypočítejte průměr měřících drátků a změřte rozměr přes vybrané měřící drátky

Vypočítejte odchylku středního průměru závitu a posuďte, zda je v dovolených mezích

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

Princip měření: Na přesné a jednoduché měření středního průměru závitů d_2 se používají tři měřící drátky. Na základě hodnoty naměřené přes drátky mikrometrem nebo přesnější komparačním přístrojem se pomocí příslušných vztahů vypočítá střední průměr závitů nebo se vyhledá v tabulce.

Popis měření:

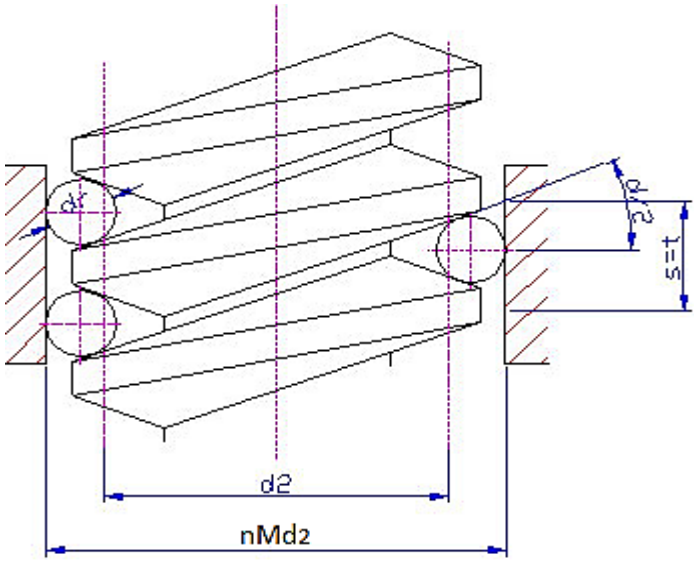
1. Výpočtem určíme průměr měřících drátků d_o a vybereme ze sady vhodné drátky podle stoupání o rozměru d_D.
2. Vypočítáme rozměr přes drátky vMd_2.

$vMd_2 = d_2 + 3d_D - 0{,}866.s + K_1 - K_2$ (mm)

3. Vypočítáme odchylky středního průměru závitu $vd_2 = nMd_2 - vMd_2$ (mm)
4. Vyhledáme v normách dovolené odchylky a posoudíme, zda všechny měřené hodnoty středního průměru leží v dovolených mezích.

   $tdMd_2 \leq nMd_2 \leq thMd_2$

   kde t jsou uvedené technické meze d – dolní, h – horní. Rozměry a tolerance závitů jsou uvedené v normách.



<u>Schéma měření:</u>

Velký průměr závitu d =

Střední průměr závitu d_2 =

Stoupání závitu s =

Výpočet průměru měřacích drátků d_o

pre α= 60°

d_o = 0,577. s

Průměr použitých drátků d_D =

Dovolené odchylky závitu:

es=

ei=

Naměřené a vypočítané hodnoty:

Číslo měření	1	2	3	4	5	6
Naměřený rozměr přes drátky nMd_2 (mm)						
Odchylka středního průměru závitu vd_2 (mm)						

Příklad výpočtu:

Výpočet rozměru přes drátky vMd_2 :

$vMd_2 = d_2 + 3d_D - 0{,}866.s + K_1 - K_2$

Výpočet korekce K_1, K_2: (k = 10 N)

$$K_1 = 0{,}086\ \frac{d_D.s^2}{d_2^2} \qquad K_2 = 4\ .\ 10^{-3}.\sqrt[3]{\frac{k^2}{d}}$$

Výpočet odchylky středního průměru závitu vd_2:

$vd_2 = nMd_2 - vMd_2$

Vyhodnocení měření:

STREDNÁ ODBORNÁ ŠKOLA HANDLOVÁ	Jméno
	Třída
	Úloha číslo
	Datum měření
	Klasifikace

Název úlohy: **MĚŘENÍ A KONTROLA ZÁVITŮ MIKROMETREM S VYMĚNITELNÝMI DOTYKY**

Zadání úlohy: Změřte a zkontrolujte střední průměr závitů mikrometrem s vyměnitelnými dotyky

Vypočítejte odchylku středního průměru závitu a posuďte, zda je v dovolených mezích

Použité přístroje a pomůcky:

Poř.č.	Přístroj - pomůcka	STN	Inv. číslo	Cena

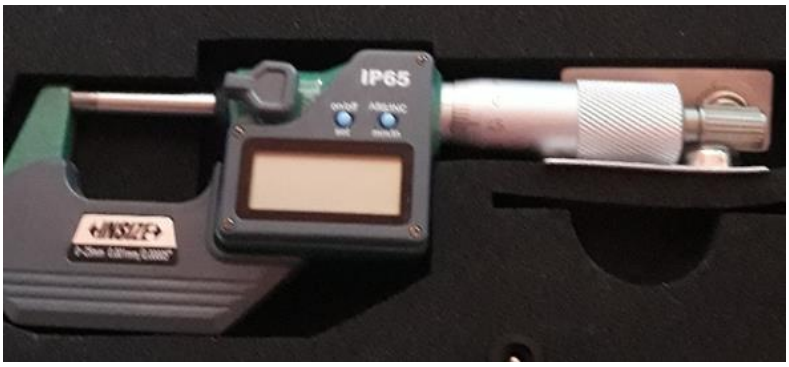
Podmínky při měření	Teplota	Tlak	Relativní vlhkost

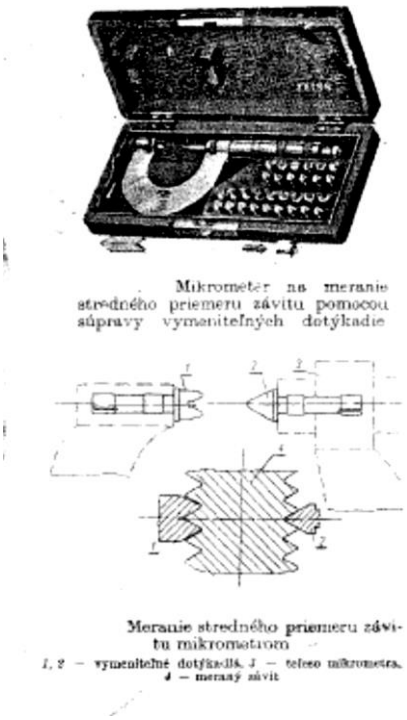
Princip měření: Střední průměr závitu d_2 měřený mikrometrem s vyměnitelnými dotyky, které mají na každé stoupání určitou velikost, se odečítá na displeji mikrometru. Měření je výhodné jen při menších požadovaných přesnostech (dílenské měření), protože dotyky mají styk s velkou plochou závitu, takže odchylky vrcholového úhlu ovlivňují měření.

Popis měření:

1. Očistíme měřený povrch a vybrané dotyky mikrometru
2. Odměříme střední průměr závitů d_{2n} a jeho hodnotu zapíšeme do tabulky.
3. Měření provádíme x krát po délce kontrolovaného (měřeného) závitu
4. Vypočítáme odchylky středního průměru závitu $vd_2 = d_{2n} - d_2$ (mm)
5. Vyhledejte dovolené odchylky a posuďte, zda všechny měřené hodnoty středního průměru leží v dovolených mezích.

Schéma měření:





Mikrometer na meranie stredného priemeru závitu pomocou súpravy vymeniteľných dotýkadiel

Meranie stredného priemeru závitu mikrometrom
1, 2 — vymeniteľné dotýkadlá, 3 — teleso mikrometra, 4 — meraný závit

Naměřené a vypočítané hodnoty:

Velký průměr závitu d =

Střední průměr závitu d_2 =

Stoupání závitu s =

Dovolené odchylky středního průměru závitu es= ei=

Číslo měření	1	2	3	4	5	6
Naměřený rozměr d_{2n} (mm)						
Odchylka středního průměru závitu vd_2 (mm)						

Příklad výpočtu:

Výpočet odchylky středního průměru závitu vd_2 :

Vyhodnocení měření: