

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mezní kalibry

Mezními kalibry zjistíme, zda je rozměr součástky v povolených mezích, tj. v toleranci.

Mají dobrou a zmetkovou stranu. Zmetková strana je označená červenou barvou. Délka zmetkové části je o třetinu menší než délka dobré části.

Princip kontroly obrobků:

Dobrá strana musí projít otvorem nebo přes hřídel, zmetková strana nesmí projít, jen se může zachytit.

Když neprojde dobrá strana otvorem nebo přes hřídel, dá se součást opravit.

Když projde otvorem nebo přes hřídel zmetková strana, je součást neopravitelný zmetek.

Druhy kalibrů podle přesnosti:

- dílenské kalibry - používají ve výrobě,
- porovnávací kalibry - pro kontrolu dílenských kalibrů.

Druhy kalibrů podle měřené součásti:

- mezní válečkové kalibry (pro díry),
- mezní třmenové kalibry (pro hřídele),
- mezní kuželové kalibry (pro kužele),
- mezní závitové kalibry (pro závity).

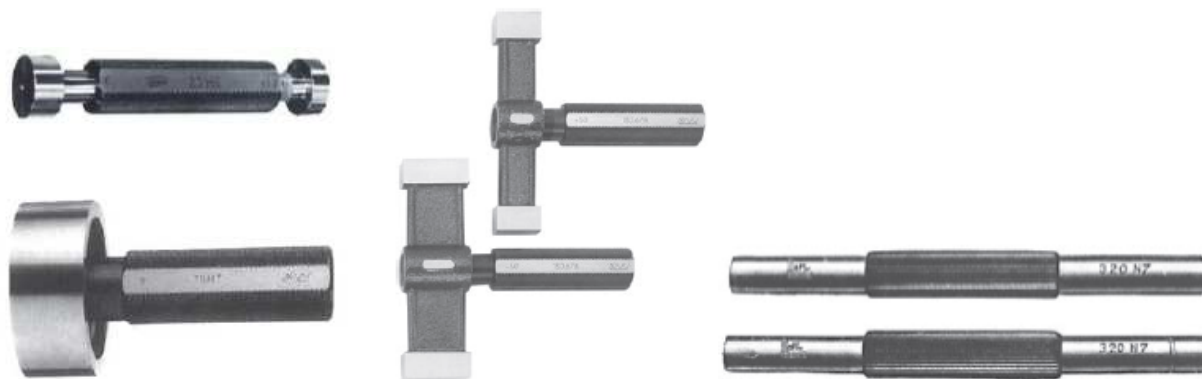
Mezní kalibry pro díry

Mezní kalibry pro menší díry se vyrábí jako oboustranné válečkové kalibry.

Pro větší průměry se používají jednostranné válečkové kalibry, které musí být dva - jeden pro dobrou a druhý pro zmetkovou stranu.

Pro měření velkých průměrů se používají ploché kalibry.

K měření děr o průměru větším než 250mm se používají odpichy s kulovými plochami.



Kalibr válečkový oboustranný, válečkový jednostranný, plochý, odpich.

Návrh mezního dílenského kalibru pro měření děr:

Dobrá strana válečkového kalibru musí vždy projít, musí tedy její rozměr vycházet z DMR. Vyrábí se však větší o hodnotu z , což je přídavek, kterým se zvyšuje životnost kalibru. Měřením se kalibr opotřebovává, tedy zmenšuje. Dovolená míra opotřebování je dána hodnotou y .

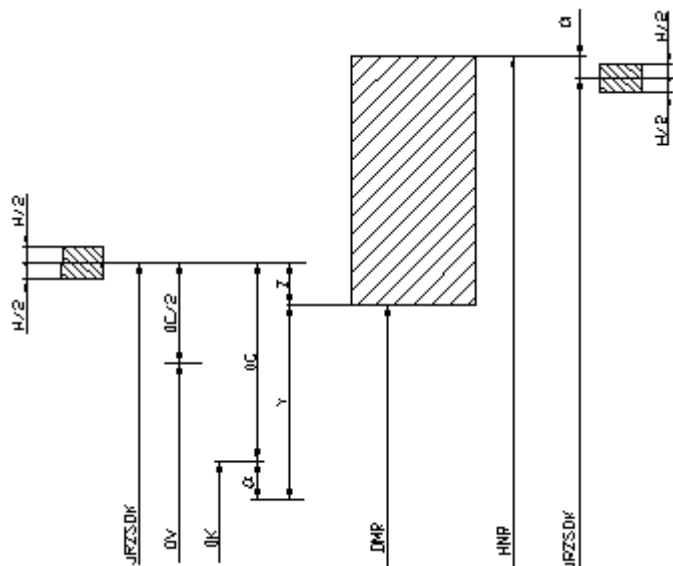
Zmetková strana válečkového kalibru nesmí dírou projít, musí tedy její rozměr vycházet z HMR.

Kalibru musí být přiřazena odpovídající výrobní tolerance H .

Při měření větších rozměrů než 180 mm, počítáme s určitou chybou měření způsobenou např. oteplením nebo obtížnějším měřením velkých rozměrů. Pro tyto kalibry norma předepisuje pojistné pásmo α .

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Grafické znázornění rozměrů kalibru na díry:



Výpočet rozměrů kalibru na díry:

$$JRDSK = DMR + z$$

$$SRDSK = JRDSK \pm H/2$$

$$JRZSDK = HMR - \alpha$$

$$SRZSDK = JRZSDK \pm H/2$$

$$OC = y + z - \alpha$$

$$OV = JRDSK - OC/2$$

$$OK = JRDSK - OC = DMR - y + \alpha$$

Poznámka:

Na rukojeť kalibru se vyrazí norma, Ø měřené díry, směrem k dobré straně dolní úchylka EI, směrem ke zmetkové straně horní úchylka ES. Na náčrtu se u dobré strany kalibru okótuje SRDSK, OV, OK a u zmetkové strany SRZSDK.

Mezní kalibry pro hřídele

Pro malé průměry hřídelů se používají oboustranné třmenové kalibry.

Pro měření větších průměrů se používají jednostranné třmenové kalibry s dobrou a zmetkovou stranou. Nejdříve se kontroluje dobrou stranou a potom zmetkovou.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Návrh mezního dílenského kalibru pro měření hřídelů:

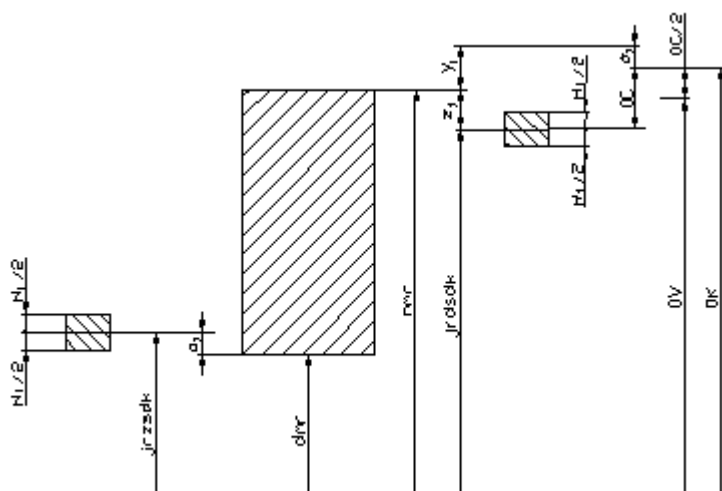
Dobrá strana kalibru musí vždy projít, musí tedy její rozměr vycházet z hmr. Vyrábí se však menší o hodnotu z_1 , což je přídavek, kterým se zvyšuje životnost kalibru. Měřením se kalibr opotřebovává, tedy zvětšuje. Dovolená míra opotřebování je dána hodnotou y_1 .

Zmetková strana kalibru nesmí projít, musí tedy její rozměr vycházet z dmr.

Kalibru musí být přiřazena odpovídající výrobní tolerance H_1 .

Při měření větších rozměrů než 180 mm, počítáme s určitou chybou měření způsobenou např. oteplením nebo obtížnějším měřením velkých rozměrů. Pro tyto kalibry norma předepisuje pojistné pásmo α_1 .

Grafické znázornění rozměrů kalibru na hřídele:



Výpočet rozměrů kalibru na hřídele:

$$jrdsdk = hmr - z_1$$

$$srdsdk = jrdsdk \pm H_1/2$$

$$jrzsdk = dmr + \alpha_1$$

$$srzsdk = jrzsdk \pm H_1/2$$

$$OC = y_1 + z_1 - \alpha_1$$

$$OV = jrdsdk + OC/2$$

$$OK = jrdsdk + OC = hmr + y_1 - \alpha_1$$

Význam značek:

JRDSK, jrdsdk - jmenovitý rozměr dobré strany dílenského kalibru

JRZSK, jrzsdk - jmenovitý rozměr zmetkové strany dílenského kalibru

SRDSK, srdsdk - skutečný rozměr dobré strany dílenského kalibru

SRZSK, srzsdk - skutečný rozměr zmetkové strany dílenského kalibru

OV - opotřebování výrobní → kalibr se přeřadí do kontroly

OK - opotřebování kontrolní → vyřazení kalibru z měření

OC - opotřebování celkové

H, H₁ - výrobní tolerance kalibru

z, z₁ - úchylka středu tolerančního pole pro zhotovení dobré strany (přídavek na opotřebování)

y, y₁ - dovolená mez opotřebování dobré strany (přídavek na opotřebování)

α, α₁ - pojistné pásmo pro díry s Ø větším než 180 mm

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky:

- Navrhněte měrky pro sestavení rozměrů: 25,761mm, 100,07 mm. K dispozici je sada měrek:
 - 1,001; 1,002; do 1,009
 - 1,01; 1,02; do 1,09
 - 1,1; 1,2; do 1,9
 - 1; 2; do 9
 - 10; 20; do 90
- Z jakého materiálu použijete měrky, se kterými budete měřit v korozním prostředí?
- Vysvětlete účel mezních kalibrů a postup při měření.
- Vyjmenujte důležitá pravidla při sestavování měrek.
- Navrhněte mezní dílenský válečkový kalibr pro díru Ø30H8.
- Navrhněte mezní dílenský kalibr pro kontrolu hřídele Ø50js7.

Měřidla nepřímá – komparátory

Měřidla nepřímá jsou porovnávací měřidla. Měří odchylky od jmenovitého rozměru, který nastavíme pomocí rovnoběžných měrek.

Díky převodům mají velké zvětšení měřené veličiny (přesnost až 0,001mm), ale malý měřicí rozsah.

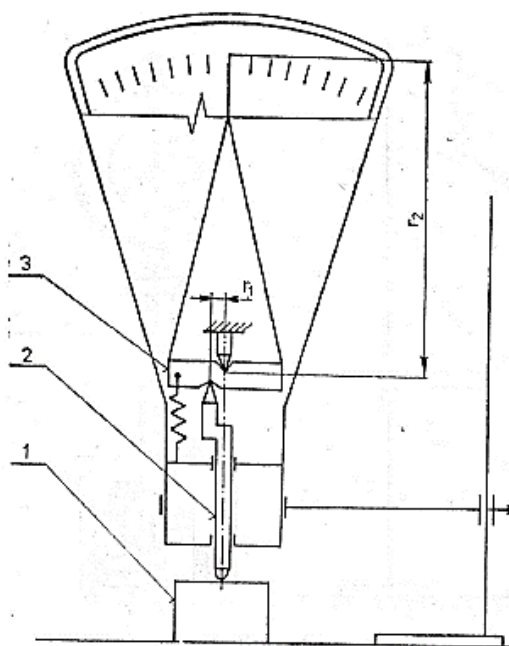
Pro sériová měření je možno tyto přístroje spojovat s elektrickými indikačními přístroji, které při překročení tolerancí vydávají akustické nebo optické signály.

Podle konstrukce je dělíme:

- minimetry - pákový převod,
- číselníkové úchylkoměry - ozubený převod,
- pasametry – kombinovaný převod,
- optické měřicí přístroje – převod mechanicko-optický.

Minimetr

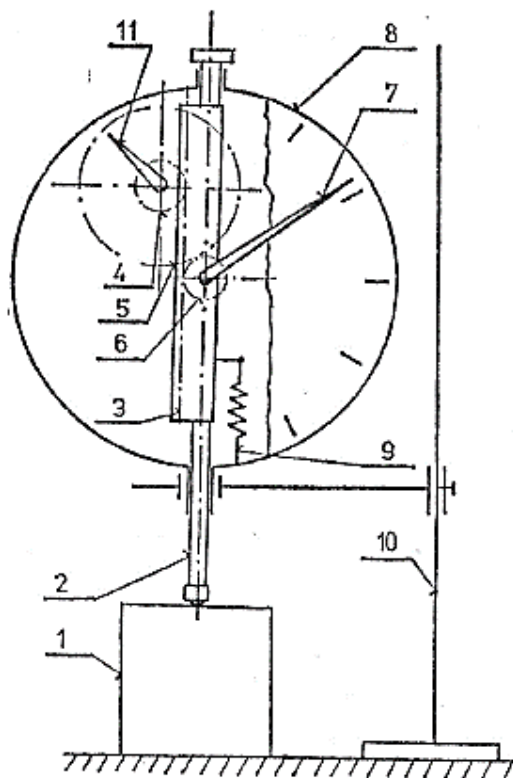
Mechanismus tvoří dvouramenná páka. Kratší rameno páky je dáno vzdáleností podpěrných břitů, delší rameno tvoří délka ukazatele. Velikost převodu je dána poměrem $p = \frac{a}{b}$. Měří odchylku s přesností 0,01 mm.



Obr. 3.24. Pákový převod minimetru

1 — kontrolovaná součástka, 2 — měřicí dotyk, 3 — páka, r_1 — malé rameno páky, r_2 — velké rameno páky

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 3.25. Číslníkový úchylkoměr
1 — kontrolovaná součástka, 2 — tyčka, 3 — ozubená tyč, 4, 5, 6 — ozubená koločka, 7 — ručička, 8 — číselník, 9 — pružina, 10 — stojan, 11 — ručička vedlejší stupnice

Číslníkový úchylkoměr

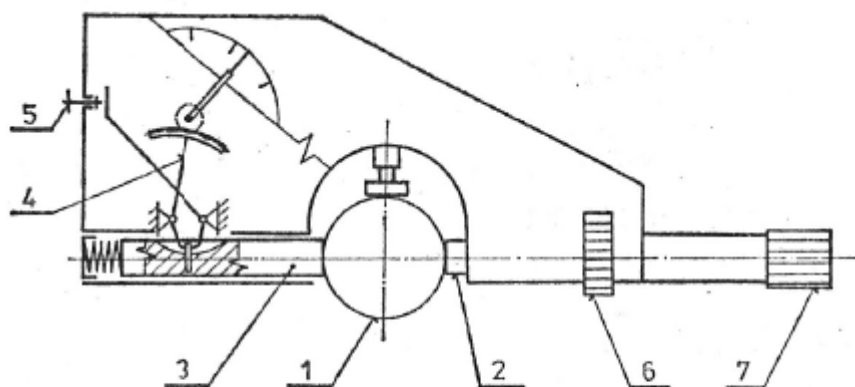
Při měření číslníkovým úchylkoměrem se pohyb měřicího dotyku přenáší ozubeným hřebenem a ozubenými koly na ručičku, která ukazuje odchylku od nastaveného rozměru. Na hlavní stupnici jsou udány odchylky v setinách nebo v tisícinách mm. Na vedlejší stupnici malá ručička registruje celé mm. Měřicí dotyk je vyměnitelný podle účelu měření. Při měření se úchylkoměr upíná do stojánu. Pohyblivými tolerančními značkami na číselníku označujeme povolené tolerance. Při měření musíme dbát na to, aby měřicí dotyk byl stále kolmý k ose měření.

Praktický příklad použití číslníkového úchylkoměru je měření obvodového házení.

Na měření vnitřních rozměrů ve větších hloubkách se používá dutinoměr s číslníkovým úchylkoměrem, nazývaný **subito**.

Pasametr

Pasametr má kombinovaný pákový a ozubený převod. Používá se pro přesná měření v nářadovkách, při kontrole přípravků. Osa měřicí páky je rovnoběžná s měřenou plochou. Vyrábí se podobně jako mikrometry s měřicím rozsahem 0 až 25 mm, 25 až 50 mm, 50 až 75 mm, 75 až 100 mm. Dělení stupnice úchylkoměru je po 0,002 mm a měřicí rozsah je $\pm 0,080$ mm.

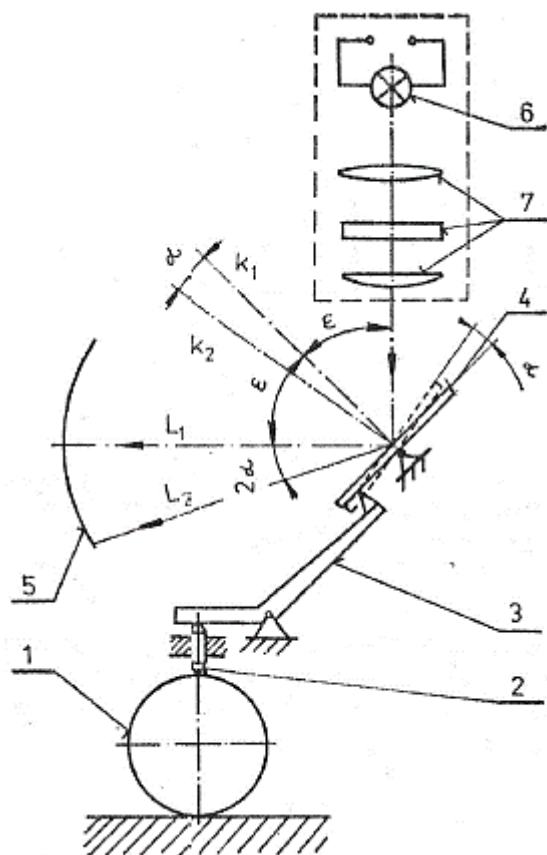


Obr. 3.31. Schéma pasametrů
1 — kontrolovaná součástka, 2 — pevný, přestavitelný dotyk, 3 — pohyblivý dotyk, 4 — páka, 5 — tlačítko pro ovládání pohyblivého dotyku, 6 — pohybová matice, 7 — matice pro zajištění polohy pevného dotyku

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Optický komparátor

Má pákový převod spojený s optickým zobrazením. Pohyb měřicího dotyku ovládá vychylování světelného paprsku, který dopadá na stupnici. Měří odchylku s přesností 0,001 mm.



Obr. 3.32. Princip optického komparátoru

1 — kontrolovaná součástka,
2 — měřicí dotyk, 3 — páka,
4 — zrcadlo, 5 — matnice,
6 — žárovka, 7 — soustava
čoček, L_1 — směr odraženého
paprsku při 1. poloze zrcadla,
 L_2 — směr odraženého paprsku
při 2. poloze zrcadla,
 k_1, k_2 — kolmice na zrcadlo
při jednotlivých polohách

Otázky:

1. Jaké převody se používají u mechanických úchylkoměrů (komparátorů)?
2. Popište význam převodu u přesných úchylkoměrů (komparátorů)?
4. Jak nastavujeme úchylkoměry na jmenovitý rozměr?
6. Jakou polohu musí mít měřicí dotyk číselníkového úchylkoměru vzhledem k měřené ploše?
7. S jakou přesností měří pasametr?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

6. Měření úhlů

Nejčastěji se velikost rovinného úhlu udává ve stupních, které se dělí na minuty a vteřiny – šedesátinná soustava. V některých odvětvích, např. v geodézii, se používá desetinná soustava, kdy pravý úhel je rozdělený na 100 stupňů – gradů.

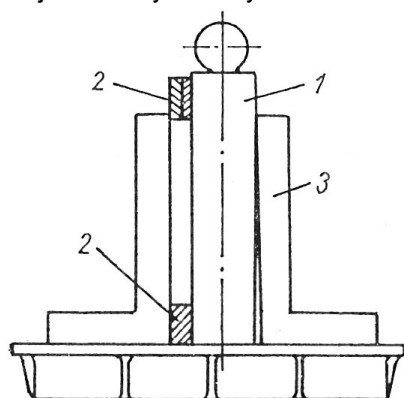
Úhly se měří buď přímo úhlooměry, úhelníky, měrkami, vodováhou nebo nepřímou tak, že se změří jiný rozměr a velikost úhlu se vypočítá. K tomu slouží sinusové a tangentové pravítko.

Úhelníky

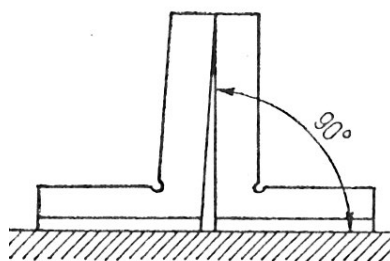
Jsou to pevná měřidla ke kontrole různých úhlů, nejčastěji pravých. Úhelník se přiloží ke kontrolované součásti a sleduje se průsvit mezi kontrolovaným úhlem a měřidlem. Čím je průsvit rovnoměrnější, tím přesnější je pravoúhlost.

Vyrábějí se ploché, příložné, nožové a speciální úhelníky v různých stupních přesnosti.

Úhelníky se kontrolují úhelníkem s vyšším stupněm přesnosti, kontrolním válcem nebo na měřicích strojích s úchylkoměry.



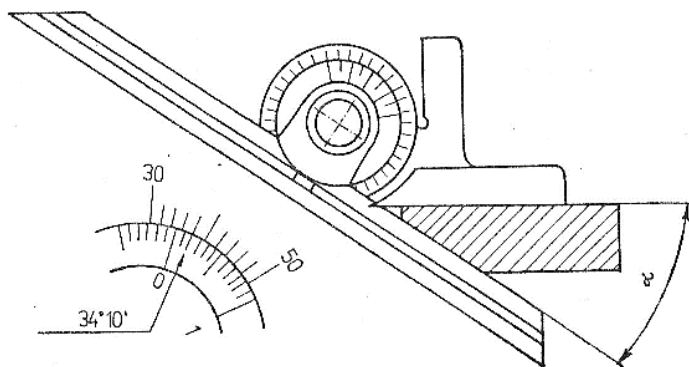
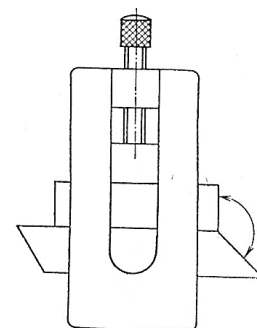
1 – kontrolní válec
2 – měrky
3 – kontrolovaný úhelník



Úhlové měrky

Jsou to kalené ocelové destičky, broušené a lapované s přesně vyrobenými úhly. Dodávají se v sadách.

Úhlové měrky se dají nasunout jako rovnoběžné základní měrky, upevňují se do držáku. Můžeme z nich složit libovolný úhel s přesností jedné minuty. Používají se ke kontrole obrobků, k nastavování strojů, k orýsování.



Univerzální úhlooměry

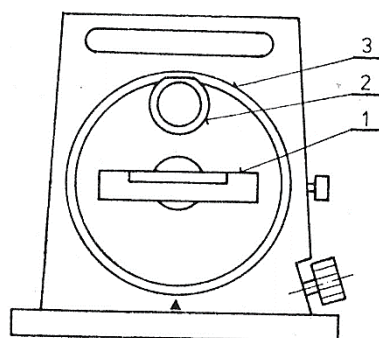
Univerzálním úhloměrem měříme velikost úhlů. Má dvě navzájem kolmá ramena a jedno vyměnitelné pravítko. Podobně jako posuvné měřítko má pevnou a otočnou stupnici s noniem. Hlavní kruhová stupnice je rozdělena na 4 krát 90° a odečítáme na ní celé stupně o hodnotě, kterou určuje nulová čárka nonia. Minuty odečítáme od nuly nonia ve stejném směru jako při odečítání stupňů na čarce nonia, která se nejvíce kryje s některou čárkou základní stupnice. Ryska ukazuje, kolikrát se má připočítat 5' k celému počtu stupňů.

Přesnost odčítání je 5 minut.

(Nonius je 23° oblouk, který je rozdělený na dvanáct stejných dílků.

Každý dílek stupnice na noniu je $23^\circ / 12 = 1^\circ 55'$. Vzdálenosti rysek na hlavní stupnici mají velikost 2° . Mezi oběma ryskami vzniká rozdíl $2^\circ - 23^\circ / 12 = 1^\circ / 12 = 5'$, což je přesnost univerzálního úhlooměru.)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Úhlová vodováha – optická libela

Používá se k měření úhlu rovinných a válcových ploch vzhledem k vodorovné rovině.

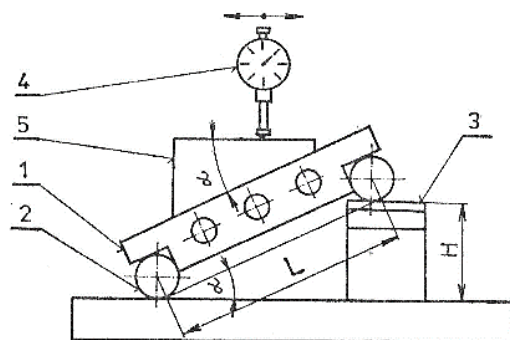
Vodorovnou rovinu zjišťujeme citlivou vodováhou a sklon odčítáme na hlavní a pomocné stupnici mikroskopem. V mikroskopu odečítáme hodnotu měřeného úhlu v minutách.

- 1 – vodováha
- 2 – okulár
- 3 – stupnice

Sinusové pravítko

Sinusové pravítko se skládá z broušené destičky s připevněnými měřicími válečky o stejném průměru v přesné osové vzdálenosti L (100, 200, 300, 400 mm). Při měření se sinusové pravítko o známé délce L položí jedním válečkem na rovnou desku, pod druhý váleček se vkládají základní měřky o rozměru H . Úhel sklonu pracovní plochy pravítka k ploše kontrolní desky se vypočítá ze vztahu $\sin \alpha = H / L$. Při nastavování úhlů se podle požadovaného úhlu a známé vzdálenosti L vypočítá rozměr H , který se sestaví z měrek.

Sinusovým pravítkem měříme úkosy a kužele.

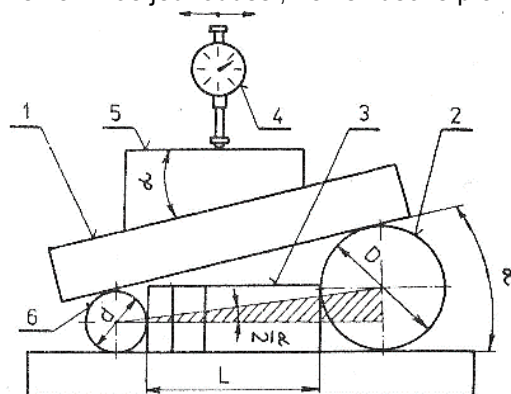


- 1 – pravítko
- 2 – váleček
- 3 – měřky
- 4 – číselníkový úchylkoměr
- 5 – měřená součást

Správná hodnota měřeného úhlu se zjistí tak, že přejíždíme úchylkoměrem upnutým ve stojánku po horní ploše měřené součásti. Je-li úhel správný, úchylkoměr neukáže žádnou úchylku.

Tangentové pravítko

Vznikne položením pravítka přes dva kalibry - válečky různých průměrů. Vzdálenost válečků se nastavuje měrkami. Je jednodušší, než sinusové pravítko, má však menší rozsah.



- 1 – pravítko
- 2 – váleček
- 3 – měřky
- 4 – číselníkový úchylkoměr
- 5 – měřená součást

Otázky:

1. Vysvětlíte správnou kontrolu pevným úhelníkem.
2. K čemu slouží úhlové měřky?
3. Z jakých částí se skládá univerzální úhloměr? Vysvětlíte měření pomocí hlavní stupnice a nonia.
4. Určete měřky pro nastavení úhlu 20° sinusovým pravítkem. Vzdálenost válečků je 100 mm. Měřky vyberte podle příkladu z kapitoly pevná měřidla.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

7. Kontrola jakosti povrchu

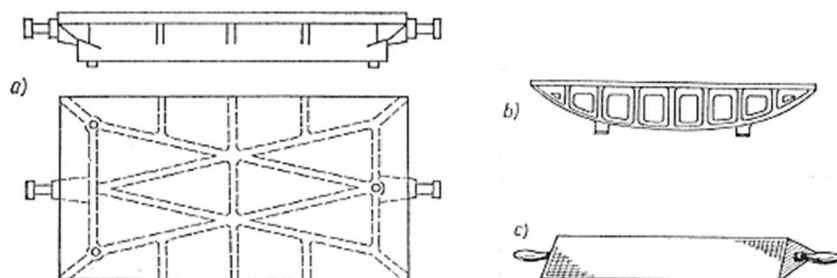
Při kontrole jakosti povrchu rozlišujeme makronerovnost a mikronerovnost.

Makronerovnost (vlnitost povrchu) vzniká společným působením stroje, nástroje a obrobku. Podle ní posuzujeme dodržení geometrického tvaru plochy.

Mikronerovnost (drsnost povrchu) vzniká jako stopa po nástroji při oddělování třísky.

Kontrola rovinnosti

Rovinnost ploch kontrolujeme porovnáním s jinou plochou. Používají se příměrné desky, příměrná pravítka, příměrné hranoly a nožová (vlasová) pravítka. Tato měřidla mají velmi přesné hrany a plochy vyrobené broušením, lapováním nebo zaškrabáváním.



a) příměrná deska, b) příměrné pravítko, c) příměrný hranol

Pro kontrolu rovinnosti úzkých dlouhých ploch se používají **příměrná pravítka**.

Pro krátké přesné plochy používáme **nožová pravítka**. Kontroluje se průsvit.



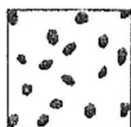
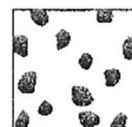
Kontrola rovinnosti nožovým pravítkem.

Průřez nožových pravítek.

Příměrné desky jsou zhotoveny z šedé litiny nebo z kamene (granit). Deska je tuhá, jemně opracovaná a uložena na třech bodech. Deska se natře barvou (berlínskou modří), kontrolovaná plocha se na ni přiloží a pohybuje se s ní. Na vyvýšených místech zanechá barva stopy. Podle velikosti a množství obarvených plošek se hodnotí jakost kontrolované plochy. Nerovnosti se odstraňují zaškrabáváním. Zaškrabávání je jemné obrábění zaškrabávacím nářadím, kdy se odstraní nerovnosti a získá se rozměrová přesnost a vysoká kvalita povrchu.

Zaškrabávané plochy třídy přesnosti 1 až 5:

Třída	Počet dotykových ploch	Maximální drsnost povrchu (μm)
1	24 až 32	0,2
2	14 až 22	0,4
3	9 až 12	0,8
4	6 až 8	0,8
5	3 až 5	0,8

1	2	3	4	5
				



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Použitá literatura a zdroje obrázků:

ŠULC, Jan. *Technologická a strojnická měření pro SPŠ strojnické*. 2. vydání. Praha: SNTL, 1982. 420 s.

MARTINÁK, Milan. *Kontrola a měření pro 3. ročník SPŠ strojnických*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1989. 216 s. ISBN 80-03-00103-X.

Katalog měřidel: <http://www.mitutoyo.cz/ebook2014/index-cz.html>

Katalog měřidel: <http://www.unimetra.cz/cz/katalog/>