

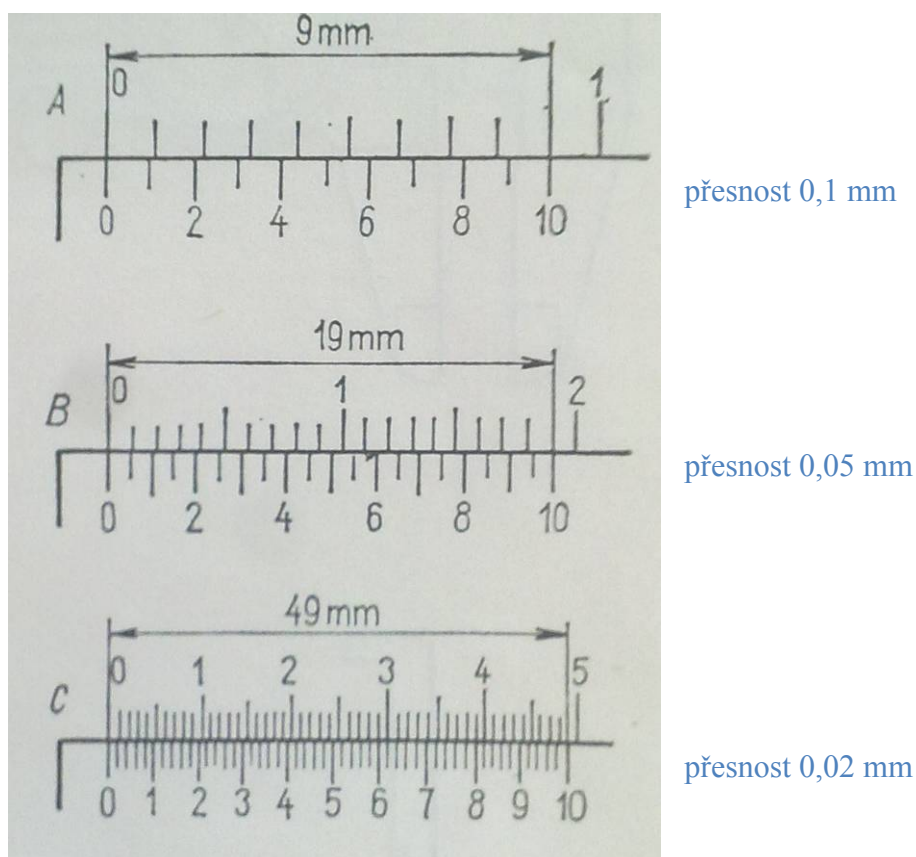
Kontrola měřidel – Kontrola mikrometru

Při kontrole výrobků se zjišťuje, zda odpovídají požadavkům rozměry, tvary a jakost ploch při použití předepsaných měřicích postupů.

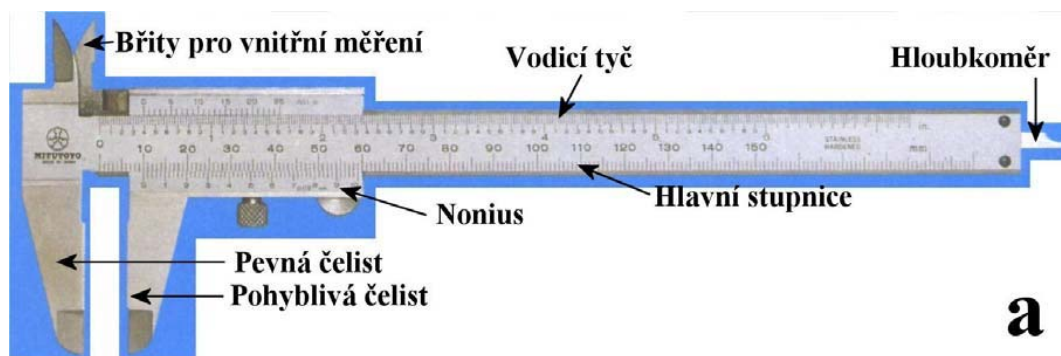
Posuvná měřítka

Posuvná měřítka jsou délková měřidla s rovnoběžnými rovinnými měřicími plochami na pevném (hlavním) měřítku, které je děleno po milimetrech a posuvném (pomocném) měřítku s noniem.

Přesnost posuvných měřítek bývá 0,1; 0,05 a 0,02 mm a řídí se podle nonické difference, která je dána poměrem velikostí jednoho dílku pevného měřítka k celkovému počtu dílků posuvného (pomocného) měřítka – nonia.



Obr. 1. Vytvoření nonia s diferencí



Obr. 2. Posuvné měřítko

Kontrola posuvného měřítka

Při kontrole měříme:

- a) *Rovnoběžnost čelistí* - očištěné čelisti přisuneme k sobě a proti světlu kontrolujeme případnou nerovnoběžnost.
- b) *Kolmost čelisti* kontrolujeme vlasovým úhelníkem.
- c) *Rovinnost vodícího pravítka* kontrolujeme vlasovým pravítkem.
- d) *Přesnost základní stupnice* kontrolujeme pomocí základních měrek rovnoběžných. Mezi čelisti postupně vkládáme měrky vždy o 1mm větší a porovnáváme jejich hodnotu s hodnotou na hlavní stupnici posuvného měřítka. Stejně kontrolujeme i stupnici nonia.

Třmenové mikrometry

Mikrometry se používají pro měření vnějších a vnitřních rozměrů a na měření hloubek tam, kde se požaduje větší přesnost měření než při měření posuvným měřítkem. Jejich přesnost měření je 0,01 mm, odhadem až 0,005 mm.

Konstrukce a způsob měření

Základní částí mikrometru je mikrometrický šroub, který tvoří jeden celek s pohyblivým dotykem. Otáčením šroubu uloženým v matici se pohyblivý dotyk posouvá proti pevnému dotyku. Stálý tlak pohyblivého dotyku na měřenou součást zabezpečuje zubová spojka předepjatá pružinou. Po dosažení vhodného tlaku začne spojka prokluzovat, rukojeť se otáčí naprázdno a šroub se neotáčí.

Hodnotu vzdálenosti dotyku mikrometru odečítáme v mm na stupnici trubky s dělením 0,5 mm a setiny mm odečítáme na stupnici bubínku. Stupnice na trubce je dělená tak, že jeden dílek odpovídá jedné otáčce mikrometrického šroubu, a tím odpovídá posunutí pohyblivého dotyku o 0,5 mm. Setinová stupnice na bubínku je dělená tak, že jeden dílek odpovídá posunutí pohyblivého dotyku o 0,1 mm. Aby se mikrometr nemohl zahřát teplem ruky, je obložen tepelně izolujícím materiálem.

Mikrometry mohou mít různé konstrukční úpravy podle účelu použití.



Obr. 3. Mikrometr



Obr. 4. Digitální mikrometr

Kontrola třmenového mikrometru

a) Přesnost nastavení bubínku

Očištěné dotyky se přisunou bez vůle k sobě. Nulová ryska na bubínku se má krýt s nulovou ryskou pevné stupnice na trubce mikrometru. Odchylka se odstraní povolením utahovacího šroubu, nastavením rysek proti sobě a opětovném utažení utahovacího šroubu.

b) Rovnoběžnost a rovinnost dotyků

Rovnoběžnost a rovinnost zjišťujeme optickými rovinnými sklíčky (interferenční sklíčka) jejichž stěny jsou přesně rovnoběžné (s přesností 0,0001 mm).



Obr. 5. Interferenční sklíčka

Měření se provádí čtyřmi sklíčky jejichž síla se liší zhruba o čtvrtinu stoupání vřetena tak, že rovnoběžnost zjišťujeme při různých polohách mikrometrického šroubu. Velikost optických skel je závislá na rozsahu měřeného mikrometru. Např. pro mikrometry z rozsahem 0 – 25mm se používají sklíčka o síle 12,000; 12,120; 12,250; 12,370 mm, pro mikrometry z rozsahem 25 – 50mm se používají sklíčka o síle 25,000; 25,120; 25,250; 25,370 mm, tzn., že šroubem se musí vždy otočit o 90°. Je-li plocha dotyků přesně rovnoběžná, ukáže se pod sklem jen lesklý kov. V místech, kde nesedí dotyk přesně na ploše skla a jeho plochy nejsou přesně rovinné, resp. rovnoběžné, objeví se barevné spektrum (duha) nebo více spekter, tzv. interferenční proužky. Jeden proužek tzn. úplná duha je jedno celé spektrum a znamená odchylku asi 0,3 μm .



Obr. 6. Interferenční sklíčka – barevné spektrum (duha)

Interference světelných paprsků tedy nastane, vznikne-li mezi interferenčním sklem a kontrolovanou měřicí plochou vzduchový klín, tj. úchylka od rovinnosti nebo rovnoběžnosti.

c) Přesnost stoupání mikrometrického šroubu

Mikrometrický šroub se častým používáním nestejně opotřebuje a v různých místech své délky neměří stejně. Tato vada se zjišťuje vkládáním základních rovnoběžných měrek mezi pevný a pohyblivý dotyk a na dělicím bubínku se kontroluje přesnost měření. Kontrola se provádí čtyřmi základními měrkami. Jejich velikost mezi sebou je vždy o 1 mm větší.



Obr. 7. Sada měrek na kontrolu mikrometru

d) Kontrola rozpětí odchylek f_{\max}

Odchylka (chyba) ukazatele f_{\max} je vzdálenost mezi nejvyšším a nejnižším bodem z průběhu odchylek mezi ukázanou hodnotou a skutečnou vzdáleností měřicích ploch od sebe. Kontrolu provádíme vkládáním koncových měrek mezi měřicí dotyky. Kombinace koncových měrek je třeba volit tak, aby umožňovaly kontrolu vřetena mikrometru jak v polohách odpovídajících násobku celých čísel jmenovitého stoupání, tak v mezipolohách. Vhodné jsou např. kombinace koncových měrek: 2,5; 5,1; 7,7; 10,3; 12,9; 15,0; 17,6; 20,2; 22,8; 25 mm.



Obr. 8. Koncové měrky z keramiky – sada 8 kusů

Základní měrky rovnoběžné

Základní měrky se vyrábí ocelové, keramické a tvrdokovové.

Měrky vyrobené z oceli Poldi EK se indukčně kalí a nechají se uměle stárnout. Po lapování se kontroluje rovinnost a rovnoběžnost měřicích ploch měrek a přesnost jejich rozměrů. Takto vyrobené měrky mají malou tepelnou roztažnost, velkou odolnost proti opotřebení a korozi. Jakost jejich měřicích ploch umožňuje velkou vzájemnou přilnavost, až 3 MPa, vyvolanou molekulárním filmem vzniklým stykem kovově čistých povrchů měrek se vzduchem, který vždy obsahuje jisté procento vlhkosti.

Přesnost měrek závisí na přesnosti jejich rozměrů, na rovnoběžnosti, rovinnosti a jakosti povrchu měřicích ploch. Podle těchto hledisek se třídí základní měrky do čtyř stupňů přesnosti:

- 0 – nejpřesnější, používají se pro kontrolu a základní měření v Ústavu pro normalizaci a měření v některých výrobních závodech
- 1 – slouží pro přesné měření v laboratořích
- 2 – používají se v oddělení technické kontroly a při výrobě přesných nástrojů
- 3 – jsou určeny pro dílenské účely



Obr. 9. Základní koncové měrky ocelové 88 ks



Při měření se požadovaný rozměr skládá z jednotlivých měrek, a to tak, že se začne od nejmenší měrky, na kterou se postupně nasouvají další měrky. Přilnutím měrek na sebe je z měrek složen jeden kus. Například rozměr 179,535 mm se složí z měrek:

$$1,005 + 1,03 + 2,5 + 75 + 100 = 179,535 \text{ mm}$$

Při sestavování rozměrů z měrek je nutno pamatovat na vznikající chyby, které ovlivní velikost měřeného rozměru.

Jsou to:

- a) *Vlastní úchylka* každé měrky, která závisí na výrobní přesnosti a velikosti rozměru měrky.
- b) *Styková chyba* vzniklá skládáním měrek na sebe; při dvou měrkách dosahuje až 0,0002 mm. Zkušenost ukazuje, že dostatečnou přesností lze měřit jen tehdy, složí-li se rozměr nejvýše z 5 měrek.
- c) *Teplotní úchylka* vzniká rozdílem teploty měrky a měřené součásti. Správný rozměr má měrka při 20°C. Při velmi přesných měřeních, zvláště velkých rozměrů, je tedy nutné vyloučit i vliv přestupu tepla sáláním i přímým dotykem ruky.

Základní měrky rovnoběžné jsou nakonzervovány a uloženy ve skřínce. Musí být chráněny před nečistotami, působením magnetického pole, velkými teplotními změnami a mechanickým poškozením. Je-li plocha měrky dokonale rovná, vidíme po přiložení interferenčního skla pouze lesklý kov. Interference světelných paprsků nastává tehdy, vytváří-li se mezi interferenčním sklem a kontrolovanou měřicí plochou vzduchový klín. V místech nerovnosti se objeví interferenční proužky.

Název úlohy: Kontrola mikrometru

Zadání úlohy

- Zkontrolujte přesnost nastavení bubínku
- Proveďte kontrolu rovnoběžnosti dotyků
- Proveďte kontrolu přesnosti stoupání mikrometrického šroubu
- Proveďte kontrolu rozpětí odchylek f_{max}

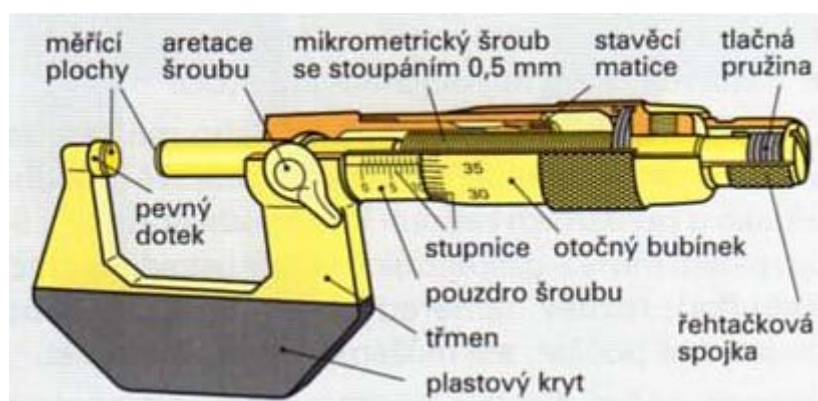
Použitá měřidla a pomůcky

U měřidel napište rozsah a přesnost

- Základní měrky rovnoběžné
- Interferenční sklíčka

Nákres součástí

Součást nakreslete a popište základní části.



Obr. 10. Hlavní části třmenového mikrometru

Postup měření

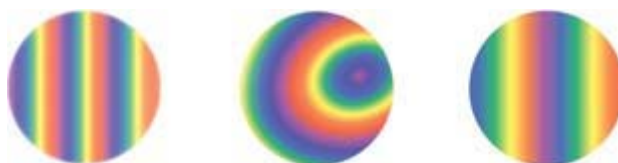
a) Kontrola přesnosti nastavení bubínku

- Očištěné dotyky přisuňte k sobě. Správná přítlačná síla je zaručena otáčením řehtačky. Nulová ryska na bubínku se má krýt s nulovou ryskou pevné stupnice na pouzdru mikrometru. Případnou odchylku – chybu měřidla zaznamenejte.

b) Kontrola rovnoběžnosti dotyků

Rovnoběžnost dotyků zjišťujeme optickými rovinnými sklíčky (interferenční sklíčka) jejichž stěny jsou přesně rovnoběžné (s přesností 0,0001 mm).

- Mezi pevný a pohyblivý dotyk vložte sklíčko se silou 12,00mm.
- Zkontrolujte pevný a poté pohyblivý dotyk. Je-li plocha dotyků přesně rovnoběžná, ukáže se pod sklem jen lesklý kov. Nejsou-li dotyky rovnoběžné objeví se barevné spektrum (duha) nebo více spekter, tzv. interferenční proužky. Jeden proužek tzn. úplná duha je jedno celé spektrum a znamená odchylku asi 0,3 μm .



Obr. 11. Interferenční sklíčka – barevné spektrum (duha)



Obr. 12. Měření rovnoběžnosti dotyků



Obr. 13. Barevné spektrum na pevném doteku

- Vkládejte postupně mezi dotyky další sklíčka.
- Zjištěné hodnoty rovnoběžnosti zaznamenejte do tabulky.

Tab. 1. Rovnoběžnost dotyků

Optické Sklíčko	Počet spekter		Celkem spekter	Chyba v [μm]	Chyba v [mm]	Tvar proužku	
	Pevný dotyk	Pohyblivý dotyk				Pevný dotyk	Pohyblivý dotyk
12,000							
12,120							
12,250							
12,370							

c) Kontrola přesnosti stoupání mikrometrického šroubu

- Mezi dotyky mikrometru vložte základní měрку o síle např. 2mm a změřte.
- Takto vkládejte mezi dotyky postupně další základní měrky vždy o 1mm silnější než předcházející a změřte (v našem případě 3, 4, 5mm).
- Naměřené hodnoty zaznamenejte do tabulky.

Tab. 2. Přesnost stoupání mikrometrického šroubu

Základní měrky [mm]	Třmenový mikrometr [mm]	Odchylka	
		[μm]	[mm]

d) *Kontrola rozpětí odchylek f_{max}*

- Mezi dotyky mikrometru (rozsah 0-25mm) vkládejte postupně kombinace koncových měrek 2,5; 5,1; 7,7; 10,3; 12,9; 15,0; 17,6; 20,2; 22,8; 25 mm.
- Naměřené hodnoty zaznamenejte do tabulky.
- Z naměřených odchylek f sestrojte graf.

Tab. 3. Odchylky f_{max}

Základní měrky [mm]	Základní měrky + min rozsah mikrometru [+25,00]	Naměřeno [mm]	Odchylka [mm]	Odchylka [μm]
0				
2,5				
5,1				
7,7				
10,3				
12,9				
15				
17,6				
20,2				
22,8				
25				

Závěr

;Vyhodnořte, zda mikrometr ve všech bodech vyhovuje.

Použité zdroje

Archiv autora

BUMBÁLEK, Leoš. *Kontrola a měření pro SPŠ strojní*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2009, 206 s. ISBN 978-80-7333-072-9.

DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2007, 608 s. ISBN 978-80-86706-19-1.

FIALOVÁ, Dana a GRADEK, Vladislav. *Zámečnické práce a údržba – 1. díl*. Vyd. 1. Praha: Parta 2006, 63 s. ISBN 80-7320-086-4.

Interferenční sklička. *Somex.cz* [online]. (c) 2008 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: http://somex.cz/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/i/n/interferencni_skla.jpg

Interferenční sklička – barevné spektrum. *Somex.cz* [online]. (c) 2008 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: http://somex.cz/media/upload/interferencni_skla_barvy.jpg

Keramické koncové měrky pro kontrolu mikrometrů. *Somex.cz* [online]. (c) 2008 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://somex.cz/mikrometry/keramicke-koncove-merky-pro-kontrolu-mikrometru.html>

Koncové měrky z keramiky. *Somex.cz* [online]. (c) 2008 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: http://somex.cz/media/catalog/product/cache/1/image/5e06319eda06f020e43594a9c230972d/m/e/merky_516-343-10_1_1_1.jpg

MARTINÁK, Milan. *Kontrola a měření*. Vyd. 1. Praha: SNTL – nakladatelství technické literatury, 1989, 214 s. ISBN 80-03-00103-X.

SPŠ KARVINÁ. *Strojní a technologická měření: Návod k řešení úloh pro SPŠ*. Karviná, 2006.

ŠULC, Jan a kol. *Technologická a strojnická měření*. Vyd. 2. Praha: SNTL – nakladatelství technické literatury, 1982, 418 s. ISBN 80-03-00103-X.

OVMT

Třmenový mikrometr 0-25 mm s řehťackou MITUTOYO, 103-137. [online]. [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: http://www.e-nastroje.cz/koupit/mitutoyo-trmenovy-mikrometr-0-25-mm-s-rehtackou-103-137_1052037.html

Vysoce přesný mikrometr MITUTOYO, [online]. [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://www.mbcaltbr.cz/prodej/produkt/4190-vysoce-presny-mikrometr-mitutoyo/>

Základní koncové měřky ocelové 88 ks třída přesnosti 1, [online]. [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://www.nastroje-meridla.cz/zakladni-koncove-merky-ocelove-88-ks-trida-presnosti-1>