

ÚLOHA Č.5

KOMPARAČNÉ MERADLÁ – MERANIE DĹŽKOVÝCH ROZMEROV POROVNÁVACOU METÓDOU

Chyby a neistoty merania vid' teoretické minimum pre úlohu č.4.

Komparátory

Komparátory sú prístroje určené na porovnávacie meranie. Podstatou porovnávacieho (komparačného) merania je zisťovanie odchýlky od stanoveného rozmeru. Najčastejšie je tento rozmer definovaný etalónom, čiže hodnotou garantovanou s výrazne vyššou presnosťou. Ako etalón sa používajú napríklad základné rovnobežné mierky alebo kalibre. Rozmer etalónu sa volí ako nominálna hodnota rozmeru kontrolovanej súčiastky (udaná na výkrese) alebo ako predpokladaná hodnota blízka skutočnej hodnote rozmeru kontrolovanej súčiastky.

Prístroj sa skladá z troch hlavných častí (Obr.4.9)

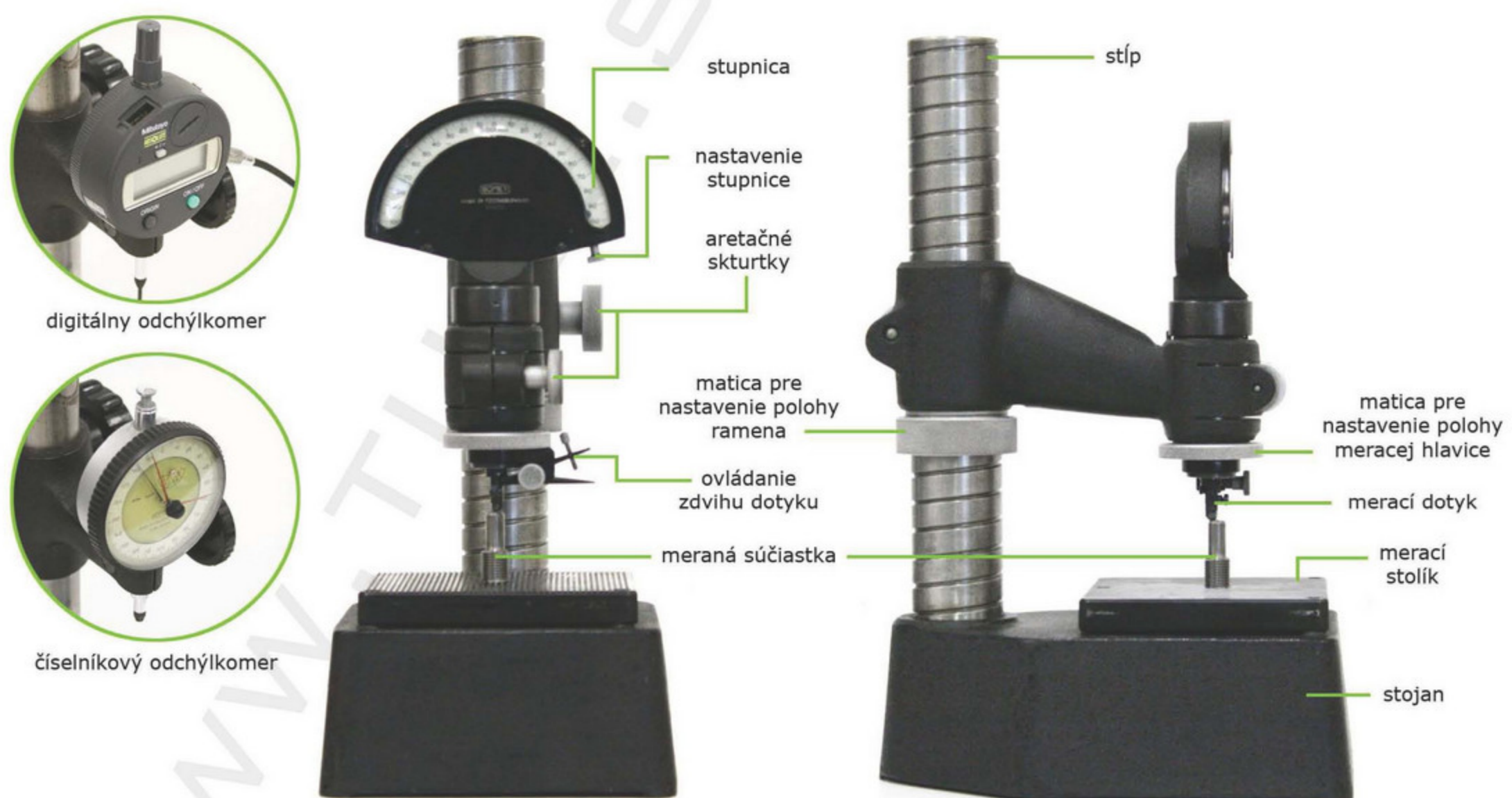
- tuhého podstavca (stojana) s kolmo osadeným stĺpom,
- ramena,
- meracej hlavice.

Existuje množstvo konštrukčných prevedení pre rôzne aplikácie a rozmery súčiastok. Najčastejšie osadzovanými meracími hlavcami sú

- *mikrokátorové hlavice* (prevod pákou a torznou pružinou),
- *číselníkové odchýlkomery* (prevod ozubenými kolesami)
- *minimetre* (pákový a hrotový prevod).

Pre presné meranie s rozlíšením pod $1\ \mu\text{m}$ sa hojne využívajú meradlá s prevodom *opticko-mechanickým* (optimetre, optikátory, interferometre,...) či *elektrickým* (indukčné, kapacitné, elektrokontaktné,...). V minulosti sa často používali aj prístroje *pneumatické*. Okrem týchto meradiel sa v praxi zvyknú veľmi často využívať *digitálne odchýlkomery* (inkrementálne snímanie).

Pri kontrole väčšieho počtu súčiastok vo výrobe sa komparátory využívajú často pre ich jednoduchú a rýchlu obsluhu. Nezisťuje sa vždy len aktuálna odchýlka od menovitej hodnoty, ale často sa na odchýlkomeroch nastavujú ukazovateľmi tolerančné hranice rozmeru a kontrola dobrých a nepodarkových kusov sa tým zrýchli a sprehladní.



Obr.4.9 Komparátor

Základné mierky rovnobežné

Základné (alebo tiež koncové) mierky vynašiel na konci 19. storočia švédsky vedec Carl Edvard Johansson. Pojem Johanssonové mierky sa taktiež často používa pre pomenovanie základných mierok.

Základné mierky rovnobežné (ZMR) alebo základné mierky uhlové (ZMU) sú kovové prípadne keramické hranoly s garantovaným presným dĺžkovým alebo uhlovým rozmerom.

Základná (koncová) mierka rovnobežná je materializovaná miera s pravouhlým prierezom, vyrobená z materiálu odolného proti opotrebeniu, s jedným párom rovinných, navzájom rovnobežných meracích plôch, ktoré majú schopnosť prilpnúť na meracích plochách iných mierok a tak vytvoriť zloženú zostavu mierok, alebo prilpnúť na podobne vyhotovených povrchoch pomocných doštičiek pri meraní dĺžok. [45]

Prilnavosť je schopnosť meracích plôch koncových mierok adhézne prilnúť pôsobením molekulárnych síl na iné meracie plochy s podobným vyhotovením povrchu. [45]

Meracie plochy ZMR sú lapované, s malými odchýlkami rovnobežnosti a rovinnosti a ich vzdialenosť je garantovaná na niekoľko desiatok nanometrov (záleží od triedy presnosti).

Základné mierky rovnobežné sa najčastejšie používajú ako etalóny dĺžky a pre nastavovanie a overovanie meracích prostriedkov. Presnosť ZMR je kategorizovaná do štyroch tried presnosti

- K - kalibračné,
- 0 - etalónové,
- 1 - používané ako etalón aj ako pracovné meradlo,
- 2 - dielenské, pre kontrolu posuvných meradiel, mikrometrov alebo pre komparačné meranie.

Pri ZMR je potrebné pravidelne kontrolovať strednú dĺžku mierky, rovinnosť a rovnobežnosť meracích plôch. Dĺžka sa najčastejšie kontroluje pomocou interferenčného komparátora, rovinnosť použitím planparalelných sklíčok.

Planparalelné sklíčka alebo doštičky sú sklenené mierky, ktoré sa používajú na kontrolu rovinnosti alebo rovnobežnosti rovinných povrchov zhotovených s vysokou presnosťou (napr. meracích plôch ZMR, dotykov mikrometrických a posuvných meradiel). Väčšinou sa nimi kontrolujú brúsené, lapované alebo superfinišované plochy, ktorých drsnosť je v oblasti pod 1 μm . Na kontrolu sa totiž využíva interferenčná metóda.

Materiál základných mierok musí byť odolný proti opotrebeniu, tvrdý, odolný voči korózii s malým koeficientom teplotnej rozťažnosti a s dobrou prilnavosťou. Najčastejšie sa využíva nástrojová ocel 19 422. Mierka je kalená na tvrdosť HRC 61 až 63. Tento materiál je však málo odolný voči korózii, preto sa musia mierky konzervovať. Ďalším používaným materiálom je karbid volfrámu. Drahšie, no odolné voči korózii sú mierky z oxydokeramiky. Sú taktiež odolnejšie voči oterom a majú nižší koeficient teplotnej rozťažnosti.

ZMR sa dodávajú v sadách s odstupňovanými rozmermi. Na vyskladanie konkrétneho rozmeru sa mierky spájajú medzi sebou a vzniká tak blok mierok. Ten sa pri meraní používa ako etalón.

Mierky sa spájajú nasúvaním jednej mierky na druhú. Adhézna sila, ktorá drží mierky navzájom je vďaka vysokej rovinnosti a nízkej drsnosti plôch markantná. Spojenie dvoch mierok dokáže vzdorovať aj sile 1000 N pôsobiacej normálovo od spájaných plôch.

Pri zostavovaní mierok je pravidlom, že daný rozmer sa skladá z čo najmenšieho počtu mierok. Mierky nemajú byť zložené dlhšie, ako je to nevyhnutné potrebné. Funkčné plochy mierok (vysokolesklé lapované plochy) spájame nasunutím od jedného rohu funkčnej plochy k druhému pod miernym tlakom najlepšie po sínusovej trajektórii. Pôsobením adhézných síl k sebe mierky prilnú (Obr.4.10). Oddelujú sa od seba podobne ako pri skladaní, čiže oblúkovým posúvaním plôch voči sebe. Nikdy sa nesmú plochy od seba "odlepovať" ťahaním kolmo na plochu alebo odklápaním do strany. Môže sa tým znehodnotiť povrch mierky alebo zdeformovať jej tvar.

Príkladom môže byť rozmer 29,658 mm. Keďže podmienkou pre vyskladanie bloku je použitie čo najmenšieho počtu jednotlivých mierok, zo 122 kusovej sady (od 0,5 mm po 100 mm) môžeme vybrať 4 mierky s menovitými hodnotami

1,008 mm; 1,15 mm; 2,5 mm; 25 mm.

Ďalšou z možných kombinácií je napríklad aj blok zložený z mierok

1,008 mm; 1,15 mm; 3,5 mm; 24 mm,

alebo 1,008 mm; 1,65 mm; 7 mm; 20 mm

Mierky s hodnotou pod 1 mm sa nevyrábajú (okrem mierky s hodnotou 0,5 mm).



Obr.4.10 Skladanie koncových mierok

Postup práce s komparátorom Meotast

Pred začatím merania zvoleného rozmeru súčiastky sa zistí pomocou posuvného alebo mikrometrického meradla hodnota dĺžkového rozmeru s presnosťou, ktorú tieto meradlá dosahujú. Je vhodné zopakovať meranie viackrát a vypočítať aritmetický priemer rozmeru. Zo sady rovnobežných mierok vyskladáme etalón zložením mierok do bloku. Dĺžkový rozmer etalónu by sa mal zhodovať s vypočítaným aritmetickým priemerom meraného rozmeru. Správnym postupom zloženia mierok (overíme si napríklad tak, že sa nám blok mierok nerozpadne ani po otočení do horizontálnej polohy) dostaneme etalón, ktorého maximálna nepresnosť dĺžkového rozmeru je voči maximálnej nepresnosti prístroja výrazne menšia.

Zložený etalón položíme na merací stolík (Obr.4.11). Maticou pre nastavenie polohy ramena sa prisunieme meracím dotykom k povrchu etalónu a maticou pre nastavenie polohy meracej hlavice sa snažíme čo najpresnejšie nastaviť nulovú polohu na stupnici. Pri aretácii sa v prístroji vymedzia vôle, preto na kompenzáciu vzniknutého posunutia voči nulovej polohe nastavíme (skrutkou umiestnenou pod stupnicou) pozíciu stupnice vzhľadom na ukazovateľ. Správnu aretáciu celého systému niekoľkokrát overíme zdvihnutím meracieho dotyku pomocnou páčkou. Ak sa nulová hodnota zachováva, prístroj je správne nastavený.

Vymenením etalónu za meranú súčiastku sa ukazovateľ môže vychýliť buď na ľavú alebo pravú stranu od nulovej polohy. Odčítame hodnotu so zohľadnením znamienka. Táto hodnota udáva odchýlku od nastavenej nulovej polohy, teda v absolútnych hodnotách rozdiel dĺžkového rozmeru súčiastky a dĺžkového rozmeru etalónu. Absolútna hodnota rozmeru meranej súčiastky x_i sa vypočíta zo vzťahu

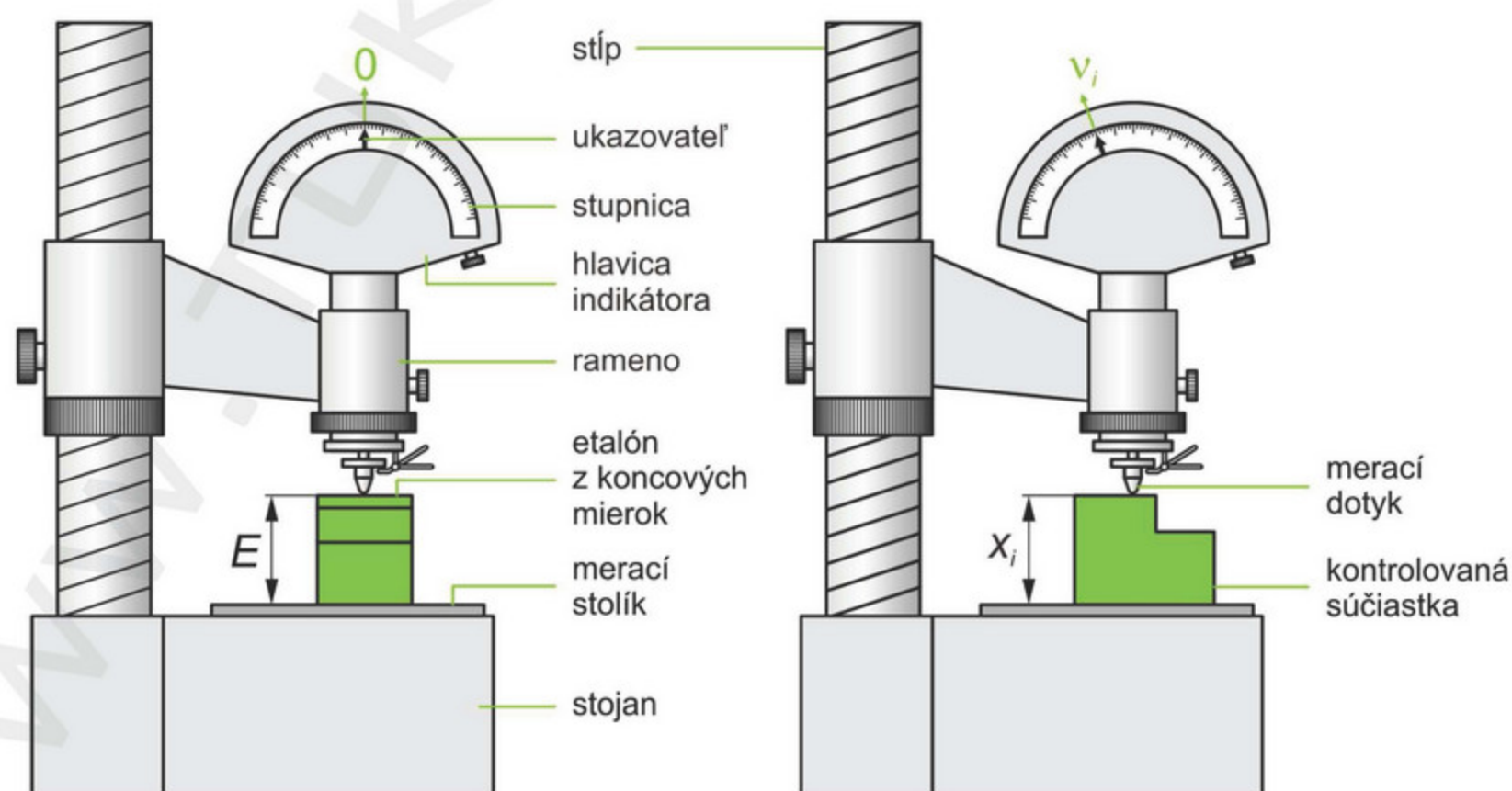
$$x_i = E + v_i \quad (4.14)$$

kde E predstavuje hodnotu rozmeru bloku mierok,

v_i predstavuje relatívnu odchýlku od hodnoty etalónu indikovanú komparátorom.

Výsledok merania musí zohľadňovať všetky známe chyby a neistoty, ktoré na výslednú hodnotu vplyvajú. Ide o systematické chyby a neistoty týchto zdrojov

- meradlo použité na zistenie rozmeru súčiastky,
- ZMR použité na vyskladanie etalónu,
- komparátor použitý na zistenie odchýlky.



Obr.4.11 Schéma merania na komparátore