

3. UNIVERZALNA MERILA ZA DUŽINE

Univerzalna merila koja omogućavaju dobijanje bilo koje mere ili odstupanja u određenom dijapazonu mera, zovu se višestruka merila.

3.1. LENJIRI

Lenjiri su metalne trake sa mernom skalom i spadaju u merila sa crticama. Merenje se vrši upoređivanjem, na taj način što se predmet prisloni uz lenjir, a mera očita.

Lenjiri se mogu izradjivati kao:

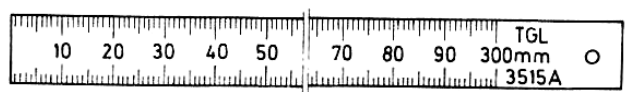
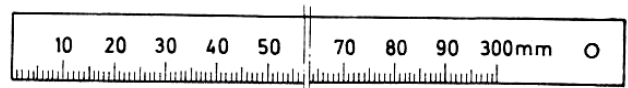
- uporedna,
- probna i
- radionička merila.

3.1. LENJIRI

Uporedna merila DIN 864, služe za kontrolu probnih merila. Izradjuju se do 1 m dužine, preseka H, I ili X. Debljina crta iznosi 3-7 μm . Skala je postavljena tako, da je sa svakog kraja lenjira ostalo slobodno po 10 mm. Čitanje mera se vrši pomoću mikroskopa ili lupe. Greška merenja iznosi $\pm(0,02 + 0,03 L)\mu\text{m}$, gde je L merena dužina.

Probna merila služe za kontrolu radioničkih merila. Rade se prema DIN 865, dužine do 2 m i pravougaonog preseka (25 x 25) mm i (15 x 15) mm. Debljina crtica je 20-40 μm , a dozvoljena greška iznosi $\pm(0,01 + L/100000)\text{mm}$.

Radionički lenjiri se koriste u radionicama i izradjuju se u dve klase tačnosti (JUS K.T1.040 ÷ 065, DIN 866). Kod lenjira I klase tačnosti krajnje crte skale nalaze se na udaljenju od 10 mm do kraja lenjira. Debljina crta iznosi od 80-120 μm . Dozvoljeno odstupanje iznosi $\pm(0,05 + L/50000)\text{mm}$.

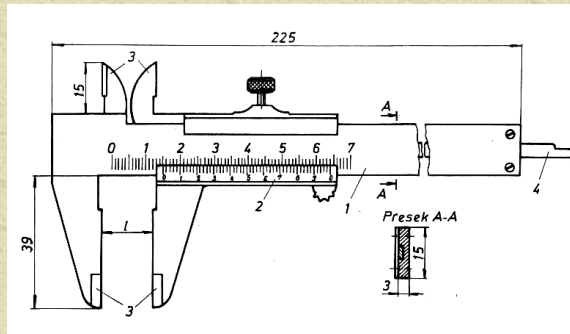


3.2. KLJUNASTO MERILO

Kljunasto merilo je najviše rasprostranjeno merilo sa nonijusom i koristi se u radionicama (JUS K.T2.050), (sl. 3.2).

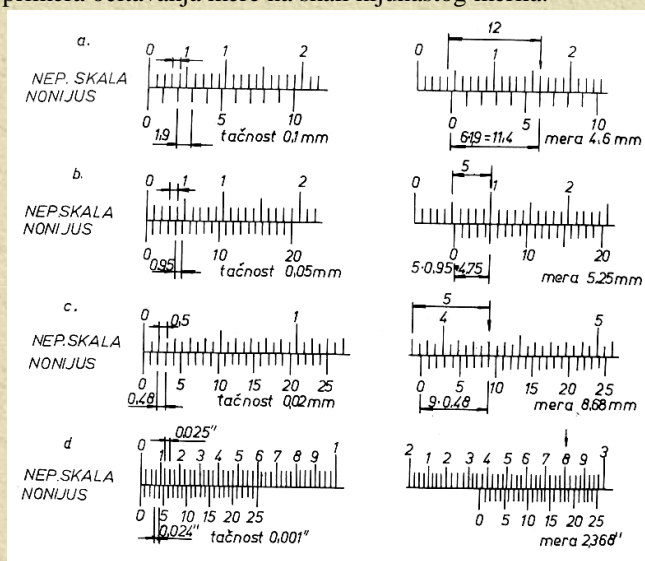
Osnovni elementi kljunastog merila su: merni lenjir sa nepokretnom skalom (1), nonijus (2), merni kljunovi, donji i gornji (3) za merenje spoljnih i unutrašnjih mera i produžetak (4) za merenje dubina.

Kljunasto merilo se izradjuje sa tačnošću od 0,1 mm, 0,05 mm, 0,02 mm i 0,001".

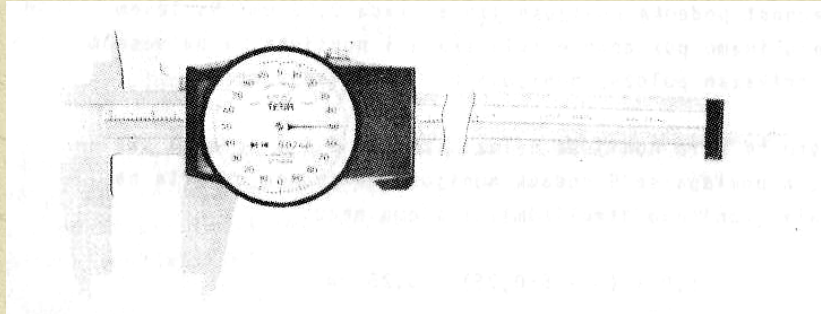


3.2. KLJUNASTO MERILO

Nekoliko primera očitavanja mere na skali kljunastog merila:

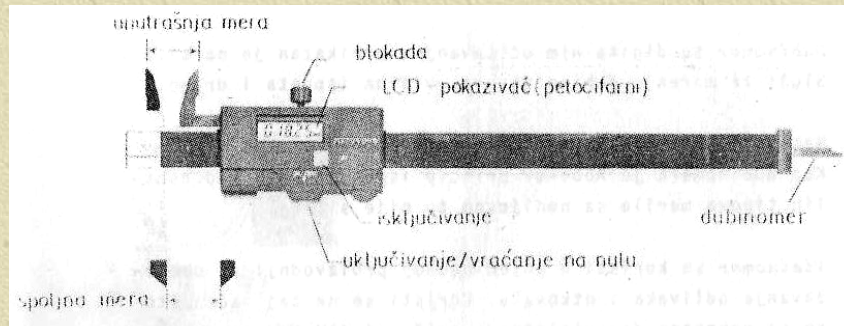


3.2. KLJUNASTO MERILO



Na slici je prikazano kljunasto merilo sa sat komparatorom firme "Tesa". Tačnost očitavanja ovakvih merila je 0,05 mm i 0,02 mm, sigurni su u radu i jednostavni za upotrebu. Ovakav tip proizvodi i C.Mahri i Mitotoyo. Sat komparator pričvršćen je na pokretnom delu kljunastog merila, a za nepokretan deo zupčasta letva, koja je uzubljena sa zupčanicom na čijoj se osnovi nalazi kazaljka sata, tako da se pomeranjem nosača, okreće i kazaljka.

3.2. KLJUNASTO MERILO

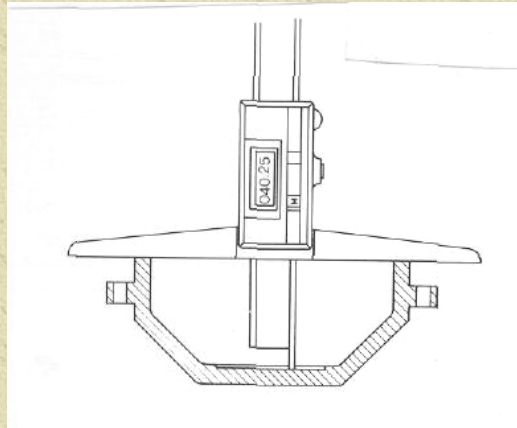


Savremeno merilo, elektronsko sa digitalnim očitavanjem, snabdeveno baterijama (firme Mitotoyo), prikazano je na slici. Korišćenjem mogućnosti postavljanja na nulu bez vraćanja pipaka na nulti položaj, omogućeno je merenje zazora sklopova , zatim komparativno merenje i merenje rastojanja osa otvora istih prečnika. Merenje rastojanja osa otvora istih prečnika meri do 150 mm dužine sa tačnošću 0.01 mm.

3.2. KLJUNASTO MERILO

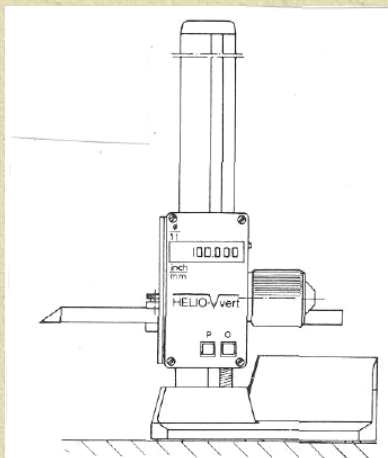
Dubinomer sa digitalnim očitavanjem preikazan je na slici. Služi za merenje dubina otvora, visina ispusta i drugo.

Nasloni služe da se merilo postavi u pravilan položaj. Kod dubinmera je Abbe-ov princip ispunjen, dok kod ostalih tipova merila sa nonijusom to nije slučaj.



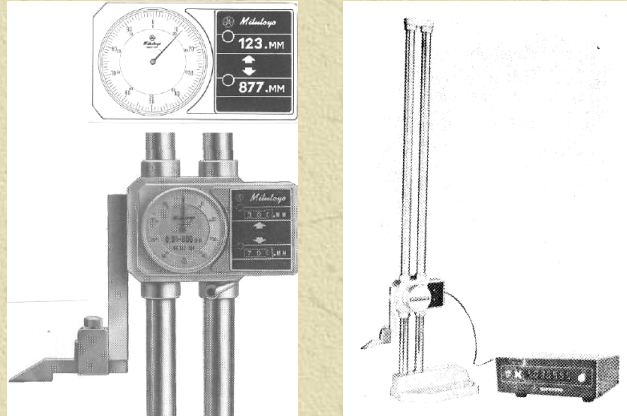
3.2. KLJUNASTO MERILO

Visinomer se koristi u pojedinačnoj proizvodnji za obeležavanje odlivaka i otkovaka. Koristi se na taj način što se uz pokretni deo visinomera pričvršćuje igla za obeležavanje. Osim igle mogu se pričvrstiti i pipci koji omogućavaju merenje visine. Garnitura izmenljivih pipaka se isporučuje zajedno sa merilom.



3.2. KLJUNASTO MERILO

Na levoj slici prikazan je visinomer sa satkomparatorom (tačnost 0.01 mm), koji ima pored njega i ugradjeni dvostruki digitalni pokazivač za očitavanje celih milimetara. Na desnoj slici dat je visinomer istog proizvođača (MITUTOYO) sa posebno pridodatim digitalnim pokazivačem, sa tačnošću 0.001 mm. Nula se može postaviti preko dugmeta za podešavanje nule na bilo kojoj visini.



3.3. MIKROMETRI

Mikrometri rade pomoću precizno izradjenog navojnog vretena. Korak navoja vretena iznosi 0.05 mm (retko 1 mm), ako imamo merilo sa milimetarskom podelom ili 1/40" kod mikrometra sa podeiom u colovima. Merilo sa korakom vretena od 0.5 mm ima doboš sa 50 podeoka, tako da je tačnost merenja 0.01 mm. (Kod merila sa korakom navoja 1 mm i zradjuju se doboši sa 100 podeoka.) Kod merila sa podelom u colovima, doboš ima 50 podeoka, tako da daje tačnost:

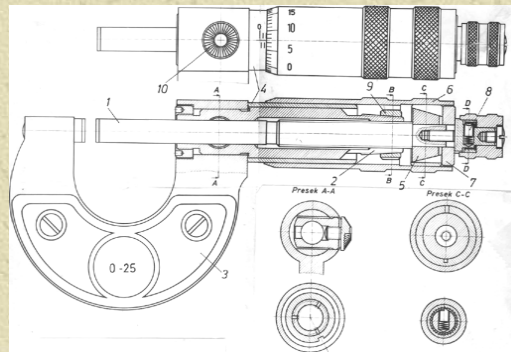
$$\frac{1}{40} \frac{1}{50} = 0,0005''$$

Mikrometri se mogu izradjivati za:

- spoljna,
- unutrašnja i
- dubinska merenja.

3.3. MIKROMETRI

Mikrometar za spoljna merenja predstavljen je na slici. Sastoji se od mernog vretena (1) čiji je središnji deo izradjen sa navojem, koji ulazi u navrtku (2), prosečenu na zadnjem delu i pričvršćenu na levom kraju uz mernu račvu (3). Merilo na svom srednjem delu ima navučenu mernu čauru sa skalom (4). Merno vreteno je na desnom kraju spojeno preko dvodelne konusne spojnice (5), (presek C-C) sa dobošem (6), dok je sama spojnica pritegnuta vijkom preko pločice (7). Da ne bi pritisak merenja, koji iznosi od 5 N do 10 N, bio prekoracen, postoji uređaj sa skakavicom (8) i oprugom (presek D-D).



3.3. MIKROMETRI

Merenje se vrši na taj način, što se na skali očitavaju celi milimetri na gornjem delu, zatim polovine na donjem i dodaju stoti delovi, koje pročitamo na dobošu. Mera prikazana na skici iznosi: $2,0 + 0,07 = 2,07$ mm, dok se 0,005 mm može oceniti, pa se stoga stavlja u zagradu.

Mikrometri se izrađuju tako da mogu meriti sve mere od 0-25 mm, od 25-50, od 50-75, 75-100, 100-125 itd., tako da je oblast merenja uvek 25 mm, za merila do 500 mm merne dužine, a 50 mm za ona od (500-1000) mm. Mikrometri koji mere dimenzije preko 25 mm, snabdeveni su merkom čija dužina iznosi veličinu prethodne oblasti merenja, radi podešavanja nule na mikrometrima.

Pipci mikrometra su obično ravni, ali mogu biti izradjeni i loptasto. Mogu se ojačati pločicom od tvrdog metala, kako bi im se produžio vek trajanja.

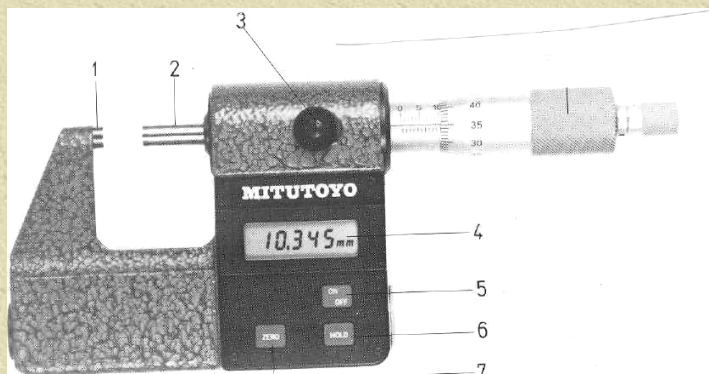
3.3. MIKROMETRI

U nekim slučajevima, kada je to potrebno, mikrometri se koriste uz upotrebu držača. Sa velikim mikrometrom je teško raditi, pa se radi olakšanja merenja može obesiti. Za serijska merenja koristi se obično stalak prikazan na slici.



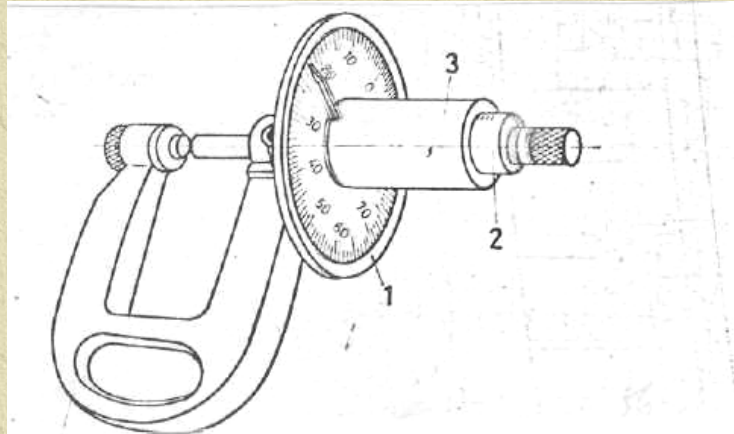
3.3. MIKROMETRI

Na slici prikazan je mikrometar sa analognom i digitalnom skalom, proizvodnje MITUTOYO. Delovi mikrometra, pipci 1 i 2, kočnica 3, sa skalom i dobošem su kao kod klasičnog mikrometra, ali je snabdeven i digitalnim LCD pokazivačem (4), dugmetom za uključivanje/isključivanje (5), dugmetom za zadržavanje mere (6) i dugmetom za vraćanje na nulu (7). Tačnost očitavanja digitalnog pokazivača 0.001 mm. Trajnost baterije je 500 časova rada.



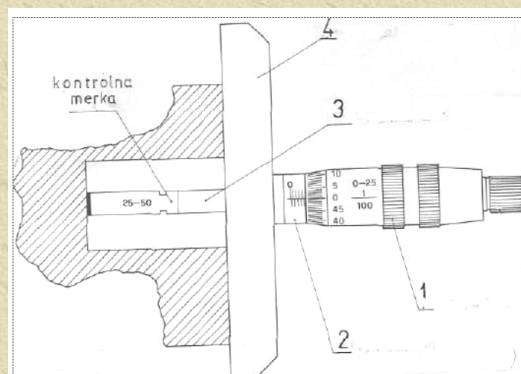
3.3. MIKROMETRI

Na sl. 3.14 prikazan je mikrometar sa dobošem za očitavanje celih milimetara (2) i kružne skale (1) sa kazaljkom povezanom sa obrtnim dobošem (3) za mere 0.1 i 0.01 mm.



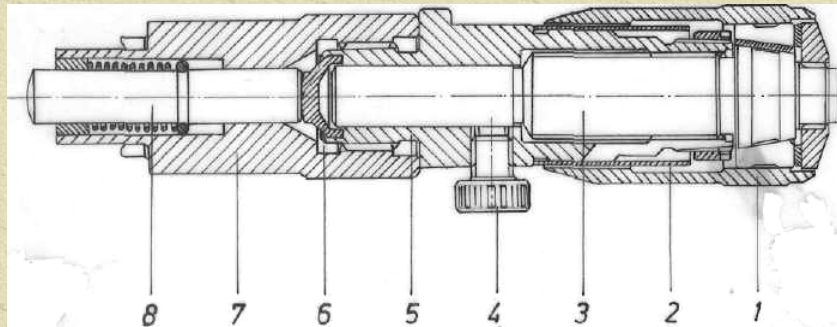
3.3. MIKROMETRI

Mikrometar za dubine i visine koristi se kod kontrole dubine žljeba širina, visina, ispusta, stepenastih osovina i drugo (sl.3.15). Sastoji se iz doboša (1) i merne čaure (2) , zatim izmenljivog mernog pipka (3) i mosta (4). Promenom pipka možemo menjati oblast mera od (0-25) mm, (25-50) mm, (50-75) mm i (75-100) mm. Merna sila iznosi (3-7) N, a obezbedjuje se pomoću skakavice, s tim što se merni most priljubi čvrsto uz merni predmet silom, koja je veća od sile merenja.



3.3. MIKROMETRI

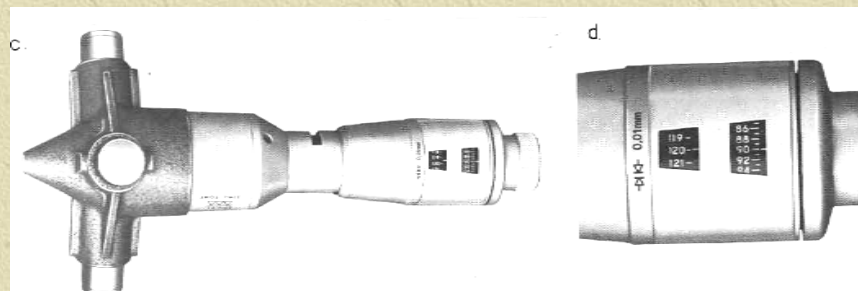
Mikrometar za unutrašnja merenja, obuhvata dijapazon mera od (30-4000) mm, sa tačnošću očitavanja od 0,01 mm. Prikazan je na sl. 3.18. Izradjuje se u garnituri od (30-35) mm, (35-40) mm, (40-50) mm, (50-75) mm, (75-100) mm, (100-125) mm, a zatim se dodaju umetci, koji predstavljaju nepokretan pipak. Kombinacijom umetaka (takodje se isporučuju u garniturama), može se izmeriti bilo koja mera do 4000 mm.



3.3. MIKROMETRI

Analogni i digitalni mikrometri za otvore sa merenjem u tri tačke (proizvodjača TESA, pod nazivom IMICRO) prikazan je na slici.

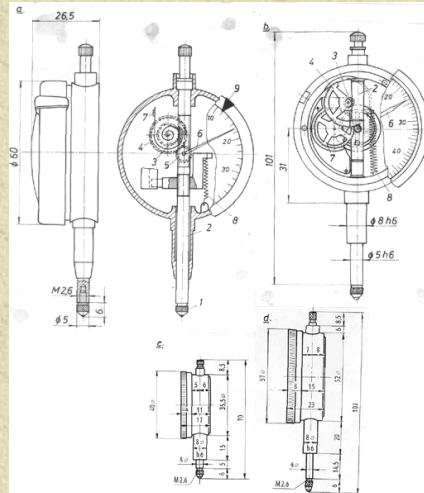
Koristi se za direktno merenje otvora prečnika od 3.5 do 300 mm, koristeći se izmenljivim glavama. Merno vreteno se završava konusom, na kome je izradjena zavojnica, spregnuta sa zavojnicom na pipcima ili sa ispustom pritisnutog oprugom. Merilo ima skakavicu, radi ograničenja mernog pritiska. Tačnost 0.005 mm.



3.4. SAT KOMPARATORI, MERNI SAT

Merni sat – komparator, koji izrađuju firme Zeiss, Carl Mahr, Pratt & Whituku, Tesa, LIZ (SSSR, po GOST 577-68) nazvan je po skali sa kazaljkom, izrađenoj u obliku sata.

Izrađuju se sa pužem i pužnim kolom ili sa zupčanicom i zupčastom letvom, kao prenosnim elementom. Mogućnost očitavanja je 0,01 mm, 0,002 mm i 0,001 mm, ali je najčešće izrađen za merenje od 0,01 mm.



3.4. SAT KOMPARATORI, MERNI SAT

Pri postavljanju komparatora u držač, treba voditi računa da merilo bude u vertikalnom položaju, jer tačnost merenja zavisi od položaja mernog vretena prilikom merenja i može dostići prilično veliku vrednost u izvesnim slučajevima.

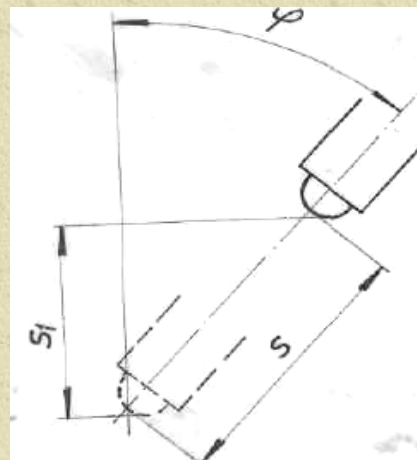
Greška pri kosom postavljanju iznosi:

$$f = s - s_1$$

$$f = s(1 - \cos \phi) = s2 \sin^2 \phi / 2$$

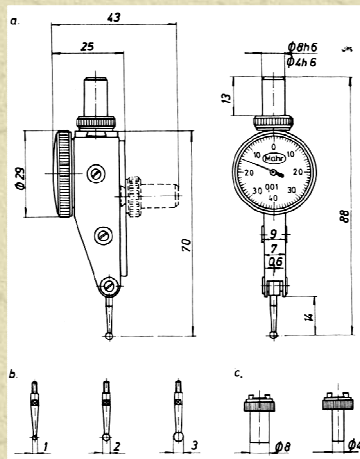
za male uglove $\sin \phi \approx \phi$ imamo:

$$f = 2s \frac{\phi^2}{4} = \frac{s\phi^2}{2}$$



3.4. SAT KOMPARATORI, MERNI SAT

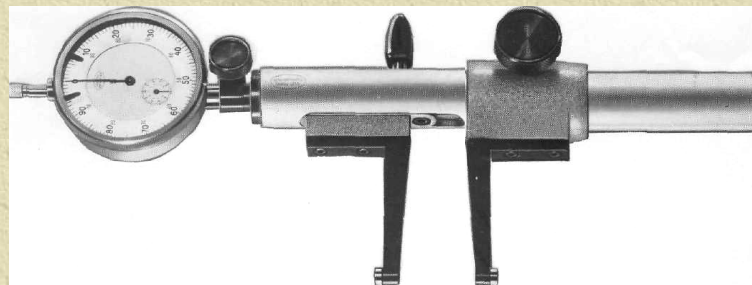
U ovu grupu merila spada i *pupitast*, komparator sa specijalnom namenom. Merilo omogućava kontrolu otvora, čeonih površina, koristi se, zatim pri centriranju radnog predmeta ili alata kod postavljanja na mašinu alatku i slično. Prikazan je na slici zajedno sa garniturom izmenjivih pipaka.



3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

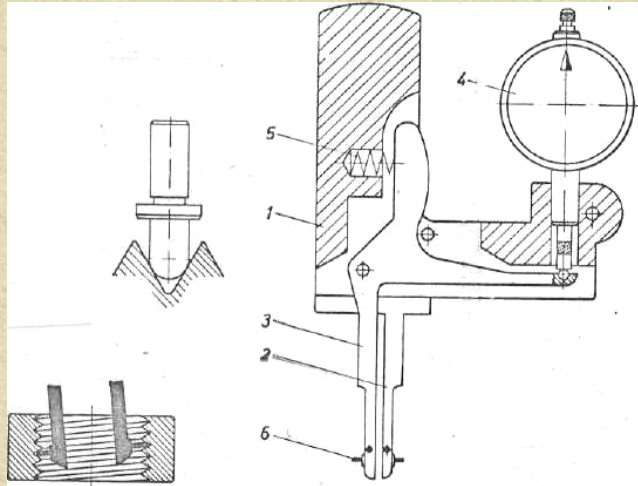
Na slici dat je izgled univerzalnog komparatora koji može menjati primenu, odnosno može meriti spoljne i unutrašnje prečnike, nazvan "Multimar". Pri merenju se koriste izmenjivi pipci koji se isporučuju u garnituri zajedno sa merilom. Opruga, koja vrši merni pritisak, vrlo jednostavno i brzo se okretanjem osposobljava da dejstvuje u dva suprotna pravca, jednom, kad meri otvor i drugom, kad meri osovine. Osim glatkih osovine i otvora, instrument može da meri i navoje, zupčanike, žijebove i slično.

Meri od (25-200) mm, (100-350) mm, (250-700) mm i (600-1000) mm.



3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Na slici prikazano je merilo za otvore, koje može da meri unutrašnji navoj, koristeći izmenljive pipke (6) koji se postavljaju u držače (2) i (3), učvršćenih u telo (1).

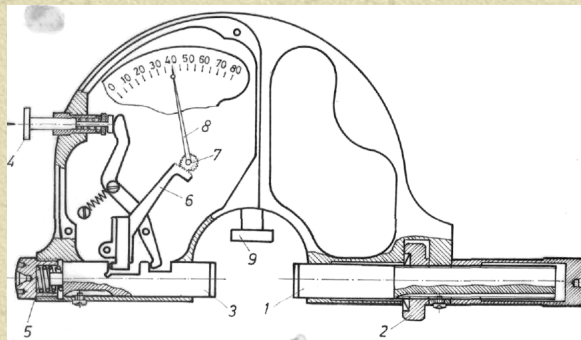


3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Pasametar predstavlja kombinaciju mikrometra i sat-komparatora i koristi se za kontrolu spoljnih mera. Jednostavan je za rukovanje, za podešavanje nominalne mere i očitavanje odstupanja. Nazive nose, ustvari, u zavisnosti od fabrike koja ih izradjuje: Zeiss- "Pasametar", Maag "Micro-Maag" i druge.

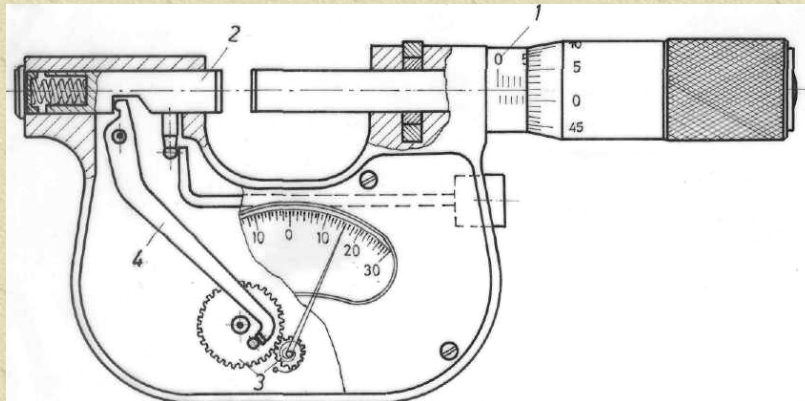
Pipak (1) je pokretan u periodu podešavanja nominalne mere i postavljanja kazaljke na nulu, ali je posle, pri samom merenju nepokretan i ukočen pomoću kočnice (2). Pokretan pipak (3) se pomera pomoću dugmeta (4), prilikom umetanja radnog predmeta. Nakon otpuštanja dugmeta, opruga (5) priljubljuje

pokretan pipak uz radni predmet, dok pomoćni pipak (9) služi za tačno postavljanje predmeta. Odstupanje stvarne mere od nominalne, prenosi se preko pokretnog pipka i poluge (6), na čijem je kraju zupčasti segment, na zupčanik (7) i kazaljku (8).



3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Na sl. 3.29 prikazano je merilo koje takodje po obliku liči na mikrometar, ali meri odstupanja. Merni vijak, služi za postavljanje nominalne mere, dok je kazaljka komparatora preko sklopa zupčanika (3) i poluge (4) u vezi sa pokretnim pipkom (2). Služi za merenje glatkih osovine, srednjeg prečnika navoja preko dve ili tri žice i drugo i uopšte je vrlo pogodan za kontrolu u serijskoj proizvodnji.

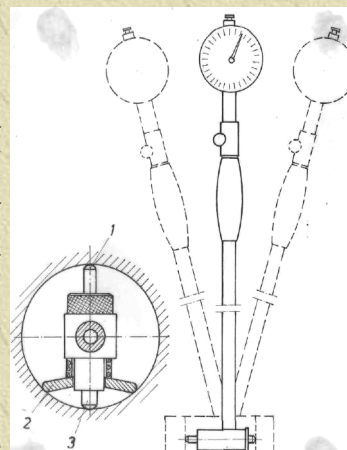


3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Subito je merilo sa dodirnom u dve tačke. To je najčešće upotrebljavan instrument iz ove grupe merila. Služi u serijskoj i pojedinačnoj proizvodnji, kako za kontrolu same mere, tako i kontrolu ovalnosti i koničnosti.

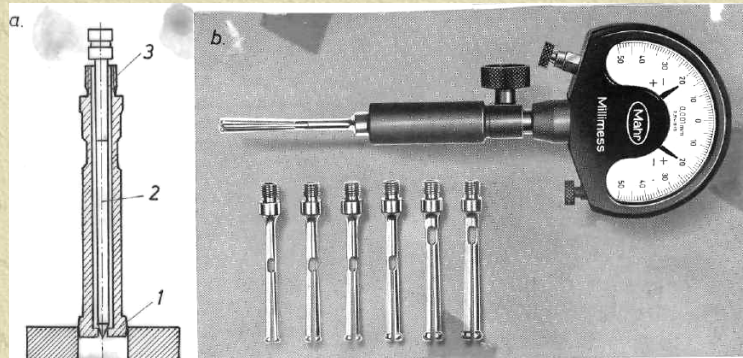
Kao i sva uporedna merila, subito mora da koristi za podešavanje mere kontrolnik. Za serijsku proizvodnju izrađuje se kalibrisan prsten, na kome je upisana mera, a za pojedinačnu proizvodnju, mera se može podesiti i mikrometrom, ako su dozvojena odstupanja data u 0,01 mm. Kada je subito podešen na nulu, stavlja se u radni predmet i zaokreće na jednu i drugu stranu, tj. traži se minimalna mera, koja mora biti u ravni kruga, tj. u ravni upravnoj na osu radnog predmeta.

Merilo se zatim izvlači, stavlja u pravac upravan na prethodni položaj i na taj način se kontroliše ovalnost. Konusnost se kontroliše na isti način, u dve ravni pomerene duž aksijalne ose predmeta za istu veličinu.



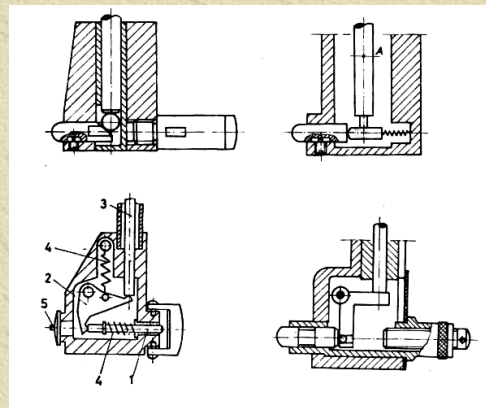
3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Komparatori za male otvore. Za male vrednosti prečnika (do 18 mm) firme Zeiss, Tesa, Mahr, Kalibr i druge proizvode komparatore koji mere po principu dodira u dve tačke. Na levoj slici predstavljena je izmenljiva glava, koja se pomoću navoja (3) stavlja u kratki držač, u čiji se gornji deo stavlja komparator. Merna glava je izradjena u obliku prosečene elastične čaure (1) koja se širi pomoću konusa igle (2). Pomeranje igle prenosi se na pipak komparatora. Na desnoj slici dat je izgled merila firme Mahr, "Millimes".



3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

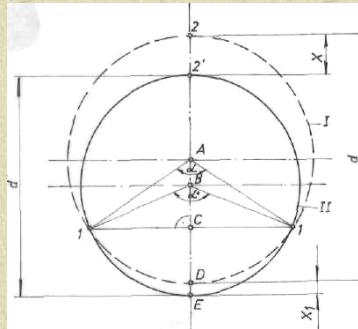
Pomeranje sa pokretnog pipka na merno vreteno sat-komparatora vrši se, obično, pod uglom od 90° pa postoji čitav niz izvodjenja prenosnih elemenata za dva upravna pravca. Na slici vide se najčešće upotrebljavane konstrukcije. Pokretan pipak (1) preko kugle, dvokrake poluge i drugo (2) prenosi kretanje na merno vreteno (3). Opruga (4) ostvaruje merni pritisak. Nepokretni pipak (5) je izmenljiv.



3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Merenje otvora sa dodirnom u tri tačke omogućeno je na taj način, što se izradjuju dva nepokretna pipka i jedan pokretan. Pipci su izvedeni sa loptastim površinama, što omogućava merenje bez greške i pri malom naginjanju instrumenata.

Greška, međjutim, nastaje zbog toga što se nominalna mera na instrumentu podesi prema kalibrisanom prstenu (krug I), a kada se, kasnije merilo postavi u radni predmet (krug II), odstupanje pokazuje samo pipak (2), premeštajući se u položaj (2'), dok su pipci (1) pokretni. Tako mi očitavamo, ustvari pomeranje pipka (vrednost x), a ne odstupanje mere, koje bi bile manje za veifčinu (x_1) (slika).



3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Greška merenja tada iznosi:

$$x_2 = BE + AB - AD$$

$$AB = AC - BC = \frac{d}{2} \cos \alpha / 2 - \frac{d'}{2} \cos \alpha' / 2$$

za $\alpha' \approx \alpha$

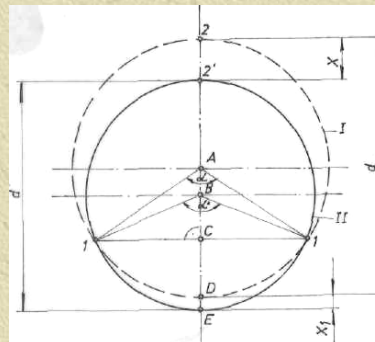
$$x_1 = \frac{d'}{2} + \frac{d-d'}{2} \cos \alpha / 2 - \frac{d}{2} = \frac{d-d'}{2} \left(\cos \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

pošto odstupanje mere iznosi:

$$\delta = d - d'$$

biće:

$$x_1 = \frac{\delta}{2} \left(\cos \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

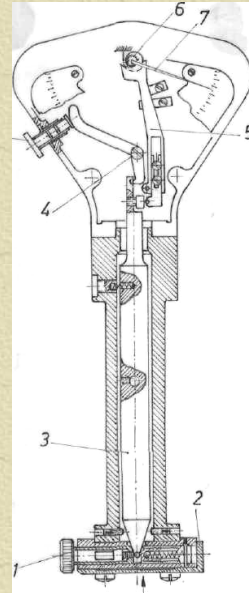


3.5. MERNI SATOVI SPECIJALNE NAMENE

Zeiss-ov "Passimeter" meri otvore dodirom u tri tačke. Rade se za prečnike (11-18)mm, (19-30)mm, (32-50)mm, (52-80) mm, (85-120) mm. Prikazan je na slici.

Pokretni pipak (1) je izmenjiv i njegova veličina zavisi od prečnika radnog predmeta. Pokretan pipak se pomera, zavisno od otvora, naslanja na zid radnog predmeta, a pomeranje se, preko konusa igle (3) prenosi na zupčasti segment (5), zupčanik (6) i kazaljku (7).

Dugme (8) služi za uvlačenje pipka, preko dvokrake poluge obrtne oko tačke (4), prili kom umetanja merila u otvor, kako se pipak ne bi oštetio.



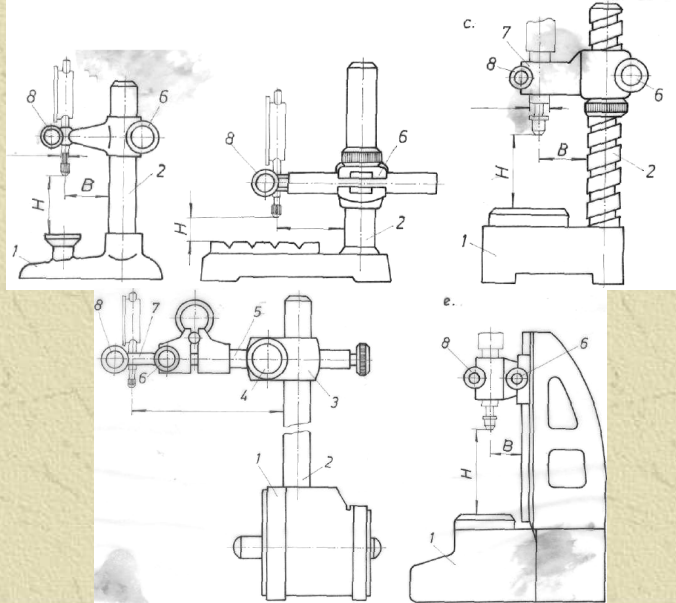
3.6. DRŽAČI MERNOG SATA

Držači služe za pričvršćivanje mernog sata, a omogućavaju i podizanje i spuštanje, zakretanje i približavanje merila predmetu, u zavisnosti od potrebe. Držači mogu imati i postolja, stalna ili izmenjiva, na koja se postavljaju merni predmeti.

Na slikama (a,b,c,d,e) prikazani su neki tipovi držača sa otvorom za prihvatanje komparatora $\varnothing 8^{H7}$ i $\varnothing 28^{H7}$. To su držači sa postoljem za postavljanje mernih predmeta, koji mogu biti okrugli ili četvrtasti, sa glatkom ili nareckanom površinom. Na sl. 3.35d imamo magnetno postolje koje se lako postavlja na željeno mesto i često se koristi u radionicama. Ovakva postolja se izradjuju u dve varijante, sa visokim i niskim stubom.

Sila odvajanja za držače sa niskim stubom ne treba da bude manja od 300 N, a sa visokim od 1000 N

3.6. DRŽAČI MERNOG SATA



3.6. DRŽAČI MERNOG SATA

Na slici prikazani su držači komparatora koje proizvodi firma C.Mahr.

