

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Universitatea de Stat „A. Russo” din Bălți  
Facultatea Științe Reale  
Catedra de științe fizice și inginerești

**Ciclul de lucrări de laborator la disciplina  
„Metrologie, standardizare și controlul calității”**

Rusnac Vladislav  
Burlacu Dumitru

**Bălți 2012**

Aprobat la Ședința Consiliului Facultății de Științe Reale din 20 martie 2012  
(proces verbal nr. 2)

Recenzenți:

Liubov Zastînceanu dr. conf. univ.

Emil Fotescu dr. conf. univ.

Pavel Pereteatcu dr. conf. cerc.

Valeriu Abramciuc dr. conf. univ.

## Aviz

la lucrarea "Ciclu de lucrări de laborator la disciplina "*Metrologie, standardizare și controlul calității*"<sup>TM</sup>, autori dr.lect.sup. Rusnac Vladislav, student Burlacu Dumitru, catedra Științe Fizice și Inginerești, Facultatea de Științe Reale, Universitatea de Stat<sup>46</sup>A. Russo" din Bălți

Pregătirea calitativă a absolvenților Universităților, în special a absolvenților specialităților cu profil pedagogic, prezintă un garant a dezvoltării progresive ulterioare a societății. Din acest motiv instituțiile superioare de învățământ, care pregătesc asemenea specialiști sunt obligate să creeze toate condițiile pentru formarea lor calitativă.

Una din căile de sporire a calității instruirii este formarea de competențe profesionale la nivel de aplicații practice, ceea ce pentru specializările în tehnică și fizică se realizează prin intermediul lucrărilor de laborator. Realizarea unei lucrări de laborator necesită o pregătire teoretică destul de serioasă, astfel devine necesară elaborarea unui îndrumar pentru dirijarea pregătirii studenților. Lucrarea "Ciclu de lucrări de laborator la disciplina "*Metrologie, standardizare și controlul calității*" prezintă un astfel de îndrumar pentru disciplina menționată în titlu, care este inclusă în programul de studiu a studenților la specializarea „Educație Tehnologică”.

Lucrarea începe cu o introducere care argumentează necesitatea studierii acestei discipline. Ulterior sînt descrise obiectivele generale ale disciplinei și procesul de realizare a lucrărilor de laborator. Procesul respectiv conține trei etape: de pregătire, de execuție și de susținere și fiecare din ele este descrisă detaliat pe pași, deoarece studenții în majoritatea cazurilor se pregătesc independent pentru fiecare etapă.

În continuare este expus textul a 4 lucrări de laborator, care au următoarea structură:

- obiectivele lucrării;
- aparate și materiale;
- noțiuni teoretice;
- mersul lucrării;
- evaluarea cunoștințelor;
- lista bibliografică.

Textul lucrării este expus clar și concis; noțiunile teoretice sînt însoțite de desenele și formulele de rigoare; mersul lucrării este descris pe etape destul de explicit, pe pași; sînt precizate conținutul raportului explicativ și întrebările de control.

Lucrarea conține unele carențe de formulări, în special în introducere, dar aceasta nu influențează asupra valorii metodice a lucrării.

În concluzie, lucrarea "Ciclu de lucrări de laborator la disciplina "*Metrologie, standardizare și controlul calității*" corespunde cerințelor actuale față de lucrări de acest tip și poate fi recomandată, cu rectificările corespunzătoare, pentru publicare, multiplicare și utilizare în procesul de instruire.

20.03.2012



Liubov Zastînceanu, dr.în pedagogie, conf.univ.  
Președintele Comisiei Metodice a FȘR, USB

## Recenzie

la lucrarea „Ciclu de lucrări de laborator (disciplina de studiu *Metrologie, standardizare și controlul calității*)” elaborată de dr., 1. sup. Rusnac Vladislav, student Burlacu Dumitru, catedra de Științe Fizice și Inginerești, Facultatea Științe Reale, Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

Lucrarea se referă la disciplina de studiu *Metrologie, standardizare și controlul calității* ce face parte din setul de discipline cu caracter tehnic incluse în planul de învățământ. Ciclul de lucrări de laborator prezentat în lucrare este constituit din 4 lucrări de laborator: Măsurarea dimensiunilor cu șublere; Măsurarea dimensiunilor și abaterilor de la forma prescrisă a suprafețelor pieselor de mașini cu micrometre; Măsurarea dimensiunilor și abaterilor de la forma prescrisă a suprafețelor pieselor de mașini cu aparate comparatoare mecanice; Măsurarea cu raportorul cu vernier a unghiurilor pieselor de mașini.

În introducerea autorii prezintă convingător într-o formă laconică rolul disciplinei de studiu *Metrologie, standardizare și controlul calității* la pregătirea studenților în domeniul tehnic. Într-o formă destul de clară sunt prezentate obiectivele generale precum și domeniile de activitate în care pot fi utilizate cunoștințele formate în cadrul disciplinei (proiectare constructivă, proiectare tehnologică, cercetare etc.).

Autorii au ales o formă reușită de prezentare a lucrărilor de laborator. Fiecare lucrare conține: denumirea lucrării de laborator, obiectivele lucrării, aparate și materiale, noțiuni teoretice, mersul lucrării, evaluarea cunoștințelor, bibliografie.

*Obiectivele* fiecărei lucrări sunt formulate clar și laconic. *Noțiunile teoretice* cuprind informații necesare și suficiente referitor la construcția, principiul de funcționare și modalitățile de utilizare a aparatelor de măsură pe parcursul efectuării lucrării de laborator.

Compartimentul *Mersul lucrării* conține informații necesare despre etapele efectuării lucrării de către student în mod de sine stătător. Compartimentul *Evaluarea cunoștințelor* conține întrebări ce vizează demonstrarea cunoștințelor studenților referitor la conținutul lucrării de laborator. *Bibliografia* din fiecare lucrare de laborator prezintă un număr necesar și suficient de surse din care studentul extrage informație referitoare la tema lucrării.

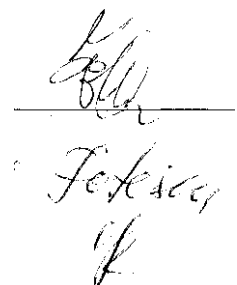
Evidențind informația deplină prezentată se poate de menționat că lucrarea conține unele imperfecțiuni de ordin tehnic (de exemplu, lipsa numărului total de pagini la sursa nr. 1 din bibliografia lucrării nr.4) care elementar pot fi corectate. Lista doleanțelor se prezintă aparte.

În consecință: lucrarea recenzată corespunde cerințelor actuale față de lucrări cu caracter metodic și merită să fie recomandată pentru prezentare în Biblioteca

Științifică a Universității. Recenzent

dr., conf. univ. Emil Fotescu

16.03.2012



## Recenzie

la ciclul de lucrări de laborator la disciplina de studii „Metrologie, standardizare și controlul calității”, elaborat de către lectorul superior dr. Rusnac Vladislav și studentul Burlacu Dumitru.

Prezentul ciclu este alcătuit din 4 lucrări de laborator, fiecare incluzând materiale pe anumite domenii.

Astfel obiectivul ciclului este axat pe cunoașterea construcției și principiului de funcționare a unor instrumente de măsură, așa cum sunt șublerul, micrometrul, aparate comparatoare mecanice și raportoare cu vernier, necesare pentru efectuarea diferitor măsurări atât în cadrul confecționării pieselor cât și în efectuarea controlului dimensional cu determinarea abaterilor de la forma geometrică.

În fiecare lucrare se vorbește despre tipurile de instrumente, construcția și principiul de funcționare ale acestora, evident că se accentuează precizia fiecărui tip de instrument în parte.

Fiecare lucrare este structurizată bine conținând obiective concrete, un vast material teoretic în care se relatează despre fiecare instrument de măsură în parte.

Este expus mersul lucrării. În lucrări este tratată metoda ajustării la zero a fiecărui tip de instrument ceea ce este foarte important în cazul efectuării controlului dimensional. Se prezintă forma de evaluare a cunoștințelor. De asemenea, la sfârșitul fiecărei lucrări sunt indicate sursele bibliografice de specialitate de care studentul se poate folosi în scopul studiului mai aprofundat a materialului.

Ciclu propus de către domniile lectorul superior dr. Rusnac Vladislav și licențiatul Burlacu Dumitru este bine venit și va putea fi utilizat de către studenții care se specializează în domeniul construcției de mașini, educației tehnologice, ingineriei mecanice, ingineriei materialelor etc.

Recenzent

Pereteatcu Pavel

el. dr. conf. cercetător

*Pavel Pereteatcu*  
*fermas form d-ului in conf. Pereteatcu Pavel*  
*in calitate de conf. cercetator*

## Introducere

Una din caracteristicile dezvoltării rapide a tehnicii contemporane, în concordanță cu progresele științei, o constituie exigența, din ce în ce mai mare, față de calitatea produselor fabricate, pentru asigurarea competitivității acestora.

Cunoștințele din domeniul toleranțelor și controlului dimensional sunt indispensabile pentru, ridicarea la nivelul tehnicii mondiale a calității produselor fabricate de industria noastră constructoare de mașini. Fără însușirea corectă a metrologiei dimensiunilor, formei și poziției relative a suprafețelor, nu se poate asigura, spori, așa cum se impune, calitatea mașinilor fabricate. Aceste afirmații au la bază faptul că, dintre factorii care influențează calitatea, pe primul loc se situează precizia dimensiunilor, formei și poziției relative a elementelor geometrice ale pieselor din structura mașinilor.

Cunoștințele despre toleranțe geometrice (dimensionale) au o importanță deosebită în formarea viitorilor specialiști în domeniul tehnicii. Numai aprofundarea acestor cunoștințe, permite inginerului proiectant să stabilească corect toleranțele necesare bunei funcționări și asigurării a interschimbabilității pieselor și subansamblurilor fabricate de producătorii individuali, precum și raționalizarea construcției în vederea facilitării procesului tehnologic.

Controlul realizării condițiilor tehnice de precizie geometrică (dimensională) în fabricație, asigură execuția produselor în limitele prescrise.

În industrie, controlul calității produselor, prin numeroasele sale metode și forme organizatorice, constituie activitatea prin care se evaluează calitatea produselor. Calitatea produselor nu poate fi asigurată fără utilizarea unor metode de control eficiente, fiabile.

Complexitatea din ce în ce mai mare a produselor și dezvoltarea rapidă a tehnologiilor de producție, cu care controlul este legat organic, impun însușirea temeinică atât a procedeelelor și metodelor tehnologice de execuție a produselor, cât și a procedeelelor, metodelor și mijloacelor de control corespunzătoare. Ca urmare, specialiștii din unitățile industriale trebuie să posede cunoștințe vaste și profunde în domeniul controlului calității produselor și, în primul rând, cunoștințe de control geometric (dimensional).

Neaprofundarea cunoștințelor de control dimensional poate conduce la alegerea greșită a metodelor și mijloacelor de măsurare, la efectuarea greșită a măsurării, la evaluarea greșită a preciziei de măsurare, la concepția și proiectarea greșită a unor metode și mijloace de măsurare. Toate acestea conduc la evaluarea greșită a calității geometrice sau, altfel spus, la falsificarea rezultatelor privind precizia geometrică, considerarea ca bune a unor piese care, de fapt, sunt rele.

Modulul „Metrologie, standardizare și controlul calității” este o disciplină fundamentală ce duce la sporirea pregătii studenților în domeniul tehnic.

Modulul dat servește drept bază pentru însușirea ciclului de discipline tehnice (tehnologia materialelor, teoria mașinilor, organe de mașini etc.) și precaută întrebări ce țin de precizia parametrilor geometrici ca o condiție necesară a interschimbabilității. Paralel sunt precauți și așa parametri importanți ca fiabilitatea și durabilitatea pieselor.

Problema sporirii calității producției, exploatării și reparației tehnicii, trebuie precaută în ansamblu folosind principiile standardizării, interschimbabilității și controlul condițiilor tehnice stabilite, din care cauză pregătirea specialistului contemporan trebuie să includă întrebări legate de standardizare, interschimbabilitate și măsurări tehnice.

### **Importanța cunoștințelor despre metrologie, standardizare și controlul calității.**

Cunoștințele despre metrologie, standardizare și controlul calității sunt utile în toate activitățile de concepție și proiectare, de execuție și exploatare, de cercetare și de instruire.

În *proiectarea constructivă* se folosesc, în special, cunoștințele despre toleranțe, la stabilirea ajustajelor îmbinărilor (asamblărilor), precum și a toleranțelor, rugozităților și undulațiilor suprafețelor pieselor componente ale produselor.

În *proiectarea tehnologică* se utilizează, în primul rând, cunoștințele despre toleranțe, la stabilirea dimensiunilor și toleranțelor tehnologice (de execuție, de fabricație, intermediare). Cunoștințele de control dimensional (controlul calității) se aplică la alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare și control, precum și la proiectarea unora din aceste mijloace (calibre și dispozitive de control).

În *execuție (fabricație)*, cunoștințele despre toleranțe se utilizează la identificarea ajustajelor, toleranțelor, rugozităților pe documentația constructivă și tehnologică. Cunoștințele de control dimensional se aplică la alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare și control, precum și la efectuarea măsurării (controlului).

În *exploatare* se folosesc, în special, cunoștințele despre control dimensional la controlul periodic al preciziei pieselor.

În *cercetare*, cunoștințele despre toleranțe și control dimensional se utilizează atât la măsurarea diferiților parametri geometrici, cât și la cercetările în domeniu, întrucât nu se poate concepe o activitate de cercetare fără însușirea profundă a cunoștințelor de bază.

În *învățământ*, cunoștințele de toleranțe și control dimensional servesc la predarea, la toate nivelele, a cunoștințelor respective.

Cunoașterea tolerării parametrilor geometrici și a controlului acestora prezintă o importanță deosebită pentru asigurarea calității geometrice a pieselor și îmbinărilor în construcția de mașini și a

economicității prelucrării. Tolerarea greșită, precum și alegerea, proiectarea și exploatarea necorespunzătoare a metodelor și mijloacelor de măsurare și control poate duce la neasigurarea cerințelor funcționale, de interschimbabilitate sau de aspect ale pieselor, fie creșterea nejustificată a costurilor de fabricație, având în vedere că, cu creșterea preciziei (scăderea toleranțelor), crește costul execuției.

### **Obiectivele generale ale disciplinei.**

Obiectivele modulului constau în formarea la viitorii specialiști din domeniul ingineriei a cunoștințelor și deprinderilor practice în folosirea și respectarea cerințelor standardelor tehnice, efectuarea calculelor precise, asigurarea metrologiei în procesul de uzinare, exploatare și reparației tehnicii.

În rezultatul însușirii modulului dat, viitorul specialist trebuie să cunoască: noțiuni și definiții în domeniul standardizării; întrebările de bază în domeniul interschimbabilității și măsurărilor tehnice; regulile de stabilire a preciziei documentelor tehnologice și de construcție; metodele de calcul și de alegere a ajustajelor standarde, a lanțurilor de dimensiuni; construcția și lucrul mijloacelor de măsură, aranjarea inițială cât și alegerea corectă a acestora.

### **Structura lucrărilor de laborator**

Fiecare lucrare de laborator după modul de efectuare se divizează în trei etape – de pregătire, de execuție, și procesul de susținere.

Etapa de pregătire include următoarele acțiuni:

- analiza surselor bibliografice referitor la tipuri de piese care vor fi supuse controlului dimensional; studentul trebuie să analizeze informație despre toleranțe, abateri de la formă și poziția suprafețelor pentru piese primite;
- studierea construcției, parametrilor de bază și principiului de funcționare a mijloacelor de măsură utilizate în procesul executării lucrării;
- studierea cu atenție schemelor de măsurare prezentate în lucrare;
- efectuarea calculelor inițiale necesare pentru executarea lucrării.

La etapa de execuție, studentul determină gradul de utilitate a mijloacelor de măsură primite, după ce trece nemijlocit la efectuarea măsurărilor.

Ultima etapă, constă în prezentarea raportului explicativ care trebuie să conțină:

- denumirea, scopul și obiectivele lucrării de laborator;
- lista instrumentelor și pieselor necesare pentru executarea lucrării;
- descrieri succinte despre aparate, construcția acestora și materiale utilizate în procesul executării lucrării;
- scheme, figuri și tabele cu date obținute în procesul măsurării.



Studentul, în procesul susținerii lucrării, va putea răspunde la întrebările indicate în instrucțiune.

### ***Lucrarea de laborator Nr.1.***

#### **Măsurarea dimensiunilor cu șublere.**

##### **Obiectivele lucrării:**

- de a face cunoștință cu destinația și construcția diferitor tipuri de șublere;
- a obține deprinderi practice de măsurare a dimensiunilor exterioare și interioare cu șublere.

##### **Aparate și materiale:**

piese de măsurat și materiale necesare, șublere (ȘȚ-1, ȘȚ-2 și ȘȚ-3), șublere de adâncime și de trasaj, masa de verificare, calele plan paralele, arbori și bucșe.

##### **Noțiuni teoretice**

Din categoria șublere, fac parte: șublerul pentru măsurarea dimensiunilor interioare și exterioare, șublerul pentru măsurarea danturii roților dințate și a adâncimilor, șublerul de trasare.

Toate aceste instrumente măsoară dimensiunile liniare absolute ale pieselor, în afară de șublerul de trasare, care se folosește pentru reproducerea dimensiunilor la trasarea unei piese.

Părțile principale ale șublerului sunt rigla gradată cu diviziuni de 1 mm și scara-vernier care alunecă în lungul riglei gradate. Pe scara vernierului se citesc fracțiunile de milimetru (zecimile ori sutimile), iar pe scara de pe riglă - milimetrii întregi. Cele mai răspândite verniere sunt verniere cu precizia de 0,1, 0,05 și 0,02 mm.

Cu scopul determinării rezultatului măsurării la numărul milimetrilor întregi, citit pe scara de pe rigla gradată de la începutul ei (liniuța zero) până la liniuța zero de pe scara vernierului, se adaugă numărul zecimilor ori sutimilor citite pe scara vernierului (fig.1).

Standardul de Stat prevede construirea a trei tipuri de șublere:

ȘȚ -1 cu precizia de 0,1 mm și limita de măsurare de la 0 - 125 mm.

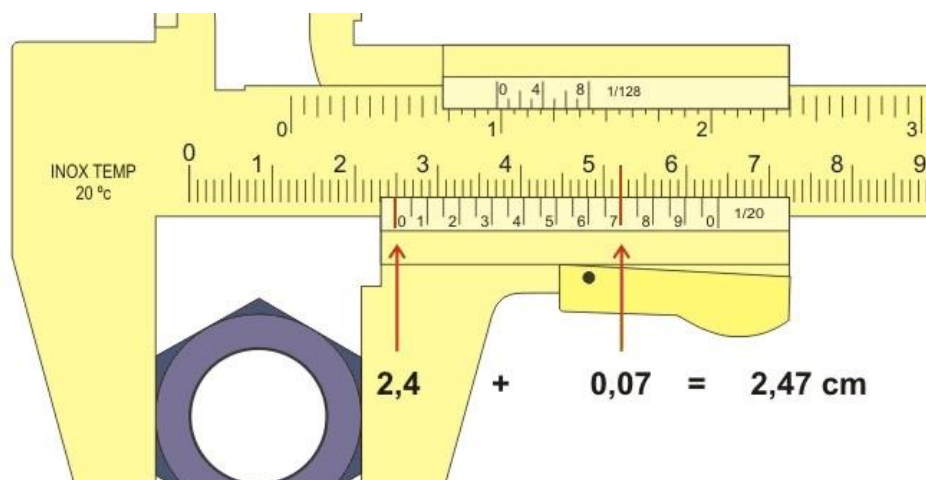


Fig.1.Citirea rezultatului măsurării.

ȘT - II cu precizia de 0,05 mm și limita de măsurare de la 0 - 160 mm, 0 - 250 ori 0 - 320 mm.

ȘT - III cu precizia de 0,1 ori 0,05 mm și limita de măsurare de la 0 - 250, 0 - 400, 250 -630, 320 - 1000 mm, etc.) .

**Șublerul ȘT-1** cu precizia de 0,1 mm se folosește la măsurarea dimensiunilor interioare și exterioare (fig.2). Este compus din riglă gradată 1, care are, la un capăt, un braț fix perpendicular pe ea și pe care poate aluneca cadrul 2, care poartă al doilea braț paralel cu primul. Ambele brațe sunt prevăzute cu ciocuri (5 și 6). Cu ajutorul șurubului fixator 4, cadrul 2 poate fi fixat în orice poziție pe rigla gradată 1.

Ciocurile inferioare 6 servesc la măsurarea dimensiunilor- exterioare, iar cele superioare 5 - la măsurarea dimensiunilor interioare.

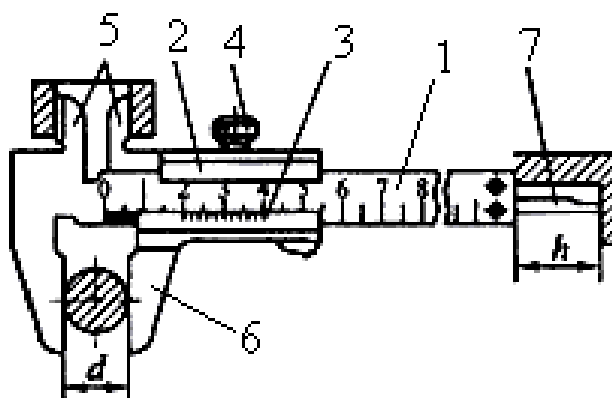


Fig.2. Vederea generală și construcția șublerului ȘT-1.

Tija de adâncime 7 este unită rigid cu cadrul 2, poate să se deplaseze împreună cu el prin canalul săpat în rigla 1 și servește la măsurarea adâncimii alezajelor, canalelor, degajărilor etc.

Scara vernierului 3 are lungimea de 19 mm și este împărțită în zece părți (diviziuni) egale. Deci, lungimea unei diviziuni este egală cu  $19 : 10 = 1,9$  mm.

Prin urmare lungimea unei diviziuni de pe scara vernierului este mai mică ca lungimea a două diviziuni de pe scara riglei cu 0,1 mm, de unde și precizia instrumentului de 0,1 mm.

Cînd ciocurile instrumentului sunt închise perfect (nu se vede lumina printre ele) liniuța zero de pe scara vernierului trebuie să coincidă cu liniuța zero de pe scara riglei, iar liniuța a zecea de pe scara vernierului - cu liniuța 19 de pe scara riglei.

**Șublerul ȘȚ-2** se folosește la măsurarea dimensiunilor interioare și exterioare și la lucrările de trasare (fig.3).

Acest șubler este compus din rigla gradată 1 cu ciocuri fixe și din cadrul 2 cu ciocuri mobile. Șuruburile 3 servesc la fixarea cadrului 2 în poziția dorită pe rigla gradată 1, pe care este trasată scara principală în milimetri. Pe cadrul mobil 2 este fixată scara - vernier 4.

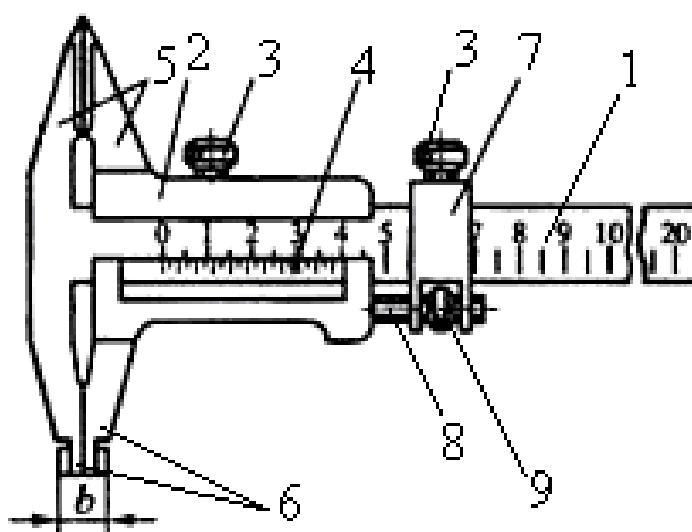


Fig.3. Vederea generală și construcția șublerului ȘȚ-2.

Dimensiuni exterioare se măsoară cu ambele perechi de ciocuri (5 și 6), iar cele interioare numai cu ciocurile 6. Capetele ciocurilor 6 se termină cu suprafețe cilindrice și au grosimea sumară de 9 ori 10 mm (este indicată pe ciocuri) și se folosesc la măsurarea dimensiunilor interioare. Capetele ciocurilor superioare 5, sunt ascuțite și se folosește la lucrările de trasare.

Șublerul ȘȚ-2 are un dispozitiv micrometric care permite reglare cu mare precizie a deplasării cadrului 2 cu ciocuri mobile pentru ajustarea la dimensiunea dată.

Dispozitivul constă din cadrul 7 al transmisiei micrometrice și din șurubul micrometric 8 cu piulița 9. Cînd cadrul 7, cu ajutorul șurubului fixator 3, este fixat pe rigla gradată 1 iar piulița 9 rotită, cadrul 2 se deplasează lin în lungul riglei gradate 1.

Scara vernierului are lungimea de 39 mm și este împărțită în 20 de părți (diviziuni) egale. Lungimea unei diviziuni, deci, este de  $39 : 20 = 1,95$  mm, adică mai scurtă decît lungimea a două diviziuni (2 mm) de pe scara principală cu 0,03 mm. Prin urmare, dacă prima diviziune (prima liniuță după liniuța zero) de pe scara vernierului coincide cu careva diviziune de pe scara principală,

șublerul indică 0,03 mm; dacă a două diviziune de pe scara vernierului coincide cu careva diviziune de pe scara principală, șublerul indică  $2 \times 0,05 = 0,10$  mm etc.

În concluzie: rezultatul măsurării, citit pe scara vernierului, se determină ca produsul dintre numărul diviziunilor la 0,05.

**Șublerul ȘȚ-3** are o singură pereche de ciocuri, situată unilateral față de rigla gradată, și servește la măsurarea dimensiunilor exterioare de la 500 pînă la 2000 mm (fig.4)

Construcția este asemănătoare cu construcția șublerului ȘȚ-2 (lipsesc ciocurile superioare). Citirea rezultatului măsurat este identică cu citirea rezultatului pe ȘȚ-2.

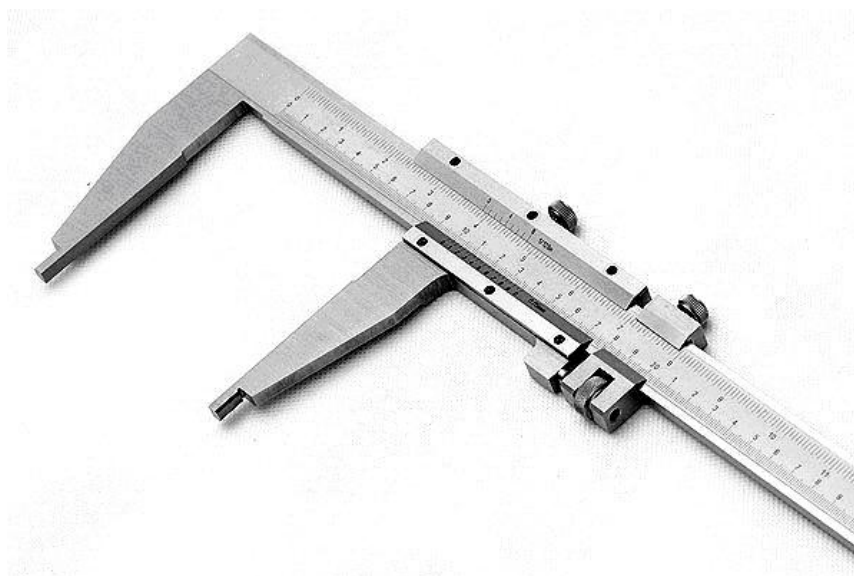


Fig.4. Vederea generală șublerului ȘȚ-3.

**Șublerul de adâncime** principal nu se deosebește de șublerul obișnuit. Se utilizează la măsurarea adâncimilor pragurilor, găurilor înfundate etc., și este compus din următoarele elemente (fig.5): rigla gradată 1 cu valoarea diviziunii de 1mm; cursorul cu vernier 3 cu un capăt în formă de talpă 2; cursorul suplimentar 6 cu mecanismul de avans fin 7; șuruburile de fixare 4 și 5.

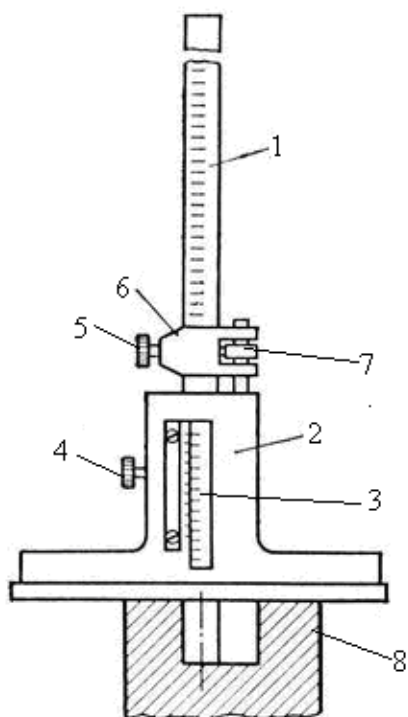


Fig.5. Vederea generală și construcția a unui șubler de adâncime.

Se măsoară cu șublerul de adâncime astfel: șublerul se așează cu talpa 2 și suprafața de măsurare pe suprafața frontală, exterioară a canalului sau a găurii înfundate 8, iar rigla gradată 1 se împinge până când suprafața de măsurare a riglei contactează cu suprafața adânciturii. Șublere de adâncime se execută cu verniere de 0,1 și 0,5mm.

**Șublerul de trasaj** este instrumentul de măsurare principal, folosit la trasarea dimensiunilor unei piese și la măsurarea diferitor înălțimi (fig.6).

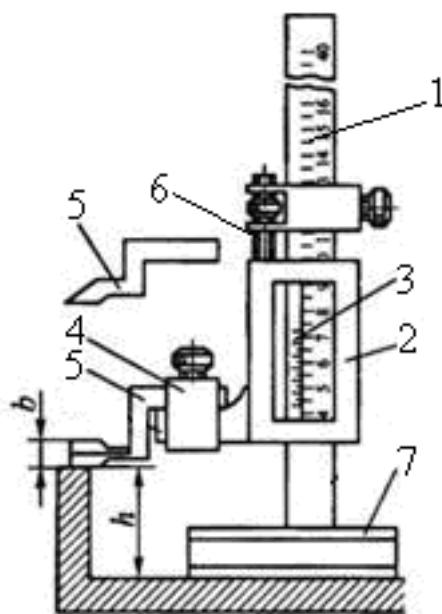


Fig.6. Vederea generală și construcția șublerului de trasaj.

Este compus din rigla gradată 1, în lungul căreia alunecă cadrul 2 purtător, al vernierului 3 și a dispozitivului 4 pentru fixarea piciorușelor de măsurare 5 ori a celor de trasaj. Din componența lui

mai fac parte transmisia micrometrică 6, care servește la ajustare cu mare precizie a instrumentului la dimensiunea dorită și talpa 7, suprafața inferioară a căreia servește ca baza de măsurare.

#### Ajustarea șublerelor la zero

#### **Șublerul (ȘȚ-1; ȘȚ-2; ȘȚ-3)**

Se aduc în contact strâns suprafețele măsurătoare ale ciocului. Dacă în această poziție fanta luminoasă lipsește și liniuțele zero de pe ambele scări coincid, șublerul este gata de măsurare.

#### **Șublerul de adâncime**

Traversa (talpa de lucru) 2 cu suprafața ei măsurătoare, se așează pe masa de verificare, iar tija 1 se apasă în jos pînă cînd capătul ei cu suprafața măsurătoare, va sprijini în masa de verificare. Dacă în această poziție liniuțele zero de pe ambele scări coincid, instrumentul este gata de măsurare.

#### **Șublerul de trasaj**

Șublerul de trasaj, cu suprafața măsurătoare a tălpii se așează pe masa de verificare. Sub piciorușul de măsurare 5 se pune o cală plan paralelă cu dimensiunea egală sau mai mare ca prima liniuța de măsurare de pe scara principală a instrumentului, în aceasta poziție liniuța zero de pe scara vernierului trebuie să coincidă cu liniuța de pe scara principală (de pe tijă) care exprimă valoarea dimensiunii calei plan - paralele folosite.

### **Mersul lucrării**

#### Măsurarea dimensiunilor exterioare.

Introduce-ți piesa de măsurat între suprafețele măsurătoare ale ciocului, destinat măsurării dimensiunilor exterioare, și cuprinde-ți cu ele piesa. Apoi, fixînd cu ajutorul șurubului fixator cadrul mecanismului micrometric pe rigla gradată, cu ajutorul transmisiei micrometrice prinde-ți strîns piesa între suprafețele măsurătoare ale ciocului. Fixați cadrul de bază și scoate-ți șublerul de pe piesă. În această poziție citiți rezultatul măsurării (milimetri întregi - pe scara principală, fracțiunile de milimetru - pe scara vernierului).

#### Măsurarea dimensiunilor interioare.

Întroduceți suprafețele măsurătoare ale ciocului, destinat măsurării dimensiunilor interioare, în cavitatea piesei, dimensiunea căreia trebuie măsurată, și apropieți-le maximal de pereții cavității. Mai departe procesul măsurării este analog cu procesul măsurării dimensiunilor exterioare.

**Nu uitați! La rezultatul măsurării, citit pe scările șublerului, se adaugă grosimea totală a ciocului (9 sau 10mm).**

#### Măsurarea cu șublerul de adâncime.

Așezați traversa (talpa de lucru) cu suprafața ei măsurătoare peste cavitate, adâncimea cărei trebuie măsurată. Coborâți rigla gradată pînă va sprijini pe fundul cavității ori pe masa de verificare. Cu ajutorul șurubului fixator, fixați cadrul mecanismului micrometric pe tija gradată.

Ținînd cu mîna stîngă traversa, cu ajutorul transmisiei micrometrice apăsați tija gradată asupra fundului cavității ori asupra mesei de verificare și, cu ajutorul șurubului de fixare, fixați cadrul de bază pe tija gradată. Scoateți instrumentul din cavitate și citiți rezultatul măsurării.

#### Măsurarea cu șublerul de trasaj.

Așezați șublerul de trasaj cu suprafața măsurătoare a tălpii pe masa de verificare și aduce-ți suprafața măsurătoare a piciorușului în contact cu piesa, înălțimea căreia trebuie măsurată. Fixați cadrul al transmisiei micrometrice pe tija gradată, cu ajutorul piuliței transmisiei micrometrice apăsați piciorușul asupra piesei și, în această poziție, fixați cadrul al vernierului pe tija gradată și citiți rezultatul măsurării.

#### Trasarea piesei.

Fixați piciorușul de trasare (este ascuțit la un capăt) în dispozitivul de pe cadru. Așezați piesa, care urmează să fie trasată, pe masa de verificare. Ajustați șublerul la dimensiunea (la înălțimea) la care piesa trebuie trasată, și în această poziție fixați cadrul pe rigla gradată. Alunecînd cu talpa instrumentului pe masa de verificare în lungul ei ori în jurul piesei, capătul ascuțit al piciorușului de trasaj va realiza trasarea piesei.

### **Evaluarea cunoștințelor**

Raportul explicativ trebuie să conțină:

1. Denumirea, scopul și obiectivele lucrării.
2. Lista instrumentelor, pieselor și a altor materiale folosite în timpul executării lucrării.
3. Descrieri succinte ale șublerelor utilizate.
4. Rezultatele măsurărilor notate pe schițele pieselor măsurate.
5. Concluzii.

Studentul va putea răspunde la următoarele întrebări:

1. Destinația și construcția diferitor tipuri de șublere.
2. Enumerați tipuri de șublere prevăzute de standard.
3. Enumerați particularitățile constructive ale acestor tipuri de șublere.

### **Bibliografie.**

1. Vasile Popa; Nicolae Bantog; Andrei Nastas; și alții. Toleranțe și control dimensional. Editura Tehnica-Info, Chișinău, 2006, 680 p.

2. Журавлёв, А. Н. Допуски и технические измерения. Москва, Высшая школа, 1964, 488 с.
3. Мягков, В. Р. Допуски и посадки. Справочник (в двух томах), Ленинград, Москва, 1979, 1032 с.
4. Серый, И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Агропромиздат, Москва, 1987, 367 с.

### *Lucrarea de laborator Nr.2.*

#### **Măsurarea dimensiunilor și a abaterilor de la forma prescrisă a suprafețelor pieselor de mașini cu micrometre.**

##### **Obiectivele lucrării:**

- de a face cunoștință cu destinația și construcția micrometrului;
- a obține deprinderi practice de măsurare cu micrometrul.

##### **Aparate și materiale:**

piese de măsurat (arbori, bușe, rulmenți); micrometre cu limita de măsurare 0-25mm, 25-50mm, 50-75mm; suport pentru fixarea instrumentului sau piesei de măsurat.

##### **Noțiuni teoretice**

Micrometrele servesc la măsurarea dimensiunilor exterioare ale pieselor. Ele folosesc cuplul șurub-piuliță pentru transformarea mișcării de rotație a șurubului micrometric în mișcare de translație.



În figura 1 este reprezentată vederea generală și construcția micrometrului cu limita de măsurare 0-25mm, cu valoarea unei diviziuni de pe scara tamburului de 0,01mm.

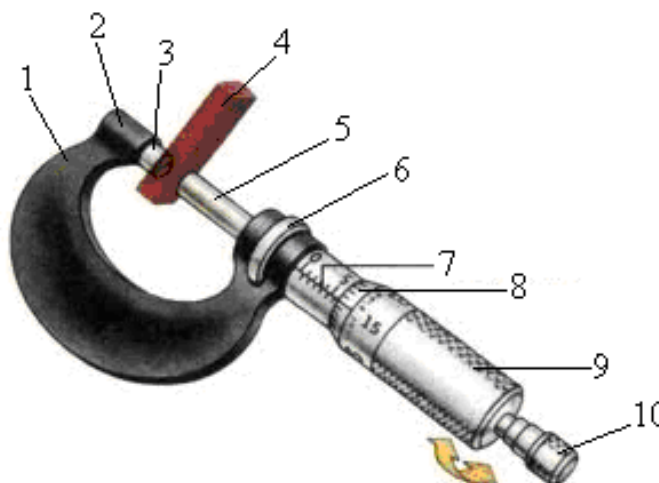


Fig.1. Vederea generală și construcția micrometrului de exterior.

Micrometrul este compus din următoarele părți componente: corpul sau potcoava 1, nicovala 2 cu suprafața de măsurare 3, bucșă 7, având în stânga suprafețe de ghidare a tijeii 5, tamburul gradat 8, capacul 9, șurub fixator 6 și dispozitivul de limitare a forței de măsurare 10. Piesa de măsurare 4 se introduce între suprafețele de măsurare a micrometrului.

Pe bucșă 7 este trasată o linie axială, din ambele părți ai căreia sunt trasate două scări cu diviziuni de 1mm. Scara liniară de sus este deplasată față de scara de jos în direcție axială cu 0,5mm. Tamburul 8 se termină cu o suprafață conică, pe care este trasată scara circulară cu cincizeci diviziuni. O diviziune de pe scara circulară are valoarea de 0,01mm, adică rotirea tamburului cu o diviziune pe scara circulară corespunde unei deplasări axiale a tijeii 5 cu 0,01mm.

Rezultatul măsurării dimensiunii cu micrometrul se determină ca suma rezultatelor citite pe scara principală și pe scara tamburului.

De reținut, ca semnificația unei diviziuni de pe scara principală este de 0,5mm, iar acelei de pe scara tamburului - de 0,01mm.

Pasul filetului cuplului elicoidal este de 0,5mm. Aceasta înseamnă că la o rotație deplină a tamburului, suprafața măsurătoare a șurubului micrometric se apropie ori se îndepartează de nicovala cu 0,5mm, adică cu o diviziune de pe scara principală. Scara tamburului conține 50 diviziuni, și dacă la o rotire deplină (cu 50 diviziuni) șurubul se deplasează cu 0,5mm, atunci la rotire numai cu o diviziune el se va deplasa cu  $0,5 : 50 = 0,01\text{mm}$  de unde și precizia instrumentului de 0,01mm.

Controlul micrometrului și ajustarea acestuia la zero

Pînă a trece la măsurarea propriuzisă, instrumentul de măsurat și piesele trebuiesc curățite de praf și ulei (mai ales suprafețele măsurătoare ale instrumentului), controlat micrometrul la zero, și dacă trebuie, sa fie ajustat.

Pentru aceasta, rotind șurubul micrometric cu ajutorul dispozitivului de limitare a forței de apăsare a instrumentului, se aduc în contact suprafețele măsurătoare ale șurubului micrometric și a nicovalei. În această poziție, liniuța zero de pe scara tamburului trebuie să coincidă cu liniuța zero (liniuța orizontală) a scării principale, iar secțiunea frontală a tamburului să se afle deasupra liniuței zero de pe scara principală. Dacă liniuțele zero nu coincid, atunci micrometrul nu este ajustat. În acest caz măsurarea nu poate avea loc deoarece rezultatul măsurării va fi inexact.

Ajustarea micrometrului la zero se face în următoarea ordine:

- cu ajutorul dispozitivului de limitare a forței de măsurare 10, se aduc în contact strîns suprafețele măsurătoare ale micrometrului și, în această poziție, cu ajutorul șurubului fixator 6, se blochează șurubul micrometric;
- se separă tamburul 8 de microșurubul prin deșurubarea carcasei dispozitivului de limitare a forței de măsurare 10, pînă la apariția jocului axial;
- se aduc în coincidență liniuțele zero ale scărilor de pe brațul cilindric și de pe tambur, și în această poziție, se înșurubează carcasa dispozitivului de limitare a forței de măsurare pînă la fixarea tamburului pe microșurub; deșurubînd fixatorul 6, deblocăm șurubul micrometric.

#### Controlul exactității ajustării.

Cu ajutorul dispozitivului de limitare a forței de măsurare, se aduc din nou în contact suprafețele măsurătoare ale șurubului micrometric și nicovalei, și dacă, în această poziție liniuțele zero coincid, micrometrul este ajustat și poate începe măsurarea. În caz contrar ajustarea se repetă în ordinea descrisă mai sus pînă la reușită.

### **Mersul lucrării**

Pentru a putea determina nu numai diametrele reale ale arborelui, ci și abaterile de la forma prescrisă a suprafețelor acestuia, măsurările se vor face în trei secțiuni diferite (la capete și la mijloc) și în două planuri reciproc perpendiculare conform schemei de măsurare (fig.2).

Pentru fiecare secțiune măsurarea se va face de trei ori, și ca rezultat definitiv, se va lua media aritmetică a rezultatelor acestor măsurări. Rezultatele celor trei măsurări pentru fiecare secțiune, se vor nota sub secțiunea respectivă pe schema de măsurare și în tabelul 1.

Fixați piesa de măsurat (arborele) în suport ori așezați-o pe masa cu axa de la sine. Apucați cu mîna stîngă micrometrul de podcoavă, iar cu cea dreaptă de dispozitivul de limitare a forței de măsurare, și rotiți șurubul micrometric împotriva acelor ceasornicului pînă cînd suprafața

măsurătoare a lui se va îndepărta de suprafața măsurătoare a nicovalei la o distanță mai mare decât dimensiunea (diametrul) pe care trebuie să o măsoarăți.

Treceți micrometrul peste piesă și fixați între suprafețele măsurătoare așa ca axa ei să se afle pe axa comună a șurubului micrometric și nicovalei (este foarte importanta evitarea dezaxării acestor axe). În această poziție, rotiți șurubul micrometric în sensul acelor ceasornicului, pînă cînd piesa (arborele) va fi cuprinsă strîns între suprafețele măsurătoare ale micrometrului.

Cu ajutorul șurubului fixator blocați șurubul micrometric, scoateți instrumentul de pe piesă și citiți rezultatul măsurării.

Rezultatul măsurării reprezintă suma rezultatelor citite respectiv pe scara principală și pe scara tamburului:

$$L_M = L_{SP} + L_T \quad (1)$$

Rezultatul măsurării, citit pe scara principală:

$$L_{SP} = 0,5n_{SP} \quad (2)$$

unde  $n_{SP}$  este numărul diviziunilor întregi, determinat pe această scară, de la începutul ei pînă la secțiunea frontală a tamburului, iar 0,5 - lungimea în mm a unei diviziuni.

Rezultatul măsurării, citit pe scara tamburului:

$$L_T = 0,01n_T \quad (3)$$

unde  $n_T$  este numărul diviziunilor, determinat pe această scară, de la liniuța zero pînă la liniuța care coincide cu liniuța zero a scării principale, iar 0,01 - lungimea în mm a unei diviziuni de pe această scară.

Exactitatea formei unei suprafețe cilindrice este determinată de exactitatea controlului ei în secțiune transversală, perpendiculară pe axa ei, și de exactitatea generatoarelor cilindrului în secțiunea diametrală longitudinală. De aceea, au fost normate două tipuri de abateri de la formă a suprafețelor cilindrice: abaterea de la conturul perfect în secțiune transversală, și abaterea de la conturul perfect în secțiune diametrală longitudinală.

#### Abaterea de la conturul perfect în secțiune transversală

Abaterea de la conturul perfect a unei suprafețe cilindrice în secțiune transversală se caracterizează prin abaterea de la conturul unui cerc perfect (de la circularitate). Cazuri particulare de abateri de acest tip sunt ovalitatea și poligonalitatea.

Ovalitatea, poate fi determinată pentru secțiune, ca diferența dintre diametrele reale maximal și minimal, măsurate în această secțiune în cele două planuri reciproc perpendiculare.

De exemplu, pentru secțiunea 1-1:

$$\Delta^{(1-1)}_{OV} = d^{(1-1)}_{Max} - d^{(1-1)}_{Min} \quad (4)$$

Ovalitatea se determină pentru toate cele trei secțiuni, și ca ovalitate pentru piesă se adoptă cea mai mare din cele trei.

Rezultatele se trec în tabelul 2.

### Abateră de la conturul perfect în secțiune longitudinală

Abateră de la conturul perfect a unei suprafețe cilindrice în secțiune longitudinală se caracterizează prin abaterea de la conturul unui cilindru perfect (abatere de la cilindricitate). Cazuri particulare de abateri de la cilindricitate sunt conicitatea, formă de butoi și formă de șa.

Până a trece la calcularea abaterii de la cilindricitate trebuie stabilit, mai întâi, tipul ei. Aceasta se face după măsurarea diametrelor reale în toate cele trei secțiuni și în ambele planuri reciproc perpendiculare, prin compararea valorilor diametrelor reale în cele trei secțiuni a fiecărui plan.

1). Dacă în planul dat diametrele reale cresc sau descresc consecutiv de la un capăt spre celălalt, piesa are formă tronsonică, abaterea se numește conicitate și se determină ca diferența dintre diametrele maximal și minimal, măsurate la capetele piesei.

De exemplu, pentru planul A:

$$\Delta^{(A)}_{\text{Con}} = d^{(A)}_{\text{Max}} - d^{(A)}_{\text{Min}} \quad (5)$$

2). Dacă în secțiunea II diametrul real este mai mare ca diametrele reale în secțiunile I și III, piesa are formă de butoi și se determină ca diferența dintre diametrul real maximal, măsurat la mijlocul piesei, și diametrul real minimal, măsurat la unul din capetele piesei.

De exemplu, pentru planul B:

$$\Delta^{(B)}_{\text{F. B.}} = d^{(B)}_{\text{Max}} - d^{(B)}_{\text{Min}} \quad (6)$$

3). Dacă în secțiunea II diametrul real este mai mic ca diametrul real în secțiunile I și III, abaterea se numește abatere de formă de șa și se determină ca diferența dintre diametrul real maximal, măsurat la unul din capetele piesei, și diametrul real minimal măsurat la mijlocul piesei.

De exemplu:

$$\Delta^{(A)}_{\text{F. Ș.}} = d^{(A)}_{\text{Max}} - d^{(A)}_{\text{Min}} \quad (7)$$

Abateri de la formă în secțiune longitudinală (conicitate, formă de butoi și formă de șa) se determină pentru ambele planuri, și valoarea cea mai mare a abaterii se adoptă pentru piesă (tronson).

### **Evaluarea cunoștințelor**

Raportul explicativ trebuie să conțină:

1. Denumirea, scopul și obiectivele lucrării.
2. Lista instrumentelor, pieselor și a altor materiale folosite în timpul executării lucrării.
3. Descrieri succinte ale micrometrelor utilizate.
4. Rezultatele măsurărilor notate pe schițele pieselor măsurate și în tabele.
5. Concluzii.

Studentul va putea răspunde la următoarele întrebări:

1. Destinația și construcția micrometrelor.
2. Cu ce precizie se măsoară dimensiunea unei piese cu micrometrul.
3. Care dimensiune se numește nominală (reală).
4. Cu ce începe procesul măsurării unei piese.

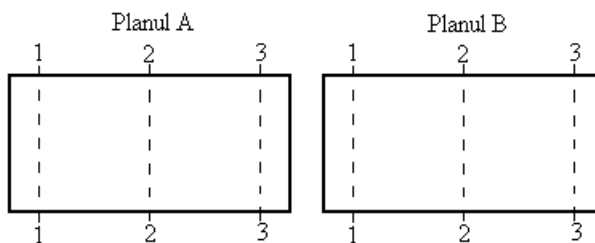


Fig.2. Schema de măsurare

Tabelulul 1.

Piesa	Secțiunea	Diametrele reale	
		Planul A	Planul B
1	1-1		
	2-2		
	3-3		
2	1-1		
	2-2		
	3-3		

Tabelul 2.

Abateră de la forma prescrisă		Valoarea abaterii, mm			
		Piesa			
		1	2	3	4
Ovalitatea în secțiunea	1-1				
	2-2				
	3-3				
Conicitatea	Planul A				
	Planul B				
Abateră forma de butoi, și forma de șa	Planul A				
	Planul B				

### Bibliografie.

1. Vasile Popa; Nicolae Bantoi; Andrei Nastas și alții. Toleranțe și control dimensional. Editura Tehnica-Info, Chișinău, 2006, 680 p.
2. Журавлёв, А. Н. Допуски и технические измерения. Москва, Высшая школа, 1964, 488 с.
3. Мягков, В. Р. Допуски и посадки. Справочник (в двух томах), Ленинград, Москва, 1979, 1032 с.
4. Серый, И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Агропромиздат, Москва, 1987, 367 с.

### ***Lucrarea de laborator Nr.3***

#### **Măsurarea dimensiunilor și a abaterilor de la forma prescrisă a suprafețelor pieselor de mașini cu aparate comparatoare mecanice.**

##### **Obiectivele lucrării:**

- de a face cunoștință cu destinația și construcția aparatelor comparatoare mecanice;
- a obține deprinderi practice de măsurare a dimensiunilor cu aparate comparatoare mecanice.

##### **Aparate și materiale:**

aparate comparatoare mecanice (cu roți dințate) cu valoarea diviziunii de 0,01mm; setul de cale plan-paralele; suport pentru fixarea comparatoarelor; piese pentru măsurare (arbori, bușe, rulmenți).

### **Noțiuni teoretice**

Comparatoare mecanice se folosesc atât la măsurarea dimensiunilor reale ale piesei, cât și la determinarea (ca rezultat al măsurării) abaterilor de la forma prescrisă a suprafețelor pieselor de mașini. Spre deosebire de alte instrumente de măsurare (șublere, micrometre), care măsoară direct dimensiunile liniare ale unei piese, aparate comparatoare mecanice măsoară aceste dimensiuni indirect, adică comparându-le cu calele de lungime plan-paralele.

Metodica măsurărilor dimensiunilor reale prin compararea lor cu calele de lungime plan-paralele constă în următoarele: cu comparatorul se măsoară abaterea de la dimensiunea nominală ( $d_n$ ) a piesei (dimensiunea nominală se determină prin măsurarea cu șublerul a acestei piese), apoi se determina dimensiunea reală ( $d_r$ ). Dimensiunea reală este suma algebrică a dimensiunii nominale și a abaterii, adică  $d_r = d_n + \Delta$ , unde abaterea poate fi pozitivă și negativă.

În figura 1 este reprezentat comparator mecanic (cu roți dințate) fixat în suport. Ca bază pentru comparator servește carcasa 2. Carcasa 2 este străbătută de tija măsurătoare 3, purtătoare a vârfului măsurător 4, cu suprafața frontală inferioară sferică. În interiorul carcasei este montat mecanismul de transmitere care este, de fapt, un angrenaj cu cremalieră. Pe tija măsurătoare 3, este realizată cremalieră. Deplasarea tijeii cremaliere 3, prin intermediul unor roți dințate, este transmisă acului indicator 5, rotirea căruia poate fi determinată pe scara cadranului 6.

Pentru ajustarea comparatorului la zero, cadranul 6 poate fi rotit pe rama mobilă. Comparatorul cu roți dințate este un cap de măsurare, care poate fi fixat în diferite suporturi, stative și alte dispozitive de manșonul de fixare 7.

Cadranul rotund conține 100 diviziuni, iar pasul cremalierei este egal cu 1mm. Aceasta înseamnă, că la deplasarea tijeii - cremaliere 3 cu 1 mm, acul indicator va face o rotație completă (100 diviziuni), iar la deplasarea tijeii cu 0,01mm, acul se va întoarce numai cu 1 diviziune.

În procesul măsurării, pe talpa 9 se așează piesele de măsurat ori calele plan-paralele 10 (în timpul ajustării la zero a indicatorului), iar pe montantul 1 alunecă brațul în consolă 8, în care se fixează indicatorul și care poate fi blocat în orice poziție pe montant cu șurubul fixator.

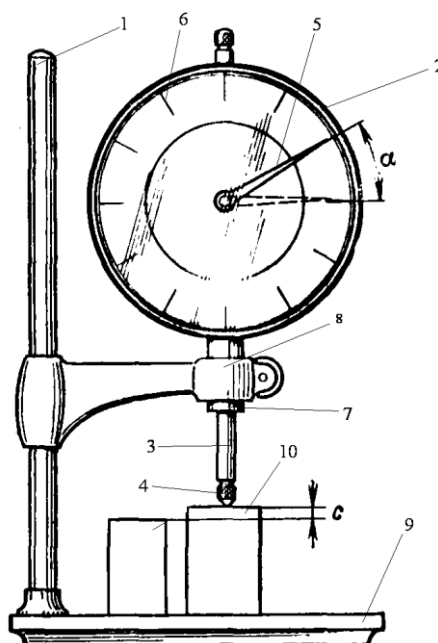


Fig. 1. Vederea și construcția generală a comparatorului mecanic cu roți dințate.

Pentru ajustarea comparatorului la zero și la dimensiunea nominală, se folosesc calele plan-paralele de lungime. Ele sunt niște plăcuțe plan-paralele din oțel cu suprafețe de măsurat plane și foarte precis prelucrate, cu rugozitatea foarte mică.

Dimensiunile calelor se realizează cu toleranța de 0,1 – 2,0, în dependența de dimensiunea nominală și clasa de precizie a calelor. Calele sunt grupate în truse în diferite complete. Mai frecvent este utilizată trusa N 1, în care sunt împachetate 87 cale cu lungimea de la 0,5mm pînă la 100mm.

Comoditatea utilizării calelor plan-paralele rezidă nu numai în precizia și diversitatea lor, ci și în faptul că, avînd o înaltă planicitate și fină rugozitate, ele posedă proprietatea de a se lipi una cu alta. Datorită acestei proprietăți, din cale se pot compune blocuri de diferite dimensiuni.

### Mersul lucrării

Pînă a trece la măsurarea propriuzisă, studentul trebuie să efectueze următoarele lucrări și operațiuni:

- să curățe de praf suprafețele pieselor și a talpei (măsuței suportului);
- studiind vizual suprafața piesei de măsurat, să se convingă că ea nu conține defecte, care ar face măsurarea ei imposibilă. (Cu ajutorul comparatorului cu roți dințate se pot măsura numai piesele cu suprafețele plin prelucrate);
- cu ajutorul șublerului să stabilească dimensiunea nominală a piesei de măsurat, apoi să prepare din calele de lungime plan-paralele, blocul, dimensiunea căruia va fi egală cu dimensiunea nominală a acestei piese;



- d) să fixeze comparatorul în brațul consol al suportului, iar pe acesta să-1 blocheze pe montanul suportului la o înălțime mai mare ca dimensiunea nominală a piesei;
- e) să stabilească prin măsurare planul diametral în care diametrul piesei de măsurat este maximal și să-1 marcheze pe piesă. Diametrul minimal al piesei se va afla în planul reciproc perpendicular;
- f) să ajusteze comparatorul la dimensiunea nominală, iar cadranul la zero.

#### Ajustarea indicatorului la dimensiunea nominală și cadranului la zero.

Pentru ajustarea la dimensiunea nominală și la zero, blocul din cale se așează cu cală mai lungă pe măsura suportului. Apoi apucînd cu mîna stîngă brațul, iar cu cea dreapta desșurubînd șurubul de blocare a acestuia pe montantul suportului, de coborît lin brațul cu comparator pînă la atingerea vîrfului măsurător al indicatorului de suprafața măsurătoare a calei, și de continuat coborîrea pînă cînd acul principal al comparatorului va face o rotație completă. În această poziție brațul va fi blocat din nou pe montant. În continuare apăsînd cu mîna stîngă blocul din cale asupra măsutei, cu mîna dreapta rotiți cadranul comparatorului pînă cînd axa liniuței zero de pe el nu va coincide cu axa acului indicator principal.

Pentru controlul ajustării corecte a comparatorului la zero, acesta se ridică cu mîna dreaptă de capătul superior, iar cu mîna stîngă se îndepărtează de pe măsura blocul din cale. Apoi, se așează blocul de cale din nou pe măsura și lin se coboară tija măsurătoare pînă la atingerea cu suprafața calei. Dacă, după această operație, axele liniuței zero de pe cadran și a acului indicator principal coincid – comparatorul este ajustat la zero corect, dacă axele nu coincid - ajustarea trebuie repetată.

#### Măsurarea diametrelor reale.

Luați piesa de măsurat cu degetele ambelor mîini, puneți pe măsura suportului cu secțiune, în care doriți să faceți măsurarea, în dreptul vîrfului măsurător al comparatorului. Apoi, alunecînd cu ea pe măsura suportului (fară a rostogoli) introduceți sub vîrful măsurător al comparatorului cu secțiunea diametrală. Această secțiune se observă după schimbarea sensului rotirii acului indicator: la început acul indicatorului se rotește în sensul rotirii acelor ceasornicului, în timpul aflării sub vîrful măsurător a secțiunii diametrale el pentru o clipă se oprește, apoi, începe să se rotească în sens opus după ce sub vîrful măsurător a trecut secțiunea diametrală.

În poziția maximului, cînd sub vîrful măsurător al indicatorului se află secțiunea diametrală, rulați de cîteva ori piesa de la șine spre - spre șine (fară să lunecați cu ea pe măsura suportului) și fixați liniuța cea mai îndepărtată la care ajunge acul comparatorului cînd se rotește în sensul acelor ceasornicului.

Pe cadranul comparatorului numărați cîte diviziuni sunt de la această liniuța pînă la liniuța zero și, înmulțind numărul lor la valoarea unei diviziuni (0,01mm) determinați valoarea abaterii de la dimensiunea nominală. Abaterea va fi negativă - dacă acul comparatorului nu ajunge la liniuța

zero de pe cadranul acestuia, și pozitivă – dacă acul trece peste liniuța zero. Dimensiunea reală se determină ca suma algebrică a dimensiunii nominale și a abaterii pentru orice secțiune.

Rezultatele măsurărilor se introduc în tabelul 1.

#### Măsurarea abaterilor de la forma prescrisă a suprafețelor cilindrice.

Pentru determinarea abaterii de la forma prescrisă a suprafeței unei piese cilindrice cu comparatorul mecanic, nu este necesar de a determina diametrul real. Ea poate fi determinată cunoscând numai abaterile de la diametrele nominale măsurate în trei secțiuni (la capete și la mijloc) și în două planuri reciproc perpendiculare.

Exactitatea formei unei suprafețe cilindrice este determinată de exactitatea conturului în secțiunea transversală (perpendiculară pe axă) și a generatoarelor cilindrului în secțiunea diametrală longitudinală. Din aceste motive au fost normate două tipuri de abateri de la formă a suprafețelor cilindrice: abaterea de la conturul perfect în secțiunea transversală și abaterea de la conturul perfect în secțiunea diametrală longitudinală.

#### Abaterea de la contur în secțiunea transversală.

Abaterea de la conturul perfect în secțiunea transversală a unei suprafețe cilindrice se caracterizează prin abaterea de la contrurul unui cerc perfect (abatere de la circularitate). Cazuri particulare de abateri de la contrul unui cerc perfect sunt ovalitatea și poligonitatea.

Ovalitatea se determină (pentru o secțiune), ca diferența algebrică dintre abaterile de la dimensiunea nominală, măsurate în această secțiune în două plane reciproc perpendiculare.

Ovalitatea se determina pentru toate cele trei secțiuni, și cea mai mare dintre ele se adoptă ca ovalitate pentru piesa măsurată.

#### Abaterea de la contur în secțiunea longitudinală.

Abaterea de la contur a unei suprafețe cilindrice în secțiunea diametrală longitudinală se caracterizează prin abaterea de la conturul unui cilindru perfect (abatere de la cilindricitate). Cazuri particulare de abateri de la cilindricitate sunt conicitatea (forma de butoi și forma de șa).

Conicitatea este abaterea de la paralelism a generatoarelor cilindrelor, iar forma de butoi și forma de șa - abatere de la liniaritatea generatoarelor cilindrului.

Înainte de a trece la calcularea abaterii de la cilindricitate trebuie, mai întâi, de stabilit tipul ei. Aceasta se face, după executarea măsurărilor și determinarea abaterilor de la dimensiunea nominală în toate cele trei secțiuni și în ambele planuri reciproc perpendiculare, prin analiza valorilor numerice ale abaterilor.

Dacă în planul dat abaterile cresc sau descresc consecutiv de la un capăt al piesei spre celălalt, piesa are forma tronsonică. Abaterea se numește conicitate, și se determină ca diferența algebrică dintre abaterea de la dimensiunea nominală maximală măsurată la unul din capetele piesei, și abaterea de la dimensiunea nominală minimală măsurată la celălalt capăt al piesei.

Conicitatea se determina pentru ambele planuri reciproc perpendiculare și cea mai mare este adoptată ca conicitate pentru piesa dată.

Rezultatele măsurărilor și calculelor se introduc în tabelul 2.

Dacă abaterile (din același plan diametral în toate cele trei secțiuni sunt pozitive și în secțiunea II abaterea este mai mare ca abaterile din secțiunile I și III (fig.2), ori dacă abaterile sunt toate negative și în secțiunea II abaterea după valoarea absolută este mai mică ca abaterile după valoarea absolută din secțiunile I și III, piesa are forma de butoi, abaterea se numește abatere formă de butoi și se determină ca diferența algebrică dintre abaterea de la dimensiunea nominală maximală, măsurată la mijlocul piesei, și abaterea de la dimensiunea nominală minimală, măsurată la unul din capetele piesei.

Dacă toate abaterile de la dimensiunea nominală din același plan diametral longitudinal sunt pozitive și în secțiunea II abaterea este mai mică ca abaterile în secțiunile I și III, sau dacă abaterile sunt toate negative și în secțiunea II abaterea după valoarea absolută este mai mare ca abaterile după valoarea absolută din secțiunile I și III, piesa are formă de șa. Abaterea se numește abatere formă de șa, și se determină ca diferența algebrică dintre abaterea de la dimensiunea nominală maximală, măsurată la unul din capetele piesei, și abaterea de la dimensiunea nominală minimală, măsurată în secțiunea de la mijlocul piesei.

Abaterile formă de butoi și formă de șa se determină pentru ambele planuri și cea mai mare din ele se ia ca abatere pentru piesă.

Rezultatele măsurărilor și calculelor se introduc în tabelul 2.

### **Evaluarea cunoștințelor**

Raportul explicativ trebuie să conțină:

1. Denumirea, scopul și obiectivele lucrării.
2. Lista instrumentelor, pieselor și a altor materiale folosite în timpul executării lucrării.
3. Descrieri succinte ale aparatelor comparatoare utilizate.
4. Rezultatele măsurărilor notate pe schițele pieselor măsurate și în tabele.
5. Concluzii.

Studentul va putea răspunde la următoarele întrebări:

1. Destinația și construcția aparatelor comparatoare mecanice.
2. Ce piese și care dimensiuni ale piesei se măsoară cu comparatoare mecanice?
3. Cu ce precizie se măsoară dimensiunea unei piese?
4. Cu ce începe procesul măsurării unei piese?
5. Ce este ovalitatea, conicitatea, forma de butoi și șa?

Tabelul 1.

Piesa	Dimensiunea nominală, mm	Secțiunea	Valoarea abaterii, mm		Dimensiunea reală, mm	
			Planul A	Planul B	Planul A	Planul B
Arbore		1-1				
		2-2				
		3-3				
Bucșă		1-1				
		2-2				
		3-3				
Rulment		1-1				
		2-2				
		3-3				

Tabelul 2.

Denumirea piesei	Abaterea de la forma	Valoarea abaterii, mm			
Arbore	Ovalitatea în secțiunea 1-1 2-2 3-3 Ovalitatea piesei				
		Conicitatea	Forma de butoi	Forma de șa	
	Conicitatea				
	Forma de butoi				Pl. A
	Forma de șa				Pl. B
	Abaterea pentru piesa				
Bucșă	Ovalitatea în secțiunea 1-1 2-2 3-3 Ovalitatea piesei				
		Conicitatea	Forma de butoi	Forma de șa	
	Conicitatea				
	Forma de butoi				Pl. A
	Forma de șa				Pl. B
	Abaterea pentru piesa				
Rulment	Ovalitatea în secțiunea 1-1 2-2 3-3				

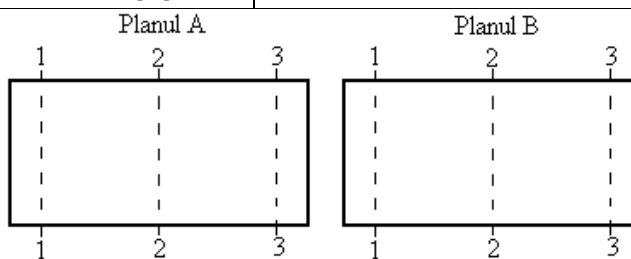


Fig.2. Schema de măsurare

### **Bibliografie.**

1. Vasile Popa; Nicolae Bantoș; Andrei Nastas și alții. Toleranțe și control dimensional. Editura Tehnica-Info, Chișinău, 2006, 680 p.
2. Журавлёв, А. Н. Допуски и технические измерения. Москва, Высшая школа, 1964, 488 с.
3. Мягков, В. Р. Допуски и посадки. Справочник (в двух томах), Ленинград, Москва, 1979, 1032 с.
4. Серый, И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Агропромиздат, Москва, 1987, 367 с.

### ***Lucrarea de laborator Nr.4.***

#### **Măsurarea cu raportorul cu vernier a unghiurilor pieselor de mașini.**

##### **Obiectivele lucrării:**

- de a face cunoștință cu destinația și construcția raportoarelor cu vernier;
- a obține deprinderi practice de măsurare a unghiurilor cu aceste instrumente.

##### **Aparate și materiale:**

raportor cu vernier pentru măsurarea unghiurilor exterioare (RE); raportoare cu vernier universale pentru măsurarea unghiurilor exterioare și interioare (RU); piese de măsurat (calibre plate unghiulare, piese plate de formă prismatică, etc.).

### Noțiuni teoretice

Raportorul (RE) măsoară unghiuri exterioare de la  $0^\circ$  -  $180^\circ$ . Vederea generală a unui așa tip de raportor este prezentată în figura 1. Ca bază pentru raportor servește semicercul 1 (o jumătate de cerc) pe care este trasată scara principală 2 cu valoarea unei diviziuni de  $1^\circ$ . Pe muchia semicercului este fixată rigid rigla de măsurare 3, iar în centrul lui - axul 4, în jurul căruia se rotește sectorul 5 care face corp comun cu rigla de măsurare deplasabilă 6.

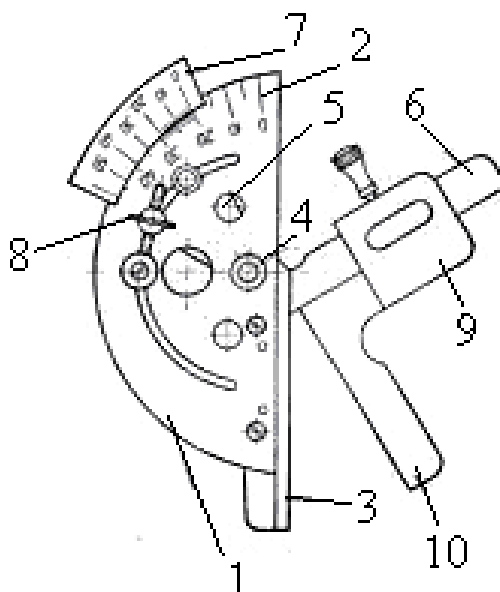


Fig.1. Vederea și construcția generală a unui raportor cu vernier destinat pentru măsurarea unghiurilor exterioare.

Pe sectorul 5 sunt fixate scara vernierului 7 cu valoarea unei diviziuni  $2'$  și fixatorul 8. Pe rigla deplasabilă 6, cu ajutorul portcornierului 9, poate fi montat cornierul detașabil 10.

Raportorul universal (RU) prezentat în figura 2 poate măsura atât unghiuri exterioare de la  $0^\circ$  până la  $180^\circ$ , cât și unghiuri interioare de la  $40^\circ$  până la  $180^\circ$ .

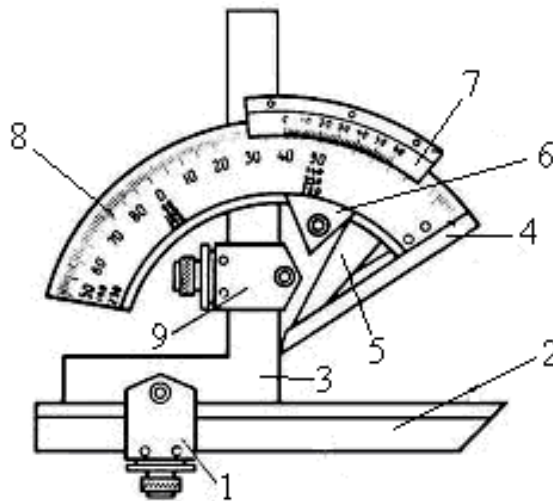


Fig.2. Vederea și construcția generală a unui raportor universal.

Este compus din cadrul 1, ce servește la prinderea riglei 2, cu muchie activă, de echerul 3, la acestea se adaugă rigla 4, solidară cu placa 5 și cu sectorul gradat 8, opritorul 6, sectorul 7, pe care este trasat vernierul și cadrul 9, ce prinde placa 5 la echerul 3. Folosind, succesiv, diferitele poziții de montare a riglei 2 și 4, precum și echerul 3 se pot măsura unghiuri de la 0 la 360° cu precizia de 2'.

### Mersul lucrării

Pînă a începe măsurările, studentul trebuie:

- să curățe de praf sau de ulei suprafețele de măsurat ale unghiului piesei, să stabilească tipul și complectul instrumentului, să-și aleagă piesele complementare pentru asamblarea raportorului în complectul necesar măsurării unghiului dat;
- să asambleze instrumentul în complectul necesar, și numai apoi, să treacă la măsurarea propriuzisă a unghiului dat.

#### Citirea pe raportor a rezultatului măsurării.

Citirea rezultatului măsurării de pe raportor este analogă cu citirea rezultatului măsurării de pe șubler: pe scara principală, de la începutul ei (de la liniuța zero) pînă la liniuța zero de pe scara vernierului, se determină numărul gradelor întregi, iar pe scara vernierului, de la începutul ei pînă la liniuța care coincide perfect cu liniuța de pe scara principală, se determină numărul minutelor.

**Atenție! Semnificația (valoarea) unei diviziuni de pe scara vernierului la diferite instrumente poate fi diferită și trebuie stabilită pentru fiecare în parte.**

**Valoarea unghiului citit pe instrument se notează cu simbolul  $\alpha_{cit}$ .**

#### Determinarea valorii reale a unghiului măsurat

Valoarea reală a unghiului măsurat (se notează cu simbolul  $\alpha_{real}$ ), nu întotdeauna este egală cu valoarea unghiului citită pe instrument. Mai jos este prezentat tabelul 1, cu ajutorul căruia se

poate determina valoarea reală a unghiului măsurat în dependență de mărimea lui și de tipul raportorului utilizat la măsurate.

Unghiul se măsoară de trei ori, notându-se de fiecare dată valoarea unghiului citit. Se determină valoarea medie care și se folosește la determinarea valorii reale.

Tabelul 1.

Tipul raportorului	Raportorul RE		Raportorul RU						
			Unghiuri exterioare				Unghiuri interioare		
Limitele unghiului	0-90°	90°-180°	0-50°	50°-90°	90°-140°	140°-180°	40°-90°	90°-130°	130°-180°
Valoarea reală a unghiului									

Măsurarea unghiurilor exterioare cu raportorul (RE).

a). Măsurarea unghiurilor 0°-90°.

Se face cu raportorul (RE) în complect cu cornierul complementar. Unghiul real (este egal cu unghiul citit):

$$\alpha_{\text{real.}} = \alpha_{\text{cit.}} \quad (1)$$

b). Măsurarea unghiurilor 90°-180°.

Se face cu raportorul (RE) fără cornierul complementar. Unghiul real este egal:

$$\alpha_{\text{real.}} = \alpha_{\text{cit.}} + 90^\circ \quad (2)$$

Valorile unghiurilor citit și real se trec în tabelul 2.

Măsurarea unghiurilor exterioare cu raportorul (RU).

a). Măsurarea unghiurilor 0-50°.

Se face cu raportorul (RU) în complect cu cornierul complimentat și rigla detașabilă. Unghiul real (este egal cu unghiul citit):

$$\alpha_{\text{real.}} = \alpha_{\text{cit.}} \quad (3)$$

b). Măsurarea unghiurilor 50°-90°.

Se face cu raportorul (RU) în complect numai cu cornierul complementar. Unghiul real (este egal cu unghiul citit):

$$\alpha_{\text{real.}} = \alpha_{\text{cit.}} \quad (4)$$

c). Măsurarea unghiurilor 90°-130°.

Se face cu raportorul (RU) în complect cu cornierul complementar. Unghiul real este egal:

$$\alpha_{\text{real.}} = \alpha_{\text{cit.}} + 90^\circ \quad (5)$$

d). Măsurarea unghiurilor 130°-180°.

Se face cu raportorul (RU) în complect cu cornierul complementar.



Unghiul real este egal:

$$\alpha_{\text{real.}} = \alpha_{\text{cit.}} + 90^\circ \quad (6)$$

Valorile unghiurilor real și citit se introduc în tabelul 2.

#### Măsurarea unghiurilor interioare.

a). Măsurarea unghiurilor 40°-90°.

Se face cu raportorul (RU) fără cornierul complimentar și fără rigla detașabilă . Unghiul real este egal:

$$\alpha_{\text{real.}} = 90^\circ - \alpha_{\text{cit.}} \quad (7)$$

b). Măsurarea unghiurilor 90°-130°.

Se face cu raportorul (RU) fără cornierul complimentat și fără rigla detașabilă 6. Unghiul real este egal:

$$\alpha_{\text{real.}} = 180^\circ - \alpha_{\text{cit.}} \quad (8)$$

c). Măsurarea unghiurilor 130°-180°.

Se face cu raportorul (RU) în complet numai cu cornierul complimentar. Unghiul real este egal:

$$\alpha_{\text{real.}} = 180^\circ - \alpha_{\text{cit.}} \quad (9)$$

### **Evaluarea cunoștințelor**

Raportul explicativ trebuie să conțină:

1. Denumirea, scopul și obiectivele lucrării.
2. Lista instrumentelor, pieselor și a altor materiale folosite în timpul executării lucrării.
3. Descrieri succinte ale raportoarelor cu vernier de tipul (RE) și (RU).
4. Rezultatele măsurărilor notate pe schițele pieselor măsurate și în tabele.
5. Concluzii.

Studentul va putea răspunde la următoarele întrebări:

1. Destinația și construcția raportoarelor de tipul (RE) și (RU).
2. Ce este vernierul?
3. Particularitățile măsurării unghiurilor cu raportoarele de tipul (RE) și (RU).
4. Cum se assemblează raportoarele de tipul (RE) și (RU).

Tabelul 2

Nr. unghiului	Unghi exterior sau interior	Tipul raportorului și complectului	$\alpha_{\text{cit.}}$	$\alpha_{\text{real.}}$

### **Bibliografie**

5. Popa, Vasile ș.a. Toleranțe și control dimensional. Ch. : Ed. Tehnica-Info, Chișinău, 2006, 680 p.
6. Журавлёв, А. Н. Допуски и технические измерения. М. : Высш. шк., 1964. 488 p.
7. Мягков, В. Р. Допуски и посадки. Справочник (в двух томах), Л.- М., 1979. 1032 p.
8. Серый, И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М. Агропромиздат, 1987. 367 p.