

**FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI  
ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

**Florentin Cioată**

**Adriana Munteanu**

**TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL  
Lucrarea de laborator nr. 1**

**Iași, 2019**

## LUCRAREA NR. 1.

### CONTROLUL DIMENSIUNILOR EXTERIOARE ȘI INTERIOARE CU INSTRUMENTE CU VERNIER LINIAR (ȘUBLERE)

#### **Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 1:**

- măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare cu șublere de exterior;
- măsurarea înălțimilor cu șublere de înălțime;
- măsurarea adâncimilor cu șublere de adâncime;
- completarea fișei de control.

#### **1. Scopurile lucrării**

• cunoașterea construcției șublerelor obișnuite (de exterior, de înălțime, de adâncime); cunoașterea modului de măsurare a dimensiunilor exterioare și interioare cu șublere obișnuite.

• cunoașterea modului de citire a dimensiunii măsurate cu un șubler cu vernier.

• cunoașterea modului de întocmire a fișei de control și de luare a deciziei cu privire la piesa controlată.

#### **2. Considerații generale**

##### **2.1. Instrumente cu vernier liniar**

Instrumentele cu vernier liniar sunt instrumente care au în construcția lor o scară mică de repere numită **vernier**, cu ajutorul căreia se citesc fracțiunile de milimetru. Instrumentele cu vernier liniar sunt cunoscute sub denumirea curentă de **șublere**.

##### **2.1.1. Clasificarea instrumentelor cu vernier liniar.**

Instrumentele cu vernier liniar se clasifică după o serie de criterii din care, mai importante sunt:

##### **C.1. După categoria de dimensiuni pe care o măsoară:**

- șublere obișnuite, folosite pentru măsurări obișnuite (fig. 1):
  - șublere de exterior, pentru măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare (fig. 1.a, b, c);
  - șublere de înălțime, pentru măsurarea înălțimilor (fig. 1.e);
  - șublere de adâncime, pentru măsurarea adâncimilor (fig. 1.d).
- șublere speciale, folosite la măsurarea unor anumite dimensiuni liniare. Exemplu: șubler pentru roți dințate.

##### **C.2. După valoarea limitei superioare de măsurare L:**

L = 150; 200; 300; 500; 800; 1000; 1500; 2000 mm.

##### **C.3. După valoarea diviziunii vernierului:**

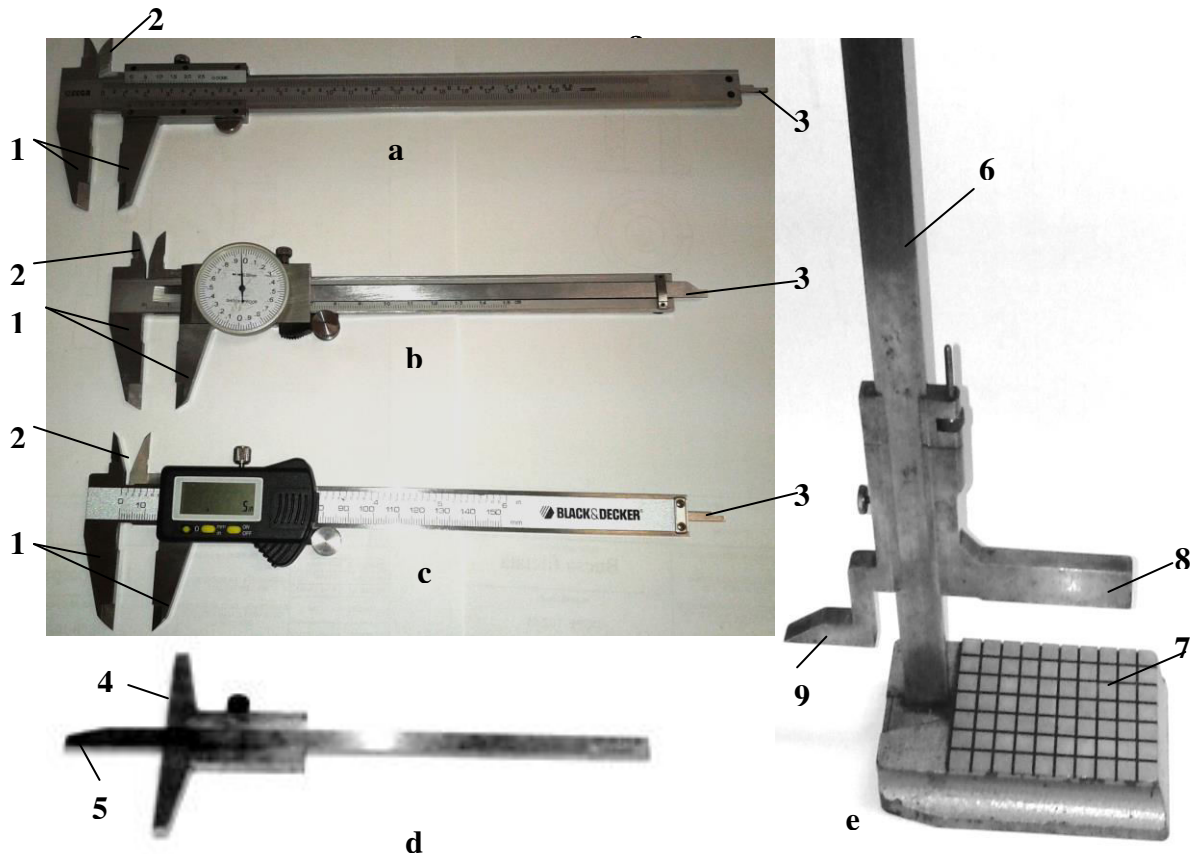
- șublere cu valoarea diviziunii vernierului de 0,1 mm;
- șublere cu valoarea diviziunii vernierului de 0,05 mm;
- șublere cu valoarea diviziunii vernierului de 0,02 mm.

#### C.4. După modul de indicare a dimensiunii măsurate:

- șublere cu vernier (fig. 1.a);
- șublere cu cadran (fig. 1.b);
- șublere digitale (fig. 1.c).

#### C 5. După clasa de precizie:

- șublere din clasa de precizie 1;
- șublere din clasa de precizie 2.



**Fig. 1. Șublere obișnuite**

a.-șubler de exterior cu vernier; b.- șubler de exterior cu cadran;  
c.-șubler de exterior digital; d.- șubler de adâncime; e.- șubler de înălțime

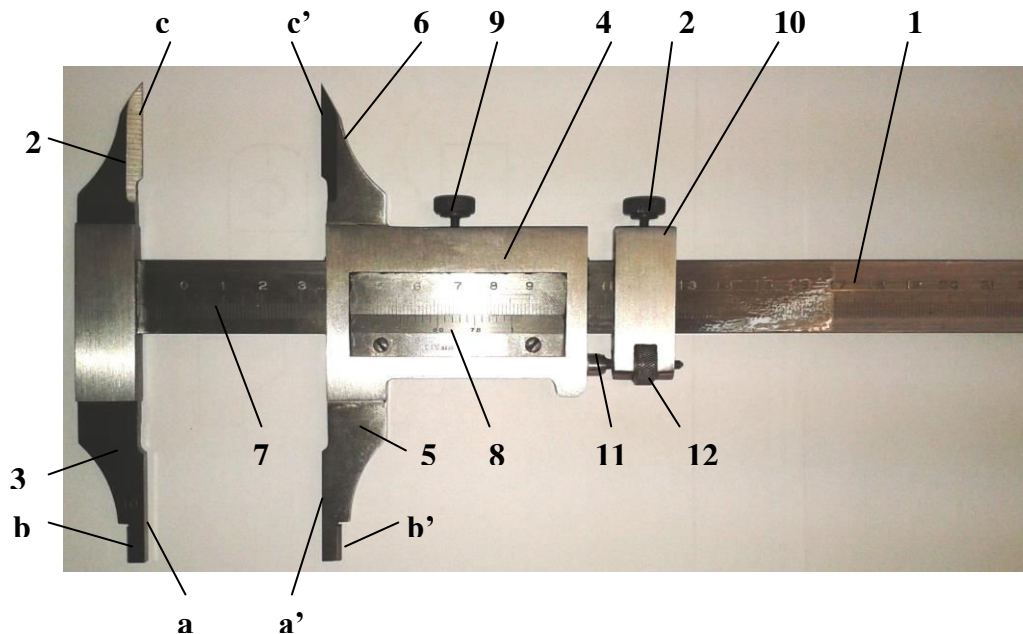
#### 2.2. Construcția generală a unui instrument cu vernier liniar

În fig. 2, este prezentat un șubler obișnuit (șubler de exterior); acesta are următoarele părți componente: rigla 1, a șublerului, pe care se află scara de repere 7, cu diviziuni cu valoarea de 1 mm numerotate din 10 în 10 diviziuni și care are la un capăt ciocurile lung 3 și scurt 2.

Pe rigla 1 se deplasează cursorul 4, prevăzut cu câte un cioc lung 5 și scurt 6 și pe care este trasat vernierul liniar 8, cu diviziuni cu valoarea de 0,1 mm sau 0,05 mm sau 0,02 mm.

Șublerul este prevăzut cu un cursor de avans fin 10 cu mecanismul de avans fin format din șurubul 11 și piulița 12; cursoarele 4 și 10, se pot bloca pe rigla 1, a șublerului, cu șuruburile de blocare 9.

Ciocurile lungi au la interior câte o suprafață de măsurare plană **a**, (pentru măsurarea dimensiunilor exterioare), iar la exterior, câte o porțiune dintr-o suprafață cilindrică **b**, (pentru măsurarea dimensiunilor interioare); ciocurile scurte au câte o muchie **c**, pentru măsurarea diametrului interior la șuruburi.



**Fig. 2. Construcția unui șubler de exterior**

**Notă:** șublerele cu limita superioară de măsurare de 150 mm, din clasa de precizie 2, au ciocurile lungi 1, cu suprafață activă plană pentru măsurarea dimensiunilor exterioare, iar ciocurile scurte 2, cu muchii active pentru măsurarea dimensiunilor interioare. De asemenea, au în construcția lor, o tijă de adâncime 3, pentru măsurarea adâncimilor (fig. 1.a, b., c).

Șublerele de adâncime au atașată la cursor, o talpă 3, cu o suprafață activă plană, iar, la capătul tijei de adâncime 5, este a doua suprafață plană activă (fig. 1.d).

La șublerele de înălțime, rigla 6, a șublerului este montată la talpa 7, prevăzută cu o suprafață activă plană (pe care se așază piesa de controlat); iar, ciocul 8, are, la partea inferioară, o a doua suprafață activă (fig. 1.e). Pentru măsurarea înălțimii pieselor cu gabarite mari, la cursorul șublerului de înălțime este montat un al doilea cioc 9, cu suprafață plană activă inferioară.

### **2.3. Măsurarea dimensiunilor liniare cu instrumente cu vernier liniar**

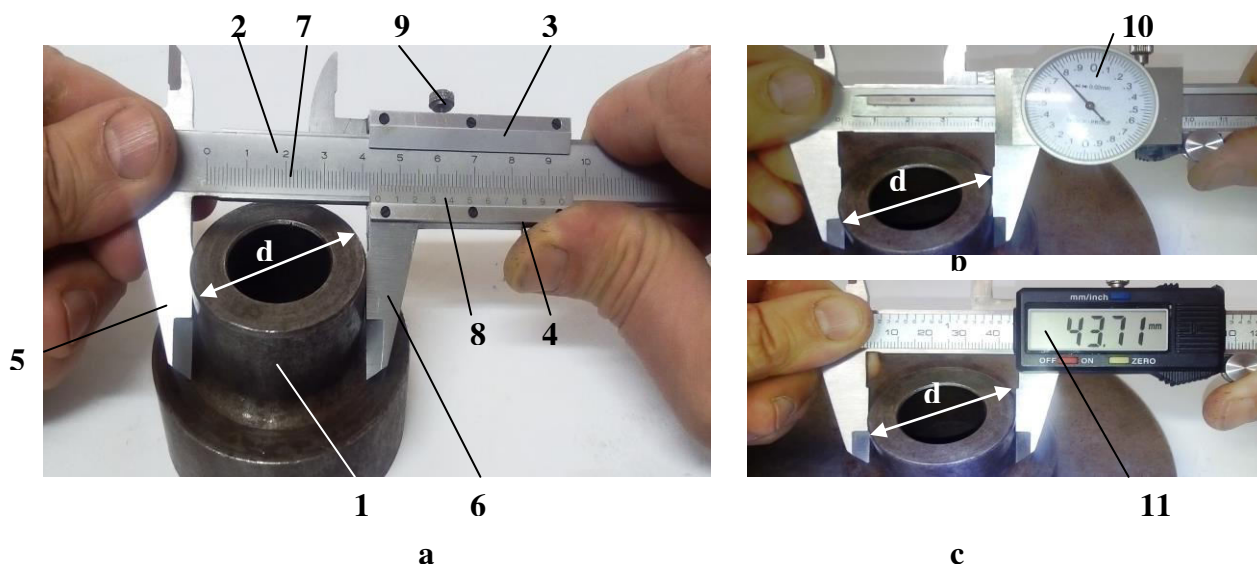
La măsurarea dimensiunilor liniare cu instrumente cu vernier liniar, se aplică o metodă des utilizată pentru măsurarea dimensiunilor liniare și anume: metoda evaluării directe.

Metoda evaluării directe constă în introducerea mărimii de măsurat între suprafețele de măsurare ale instrumentului și obținerea valorii măsurate pe scara de repere a acestuia; metoda de evaluare directă este o metodă absolută de măsurare, deoarece prin aplicarea ei, se obține direct valoarea efectivă a dimensiunii care se măsoară.

### 2.3.1. Măsurarea dimensiunilor exterioare

Dimensiunile exterioare (diametre exterioare, distanțe dintre suprafețe exterioare plane sau de altă formă) se măsoară cu șublere de exterior prevăzute, la ciocurile lungi, cu suprafețe active plane, între care se introduce piesa de controlat (fig. 3).

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea diametrului exterior  $d$ , al piesei de controlat 1, se procedează astfel: se ține șublerul, cu mâna stângă de capătul din dreapta al riglei 2, a acestuia și cu mâna dreaptă tot de riglă, imediat după cursorul 3, astfel încât degetul mare să fie pe porțiunea în relief 4, din partea inferioară a cursorului 3; în acest fel, se poate deplasa, ușor, cursorul 3, pe rigla 2, în ambele sensuri (fig. 3.a). Se îndepărtează ciocurile lungi 5 și 6, se cuprinde piesa de controlat 1, cu ele și se apropie ciocurile, aducându-se suprafețele plane ale acestora, în contact cu suprafața piesei. În momentul în care s-a realizat contactul corect dintre suprafața piesei și suprafețele plane active ale șublerului, se ia citirea dimensiunii măsurate, pe cele două scări 7, de pe riglă și 8, de pe cursorul 3.



**Fig. 3 Măsurarea dimensiunilor exterioare cu șubler de exterior**  
a.-măsurarea cu șubler cu vernier liniar;b.- măsurarea cu șubler cu cadran;  
c.-măsurarea cu șubler digital

Aceeași tehnică de măsurare se aplică pentru orice șubler de exterior, indiferent de tipul elementului cu care este prevăzut pentru citirea dimensiunii măsurate: vernier, scările de repere 7 și 8, la șublerele cu vernier liniar (fig. 3.a), cadranul 10, la șublerele cu cadran (fig. 3.b), display-ul 11, la șublerele digitale (fig. 3.c).

Dacă este necesară menținerea dimensiunii efective între suprafețele de măsurare, se acționează șurubul 9, de blocare a cursorului 3, pe rigla 2, a șublerului.

**Notă:** în cazul în care piesa de controlat poate fi ținută în mână, pentru măsurare, se ține șublerul numai cu mâna dreaptă, iar, cu degetul mare se acționează cursorul, aplicându-se, la fel, tehnica de măsurare prezentată.

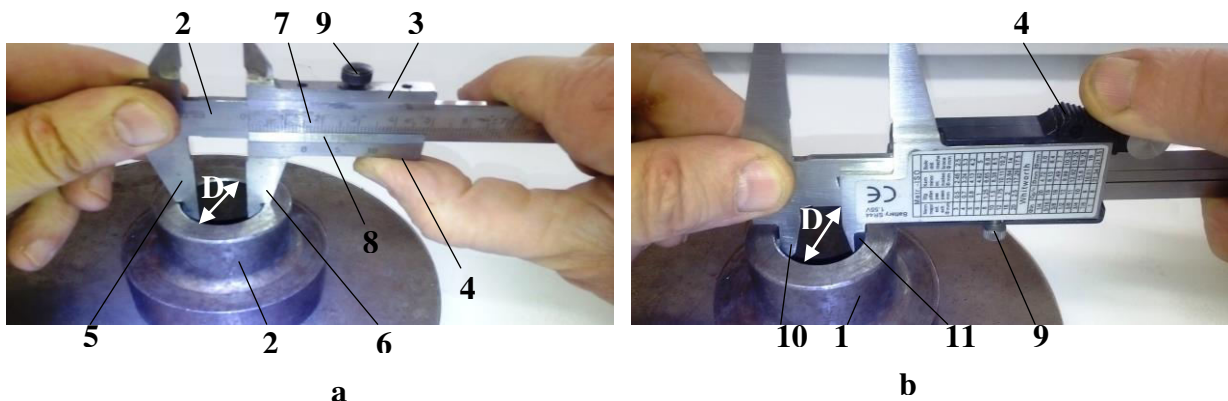
### 2.3.2. Măsurarea dimensiunilor interioare.

Dimensiunile interioare (diametre interioare, distanțe dintre suprafețe interioare plane sau de altă formă) se măsoară cu tot cu șublere de exterior (nu există șublere de interior); elementele active care vin în contact cu suprafața interioară de controlat, pot fi:

- suprafețe cilindrice incomplete, aflate pe ciocurile lungi, în partea opusă a suprafețelor plane (fig. 4.a);
- muchii active, aflate pe ciocurile scurte ale șublerului (fig. 4. b).

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea diametrului interior  $D$ , al piesei de controlat 1, se procedează astfel: se ține șublerul, cu mâna stângă de capătul din dreapta al riglei 2, a acestuia și cu mâna dreaptă tot de riglă, imediat după cursorul 3, astfel încât degetul mare să fie pe porțiunea în relief din partea inferioară a cursorului; în acest fel, se poate deplasa, ușor, cursorul 3, pe rigla 2, în ambele sensuri (fig. 4.a). Se îndepărtează ciocurile lungi 4 și 5, se introduc în interiorul piesei de controlat, se îndepărtează ciocurile (prin tragerea cursorului spre dreapta), aducându-se suprafețele active (cilindrice incomplete) ale acestora, în contact cu suprafața piesei. Când s-a realizat contactul corect dintre suprafața piesei și suprafețele active ale șublerului, se ia citirea dimensiunii măsurate, pe cele două scări (de pe riglă și de pe cursorul 3).

**Notă:** când se folosesc suprafețele cilindrice incomplete ale ciocurilor lungi pentru măsurarea dimensiunilor interioare, la valoarea citită se adună dublul grosimii ciocurilor.



**Fig. 4 Măsurarea dimensiunilor interioare cu șublerul de exterior**  
a.-măsurarea cu șubler cu suprafețe active cilindrice incomplete pentru interior;  
b.- măsurarea cu șubler cu muchii active pentru interior.

Aceeași tehnică de măsurare se aplică atunci când elementele active sunt muchii active, cu deosebirea că șublerul trebuie introdus cu ciocurile scurte 6 și 7, în interiorul piesei de controlat 1 (fig. 4.b); pentru citirea dimensiunii măsurate, se scot ciocurile scurte 6 și 7, din interiorul piesei, se întoarce șublerul pentru a aduce elementul de citire (scară de repere, cadran, display) în fața ochilor și se ia citirea.

**Notă:** în cazul în care piesa de controlat poate fi ținută în mână, pentru măsurare, se ține șublerul numai cu mâna dreaptă iar, cu degetul mare se acționează cursorul, aplicându-se, la fel, tehnica de măsurare prezentată.

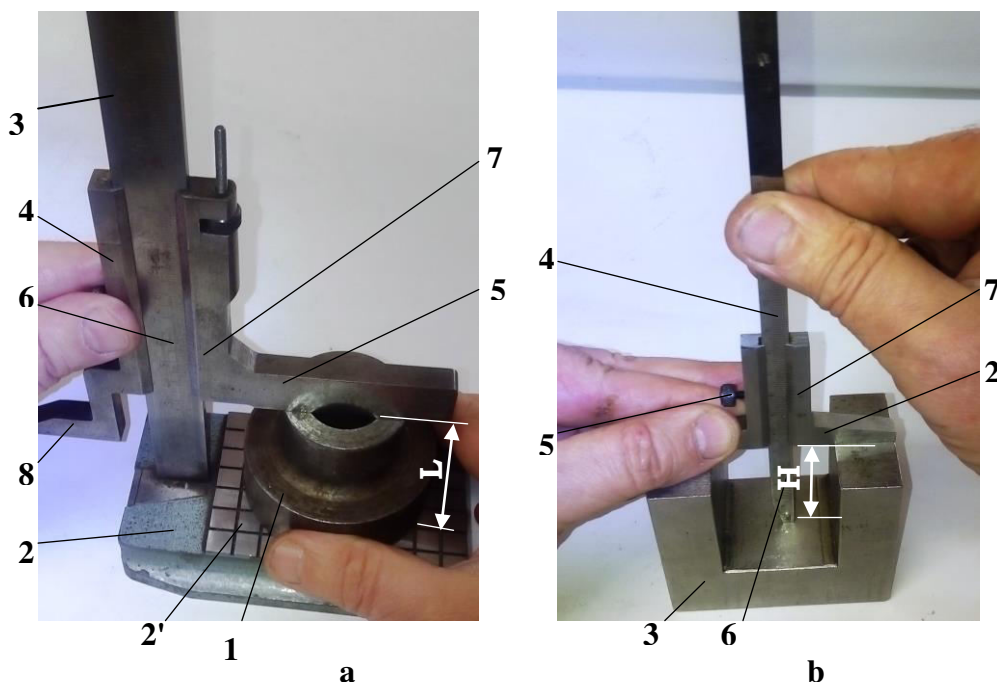
### 2.3.3. Măsurarea înălțimilor.

Pentru măsurarea înălțimilor se folosesc șublere de înălțime, care au în structura lor un soclu 2, numit talpă, la care este montată rigla 3, a șublerului, pe care culisează cursorul 4, cu scara de repere 8 (fig. 5). La cursorul 4, este atașat ciocul 5, care are la partea inferioară o suprafață plană activă; a doua suprafață activă este suprafața superioară 2', pe care se așază piesa de controlat.

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea înălțimii  $L$ , a piesei 1, aceasta se așază pe suprafața plană activă 2', a talpii 2 (fig. 5.a). Se coboară cursorul 4, pe rigla 3, până când suprafața activă plană a ciocului 5, vine în contact cu suprafața liberă a piesei de controlat

1. Când s-a realizat contactul corect, se ia citirea dimensiunii măsurate pe scările 6 și 7 ale instrumentului.

Pentru o citire corectă a dimensiunii măsurate, cu ajutorul șurubului de blocare (nefigurat în figură), se blochează cursorul 4, pe rigla 3, se scoate piesa dintre suprafețele de măsurare și se orientează instrumentul pentru a-l aduce într-o poziție convenabilă.



**Fig. 5 Măsurarea înălțimii și adâncimii cu șublere**

a- măsurarea înălțimii cu șublerul de înălțime;

b- măsurarea adâncimii cu șublerul de adâncime.

Pentru măsurarea înălțimii pieselor cu dimensiuni mari de gabarit, care nu se pot așeza pe suprafața activă a tălpii 2, piesele se așază pe suprafața activă a unei plăci de verificare; la cursorul 4, este atașat un al doilea cioc 8, cu suprafață plană activă tot la partea inferioară, care se aduce în contact cu suprafața liberă a piesei de controlat, șublerul fiind, la rândul lui, sprijinit, cu suprafața inferioară a tălpii 2, pe placa de verificare.

#### **2.3.4. Măsurarea adâncimilor.**

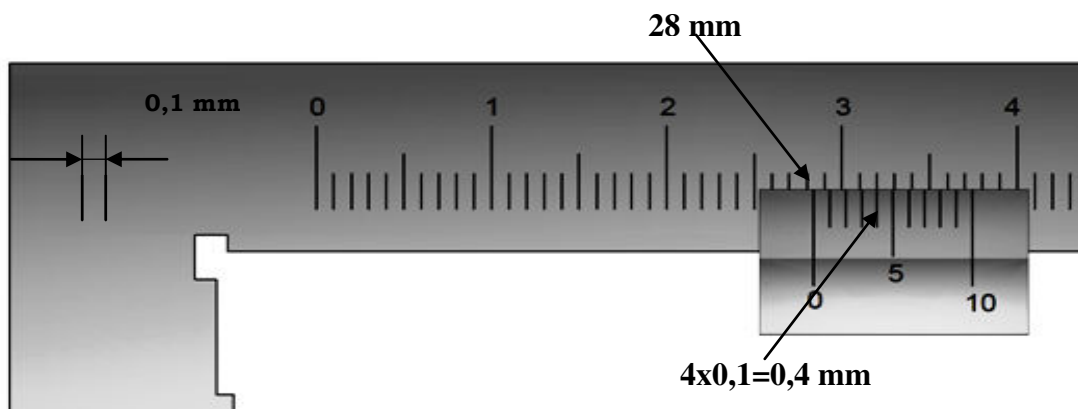
Adâncimile se măsoară cu șublerul de adâncime, prevăzut cu o talpă 2, aflată în prelungirea cursorului 3 (fig. 5.b); talpa 2, are o suprafață activă plană, prin intermediul căreia instrumentul se sprijină pe piesa de controlat, iar tija de măsurare 4, are la capătul inferior a doua suprafață activă plană.

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea adâncimii  $H$ , a piesei de controlat 1, se sprijină talpa 2, cu suprafața activă plană inferioară a ei, pe suprafața superioară a piesei 1 (fig. 5. b); se coboară tija de măsurare 4 și se aduce capătul inferior al ei, în contact cu cealaltă suprafață (inferioară) a piesei. Cu ajutorul șurubului de blocare 5, se blochează tija de măsurare 4, la cursorul 3 și se ridică instrumentul, orientându-l astfel încât să se poată lua corect (pe scările 6 și 7) citirea valorii măsurate.

#### **2.4. Citirea valorii măsurate cu instrumente cu vernier liniar**

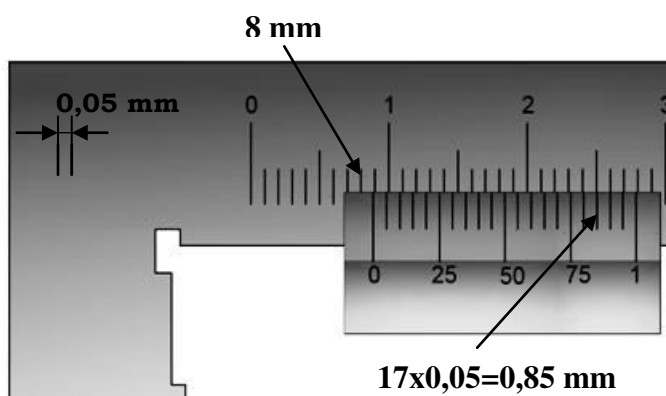
##### **Citirea valorii dimensiunii măsurate cu șublere cu vernier.**

Indiferent de valoarea diviziunii vernierului, citirea valorii unei dimensiuni măsurată cu șublerul cu vernier se realizează astfel (fig. 6.a, b, c, d):



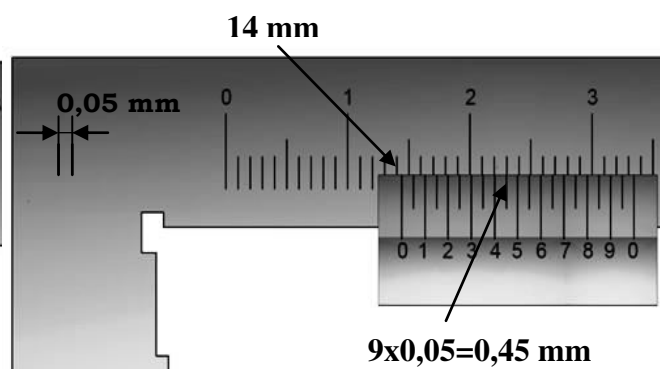
Citirea dimensiunii: 28,4 mm

a



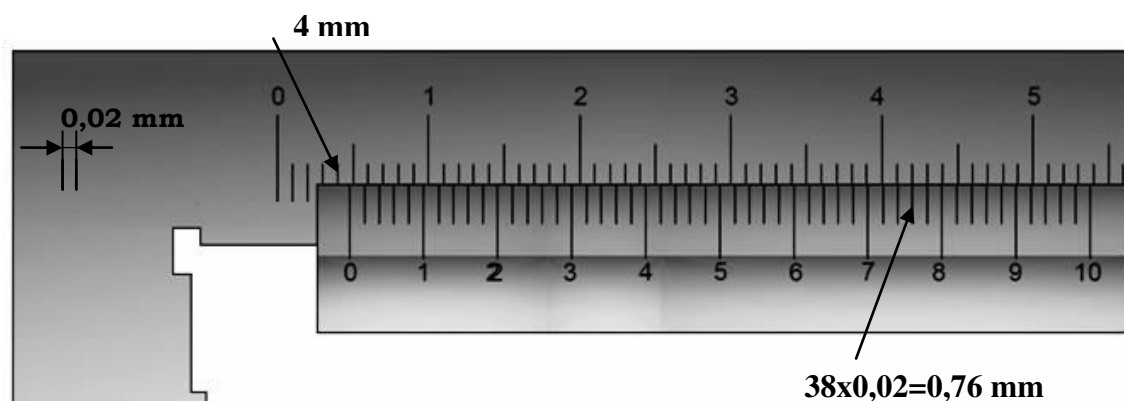
Citirea dimensiunii: 8,85 mm

b



Citirea dimensiunii: 14,45 mm

c



Citirea dimensiunii: 4,76 mm

d

**Fig. 6. Citirea dimensiunii măsurate cu șubler cu vernier**  
 a.-șubler cu vernier cu v.d.=0,1 mm; b., c.- șubler cu vernier cu v.d.=0,05 mm  
 (cu diviziuni grupate diferit); d.-șubler cu vernier cu v.d.=0,02 mm.



- **citirea numărului de milimetri:** numărul de milimetri se citesc pe scara milimetrilor, observându-se reperul cel mai apropiat al acesteia de reperul zero al vernierului;

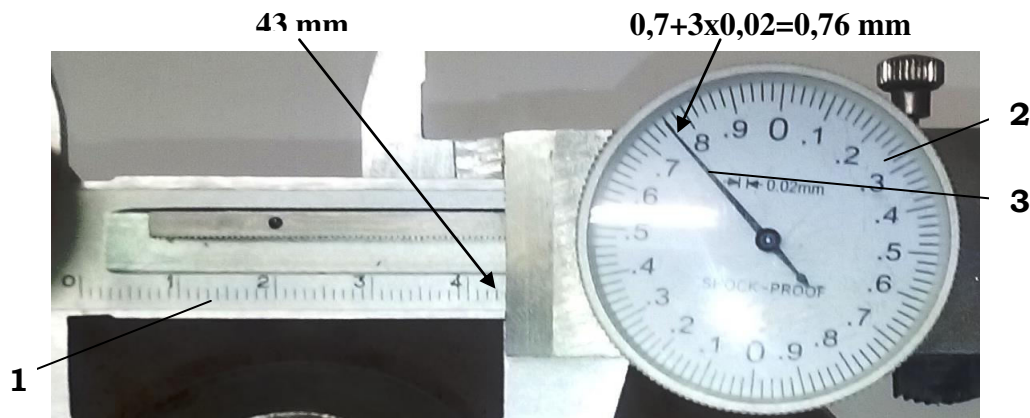
- **citirea fracțiunilor de milimetru:** se observă care reper de pe vernier coincide (este în prelungirea) cu un reper (indiferent care) de pe scara milimetrilor; se înmulțește numărul de diviziuni de pe vernier până la acel reper inclusiv, cu valoarea diviziunii vernierului, obținându-se fracțiunile de milimetru.

**Notă:** în cazul vernierelor cu 20 diviziuni (cu valoarea de 0,05 mm), sau 50 diviziuni (cu valoarea de 0,02 mm), citirea fracțiunilor de milimetru prin numărarea reperului aflat în prelungirea unui reper de pe rigla șublerului, este greoaie; de aceea, diviziunile de pe vernier se grupează într- un număr de diviziuni astfel stabilit, încât să asigure o citire rapidă a fracțiunilor de milimetru, astfel:

- la șubleretele cu valoarea diviziunii de 0,05 mm, diviziunile sunt grupate fie câte 5 diviziuni:  $5 \times 0,05 = 0,25$  mm (fig. 6.b), fie câte 4 diviziuni:  $4 \times 0,05 = 0,20$  mm, fie câte două diviziuni:  $2 \times 0,05 = 0,1$  mm (fig. 6.c);
- la șubleretele cu valoarea diviziunii de 0,02 mm, diviziunile sunt grupate câte 5 diviziuni:  $5 \times 0,02 = 0,1$  mm (fig. 6.d).

#### **Citirea valorii dimensiunii măsurate cu șubler cu cadran**

Numărul de milimetri se citesc pe scara de repere 1, a riglei șublerului; se observă reperul de pe rigla șublerului cel mai apropiat de marginea din stânga a vernierului (fig. 7).



**Citirea dimensiunii: 43,76 mm**

**Fig. 7 Citirea dimensiunii măsurate cu șubler cu cadran**

Fracțiunile de milimetru se citesc pe cadranul 2, în dreptul arătătorului 3. Pentru citirea rapidă a fracțiunilor de milimetru, diviziunile de pe cadranul 2, al șublerului s-au grupat câte 5:  $5 \times 0,02 = 0,1$  mm, iar diviziunile care indică zecimile de milimetru sunt numerotate pe cadran.

În exemplul din fig. 7, se observă că arătătorul 3, se află între 0,7 și 0,8 mm, în dreptul diviziunii a III- a, după reperul care indică 0,7 mm; deci, la 0,7 mm, se adaugă  $3 \times 0,02 = 0,06$  mm, obținându-se fracțiunea 0,76 mm, care se adaugă la citirea numărului de milimetri.

### 3. Metodologia desfășurării lucrării de laborator.

În cadrul lucrării de laborator, se vor măsura dimensiuni liniare la o piesă stabilită de conducătorul lucrării, cu șublerul pus la dispoziție.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg următoarele etape:

- se identifică elementele componente ale șublerelor obișnuite și se stabilește precizia de citire (valoarea diviziunii) a vernierului;
- se analizează desenul de reper al piesei care se va controla și se identifică toleranțele dimensiunilor care se vor măsura;
- se execută desenul de reper al piesei de controlat, pe fișa de control;
- se măsoară dimensiunile precizate de conducătorul lucrării, cu șubler obișnuite, astfel:
  - o dimensiune exterioară cu șublerul de exterior (conform fig. 3);
  - o dimensiune interioară cu șublerul de exterior (conform fig. 4);
  - o înălțime cu șublerul de înălțime (conform fig. 5.a);
  - o adâncime cu șublerul de adâncime (conform fig. 5.b);

Valorile efective (măsurate) se trec în fișa de control;

- se prelucrează și se interpretează rezultatele măsurărilor și se completează fișa de control, conform modelului (ANEXA nr. 2);
- se compară dimensiunea efectivă cu valorile limită calculate și se formulează concluzia: dimensiunea efectivă *se încadrează/ nu se încadrează* în toleranța precisă.

**Notă:** o dimensiune efectivă se încadrează în toleranța prescrisă dacă respectă una din condițiile:

**$D_{min} \leq D_e \leq D_{max}$** , pentru alezaje (dimensiuni interioare);

**$d_{min} \leq d_e \leq d_{max}$** , pentru arbori (dimensiuni exterioare).

- se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă pentru utilizare* sau: *piesa controlată este respinsă de la utilizare*.

**Notă:** fișa de control se va completa conform modelului anexat (ANEXA nr. 2).

#### **4. Conținutul referatului pentru lucrarea de laborator nr. 1**

Referatul întocmit de student va cuprinde:

##### **1. Conспектul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:

- citirea valorii măsurate cu instrumente cu vernier liniar cu fig. 6;
- metodologia desfășurării lucrării de laborator.

##### **2. Rezultatele măsurărilor** efectuate în laborator:

- **FIȘA DE CONTROL pentru LUCRAREA NR. 1** completată conform modelului (ANEXA NR. 2).

**Notă:** conspectul va fi scris de mână, iar desenele vor fi făcute sub formă de schiță de mână.

**Notă:** studenții vor veni la laborator cu fișa de control (ANEXA nr. 1) listată, pe care o vor completa în laborator.

## ANEXA nr. 1

FIȘĂ DE CONTROL pentru lucrarea nr. 1					
Nr. lucrare de laborator		Desen piesă			
Data efectuării lucrării					
Denumire piesă					
Nr. desen:					
Nr.ope rației de control	Caracteristica controlată		Instrumentul utilizat	Valoare efectivă [mm]	Observații
	Denumire/ Simbol	Valori limită, toleranța [mm]			
0	1	2	3	4	5
1.					
2					
3					
4					
DECIZIA					
OPERATOR	Nume, prenume		Grupa	Data	Observații

ANEXA nr. 2- MODEL

FIȘĂ DE CONTROL pentru lucrarea nr. 1

Nr. lucrare de laborator	
1	
Data efectuării lucrării	
14.10.2019	
Denumire piesă	
CASETĂ	
Nr. desen:	
TCD-2019.01	

Nr.ope rației de control	Caracteristica controlată		Instrumentul utilizat	Valoare efectivă [mm]	Observații
	Denumire/ Simbol	Valori limită, toleranța [mm]			
0	1	2	3	4	5
1.	$\Phi 35^{+0,10}_{-0,15}$ mm	$d_{\max} = 35,10$ ; $d_{\min} = 34,85$ ; $IT_a = 0,25$	Șubler de exterior, 0- 200 mm; v.d.=0,05 mm	de=35,10	de= $d_{\max}$
2	$\Phi 20^{+0,22}_0$ mm	$D_{\max} = 20,22$ ; $D_{\min} = 20,00$ ; $IT_A = 0,22$	Șubler de exterior, 0- 200 mm; v.d.=0,05 mm	De=20,15	$D_{\min} < De < D_{\max}$
3	$55 \pm 0,3$ mm	$d_{\max} = 55,30$ ; $d_{\min} = 54,70$ ; $IT_a = 0,60$	Șubler de înălțime, 0- 300 mm; v.d.=0,1 mm	de=55,4	$de > d_{\max}$
4	$22 \pm 0,2$ mm	$D_{\max} = 22,20$ ; $D_{\min} = 21,80$ ; $IT_A = 0,40$	Șubler de adâncime, 0- 200 mm; v.d.=0,1 mm	De=21,8	De= $D_{\min}$

DECIZIA

Piesa controlată este respinsă de la utilizare

OPERATOR	Nume, prenume	Grupa	Data	Observații
	Ionescu Mihai	9203	21.10.2019	Nu toate dimensiunile efective se încadrează în toleranțele prescrise

**FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI  
ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

**Florentin Cioată**

**Adriana Munteanu**

**TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL**  
**Lucrarea de laborator nr. 2**

**Iași, 2019**

## LUCRAREA NR. 2.

### **CONTROLUL DIMENSIUNILOR EXTERIOARE ȘI INTERIOARE CU INSTRUMENTE CU ȘURUB MICROMETRIC (MICROMETRE)**

#### **Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 2:**

- măsurarea dimensiunilor exterioare cu micrometre de exterior;
- măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometre de interior cu ciocuri și cu instrumente tip “holtest”;
- măsurarea adâncimilor cu micrometre de adâncime;
- completarea fișei de control.

#### **1. Scopul lucrării:**

- cunoașterea construcției micrometrelor obișnuite;
- cunoașterea modului de măsurare cu micrometre de exterior, de interior, de adâncime.
- cunoașterea modului de citire a dimensiunii măsurate cu micrometrul;
- cunoașterea modului de întocmire a fișei de control și de luare a deciziei cu privire la piesa controlată.

#### **2. Considerații generale**

Instrumentele cu șurub micrometric sunt mijloace de măsurare universale care au în construcția mecanismului de măsurare îmbinarea filetată șurub - piuliță cu pasul de 0,5 mm, în care șurubul micrometric execută o deplasare axială proporțională cu pasul și numărul de rotații efectuate; aceste instrumente sunt cunoscute sub denumirea de **micrometre**.

##### **2.1. Clasificarea micrometrelor**

Instrumentele cu șurub micrometric (micrometrele) se clasifică după o serie de criterii din care, mai importante sunt:

##### **C.1. După categoria de dimensiuni pe care o măsoară:**

- micrometre obișnuite folosite la măsurări obișnuite: măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare la mai multe tipodimensiuni de piese (fig. 1):
  - micrometre de exterior;
  - micrometre de interior cu ciocuri (fig. 1.a),
  - micrometre de interior tip vergea (fig. 1.b),
  - micrometre de adâncime (fig. 1. c),
  - micrometre pentru sârme (fig. 1. d),
  - micrometre pentru table (fig. 1.e),
  - micrometre pentru țevi.
- micrometre speciale folosite la măsurarea unor dimensiuni la anumite tipodimensiuni de piese.

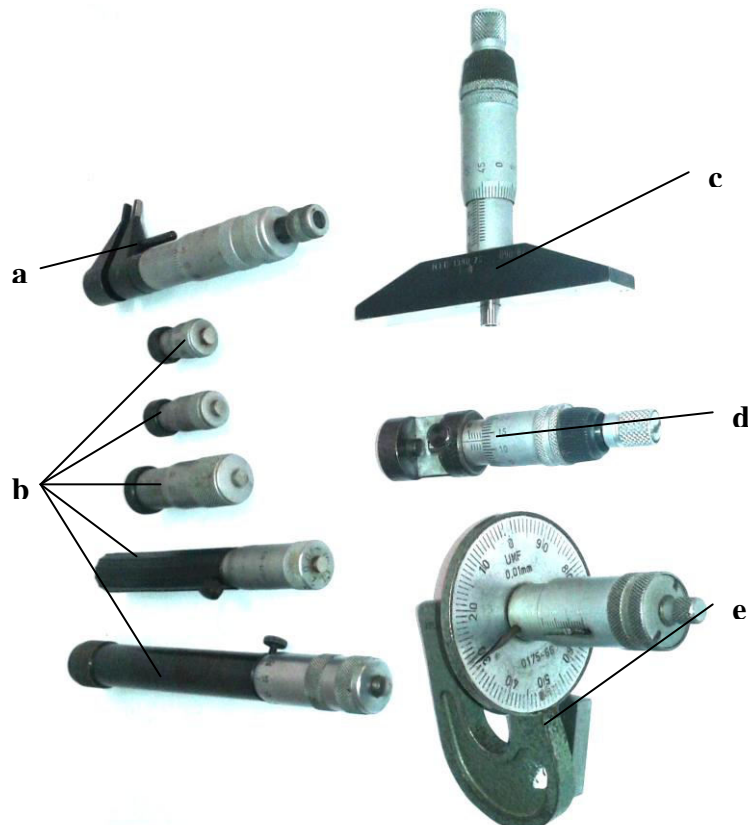
Exemple: micrometre de filet; micrometre cu talere (pentru roți dințate), etc.

### C.2. După tipul micrometrului:

- micrometre de tip ușor, cu diametrul tijeii șurubului micrometric de 6 mm și limita superioară de măsurare până la 200 mm;
- micrometre de tip greu, cu diametrul tijeii șurubului micrometric de 8 mm și limita inferioară de măsurare peste 200 mm.

### C3. După modul de redare a dimensiunii măsurate:

- micrometre cu scară de repere;
- micrometre digitale.



**Fig. 1. Micrometre obișnuite**

- a.- micrometru de interior cu ciocuri, b.- micrometre de interior tip vergea;  
c.- micrometru de adâncime; d.- micrometru pentru sârme;  
e.- micrometre pentru table.

### C4. După domeniul de măsurare:

- micrometre cu intervalul de măsurare 0- 25 mm;
- micrometre cu domeniul de măsurare multiplu de 25 mm: 25 – 50, 50 – 75, 75 – 100 mm, etc.

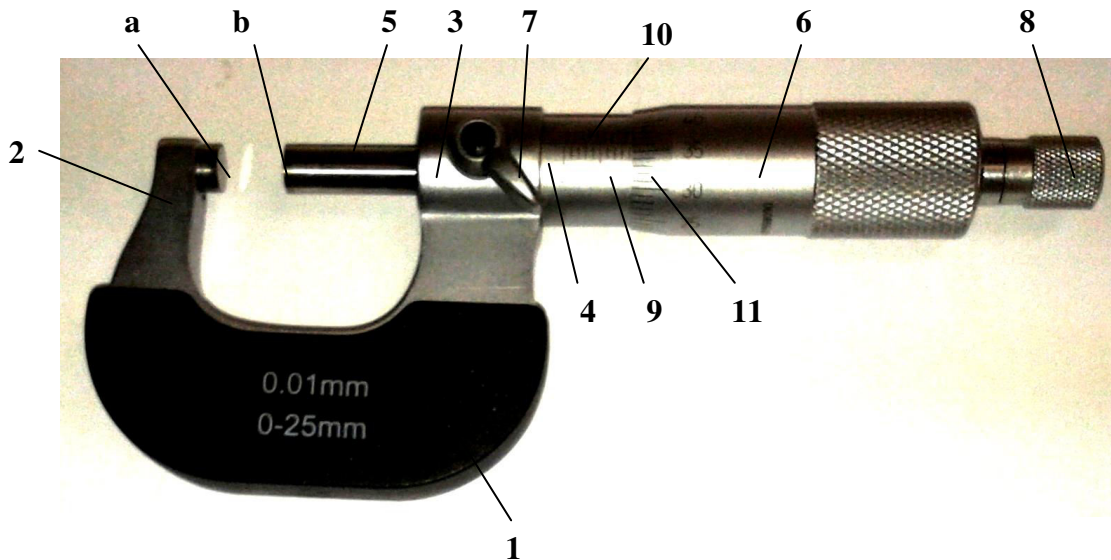
### C5. După numărul palpatoarelor:

- micrometre cu două palpatoare, unul fix și altul mobil în timpul măsurării;
- instrumente cu șurub micrometric prevăzute cu trei palpatoare mobile, tip “holtest”.

## 2.2. Construcția generală a unui micrometru



În fig. 2 este prezentat un micrometru de exterior (are structura cea mai completă dintre instrumentele cu șurub micrometric), care este compus din următoarele părți componente: potcoava 1, care are, la un capăt nicovala 2, cu suprafața de măsurare fixă **a**, iar la celălalt capăt 3, brațul 4 al micrometrului, introdus presat în potcoavă. În brațul 4, este piulița, în care se rotește șurubul micrometric, prin acționarea tamburului 6; șurubul



**Fig. 2. Construcția micrometrului de exterior**

micrometric se continuă cu tija 5, la al cărei capăt este suprafața de măsurare mobilă **b**.

Micrometrul este prevăzut cu un mecanism de blocare a șurubului micrometric (cu rolul de a materializa, între suprafețele de măsurare, o perioadă de timp dată, o anumită dimensiune), acționat de maneta 7 și un mecanism de limitare a forței de măsurare (la o valoare specificată, cu rolul de a proteja micrometrul împotriva dereglării și a deteriorării mecanismului filetat), acționat de ultimul element de pe tambur (rozeta zimțată 8, aflată la capătul tamburului 4).

Pentru citirea dimensiunii măsurate, micrometrul are trei scări de repere:

- scara 9, a milimetrilor, cu diviziuni cu valoarea de 1 mm și numerotate din 5 în 5 mm, trasată pe tambur, de-a lungul generatoarei acestuia;
- scara 10, a jumătăților de milimetru, dispusă tot pe tambur, dar separată față de prima printr-o linie trasată de-a lungul generatoarei acestuia; a doua scară are diviziuni cu valoarea tot de 1 mm, dar nenumerate și decalate cu  $\frac{1}{2}$  diviziune față de cele de pe scara milimetrilor;
- scara circulară 11, a fracțiunilor de milimetru (vernierul circular) trasată pe circumferința tamburului, avînd 50 diviziuni, cu valoarea de 0,01 mm, numerotate din 5 în 5 unități.

Datorită faptului că mecanismul de măsurare al micrometrelor este perechea șurub - piuliță cu pas fin, de 0,5 mm, cursa șurubului micrometric este limitată la valoarea de 25 mm. De aceea, pentru a măsura dimensiuni mai mari de 25 mm, micrometrele se execută cu domenii de măsurare multipli de 25 mm: 0 - 25 mm, 25 - 50 mm, 50 - 75 mm, 75 - 100 mm, 100 - 125 mm, etc.

Micrometrele cu limita inferioară de măsurare peste 25 mm, se reglează (se calibrează) cu ajutorul unor cale de lungime (tije cilindrice cu suprafețele plane active) care materializează, între suprafețele plane ale capetelor, limita inferioară de măsurare.

### 2.3. Măsurarea dimensiunilor liniare cu micrometre

La măsurarea dimensiunilor liniare cu micrometrele se aplică metoda evaluării directe. Pentru a preveni apariția erorilor de măsurare datorită deformațiilor elastice și de contact (ale suprafețelor active ale instrumentului, respectiv ale piesei controlate), în timpul măsurării, se va limita forța de apăsare prin utilizarea mecanismului de limitare a forței de apăsare din construcția majorității micrometrelor.

#### 2.3.1. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu micrometre de exterior

Dimensiunile exterioare (diametre exterioare, distanțe dintre suprafețe exterioare plane sau de altă formă) se măsoară cu micrometre de exterior prevăzute, la ciocurile lungi, cu suprafețe active plane, între care se introduce piesa de controlat (fig. 3).

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea diametrului  $d$ , la piesa de controlat 1, cu micrometrul de exterior 2, se procedează astfel (fig. 3): se ține micrometrul, cu mâna stângă, de potcoava 3 (în această poziție se pot observa toate cele trei scări ale instrumentului) și se cuprinde piesa de controlat 1, cu suprafețele active 4 și 5, ale micrometrului; cu mâna dreaptă, se rotește tamburul 6, pentru a apropia suprafețele de măsurare 4 și 5, de suprafața piesei, apoi, acestea se aduc în contact prin rotirea, **întotdeauna**, a rozetei zimțate 7, de la capătul tamburului 4 (care va acționa mecanismul de limitare a apăsării).

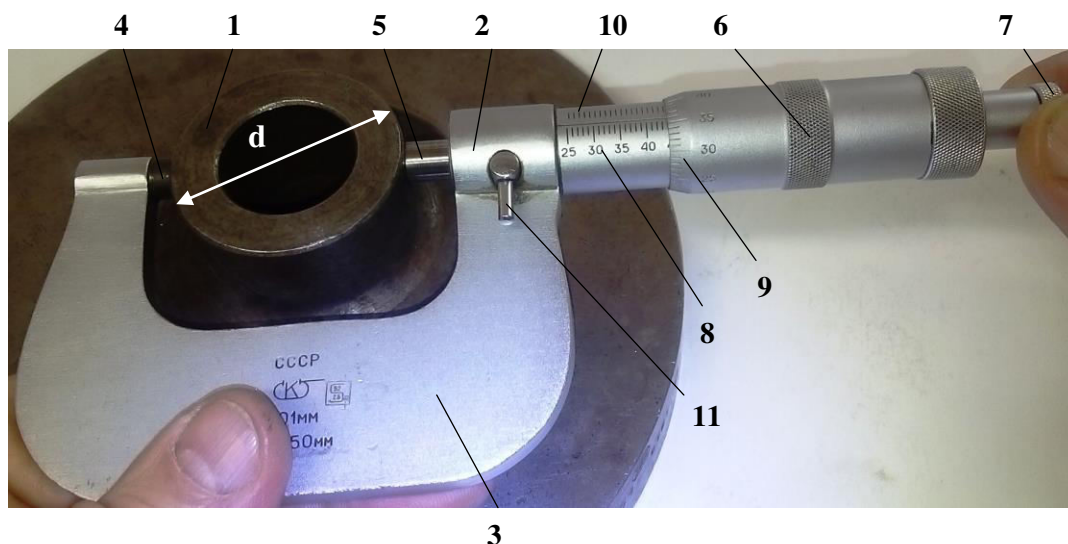


Fig. 3. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu micrometrul de exterior

Atunci când rozeta zimțată 7, se rotește în gol, înseamnă că s-a realizat contactul corect dintre piesă și suprafețele de măsurare și se poate lua citirea valorii măsurate pe scările 8, 9 și 10, ale instrumentului.

Dacă este necesară materializarea, între suprafețele active 4 și 5, a dimensiunii măsurate, se acționează maneta 11 pentru a bloca rotirea tamburului 6.

**Notă:** micrometrele de exterior se pot fixa în suporturi pentru micrometre, tehnica măsurării fiind aceeași.

### 2.3.2. Măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometre de interior.

Pentru măsurarea dimensiunilor interioare (diametre interioare, distanțe dintre suprafețe interioare plane sau de altă formă) se utilizează două categorii distincte de instrumente cu șurub micrometric:

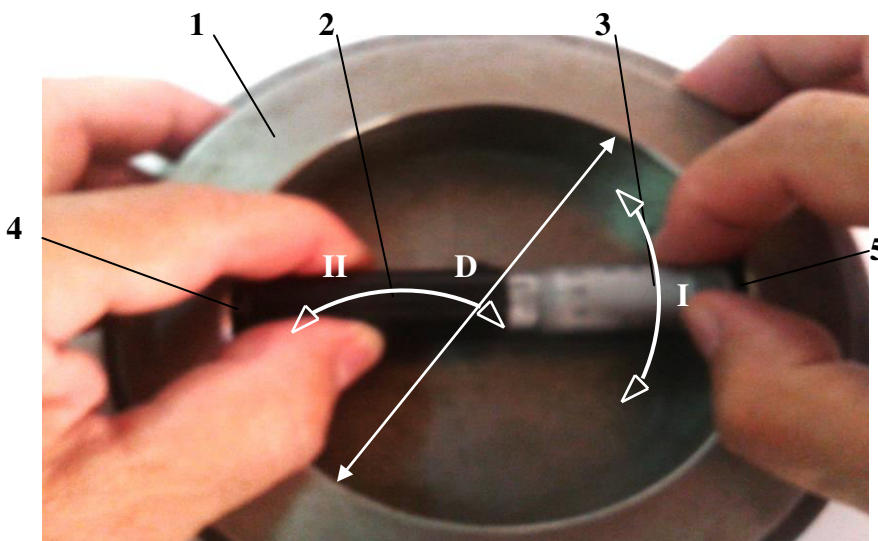
- micrometre cu două palpatoare, unul fix și altul mobil în timpul măsurării și anume:
  - micrometre de interior tip vergea, cu suprafețe active sferice;
  - micrometre de interior cu ciocuri, cu suprafețe active cilindrice;
- instrumente cu șurub micrometric cu trei palpatoare mobile, tip “holtest”.

#### a. Măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometre de interior tip vergea.

Micrometrele de interior tip vergea (fig. 1. b), au forma unor tije cilindrice, prevăzute, la capete cu suprafețe active sferice (porțiuni dintr-o suprafață sferică) care se aduc în contact cu suprafața interioară de controlat.

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea diametrului interior  $D$ , al piesei de controlat 1, se procedează astfel (fig. 4): se introduce micrometrul 2, în interiorul suprafeței cilindrice și se acționează tamburul 4, pentru a aduce în contact suprafețele active 4 și 5, cu suprafața cilindrică interioară de controlat.

Pentru a se asigura contactul dintre suprafețele active ale micrometrului cu suprafața piesei, după diametrul acesteia, se basculează tija micrometrului în plan normal pe axa piesei (mișcarea I) și în plan axial (mișcarea II).



**Fig. 4. Măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometrul de interior tip vergea**

În momentul în care s-a realizat contactul corect, se ia citirea dimensiunii măsurate, pe scările de repere ale instrumentului.

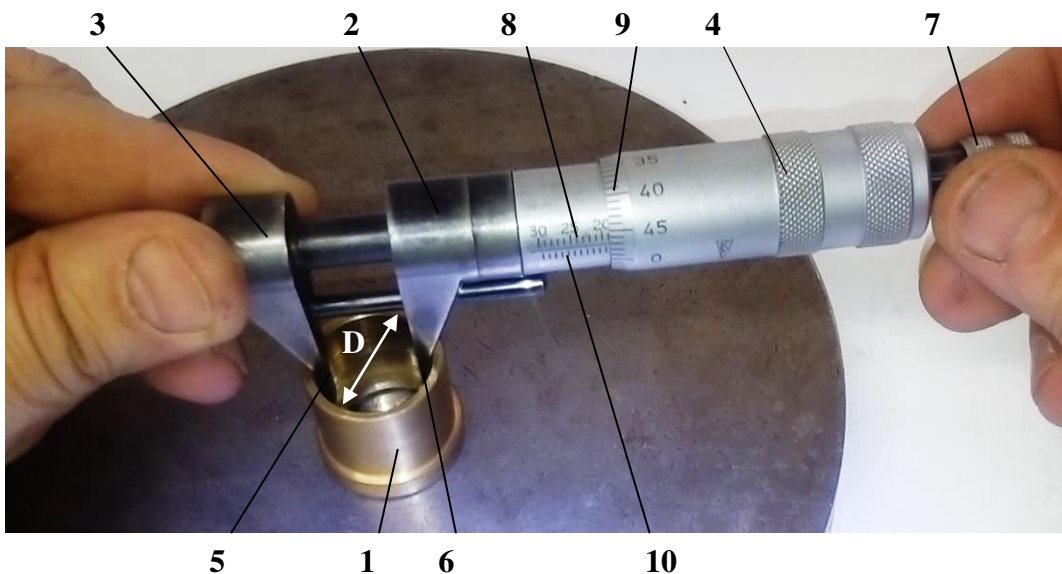
**Notă:** micrometrul de interior tip vergea, nu este prevăzut cu mecanism de limitare a forței de apăsare; de aceea, se va folosi pentru măsurarea dimensiunilor interioare numai dacă nu sunt disponibile alte micrometre de interior.

**b. Măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometre de interior cu ciocuri.**

Micrometrele de interior cu ciocuri (fig. 1. a), sunt prevăzute cu două ciocuri (unul fix în timpul măsurării și celălalt mobil) care au suprafețele opuse active cilindrice (porțiuni dintr-o suprafață sferică) care se aduc în contact cu suprafața interioară de controlat.

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea diametrului interior  $D$ , al piesei de controlat 1, se procedează astfel (fig. 5): se ține micrometrul, cu mana stângă, de partea superioară a ciocului fix 2 și, cu mâna dreaptă, se rotește tamburul 3, pentru a apropia, unul de altul, ciocurile 2 și 4. Se introduc ciocurile 2 și 4, în interiorul suprafeței cilindrice și se rotește tamburul 3 (în sens invers), pentru a apropia suprafețele de măsurare de suprafața piesei, apoi, acestea se aduc în contact prin rotirea, **întotdeauna**, a rozetei zimțate 6, de la capătul tamburului 3 (care va acționa mecanismul de limitare a apăsării).

Atunci când rozeta zimțată 6, se rotește în gol, înseamnă că s-a realizat contactul corect dintre piesă și suprafețele de măsurare și se poate lua citirea valorii măsurate pe scările 8, 9 și 10, ale instrumentului.



**Fig. 5. Măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometrul de interior cu ciocuri**

**Notă:** la micrometrele de interior cu ciocuri, scara milimetrilor este numerotată invers, față de micrometrele de exterior (diviziunile sunt numerotate de la dreapta la stânga). De aceea, se va ține seama de această particularitate, pentru luarea unei citiri corecte a dimensiunii măsurate.

**c. Măsurarea dimensiunilor interioare cu instrumente cu trei palpatoare tip “holtest”.**

Instrumentele cu șurub micrometric tip “holtest”, se deosebesc de celelalte micrometre (care au două suprafețe active) prin faptul că au trei suprafețe active cu care vin în contact cu suprafața interioară de controlat. Din acest motiv, aceste instrumente se reglează (calibrează) cu ajutorul unor calibre inel, care materializează una din limitele intervalului de măsurare ale instrumentului.

Instrumentele cu șurub micrometric tip “holtest” (care se mai cunosc sub denumirea de aparate pentru măsurarea directă a alezajelor) se livrează în truse, care cuprind trei instrumente, împreună cu calibrele inel folosite pentru calibrare (fig. 6). În acest fel, o trusă de instrumente tip “triobor”, poate acoperi un domeniu de dimensiuni de 30 - 45 mm.

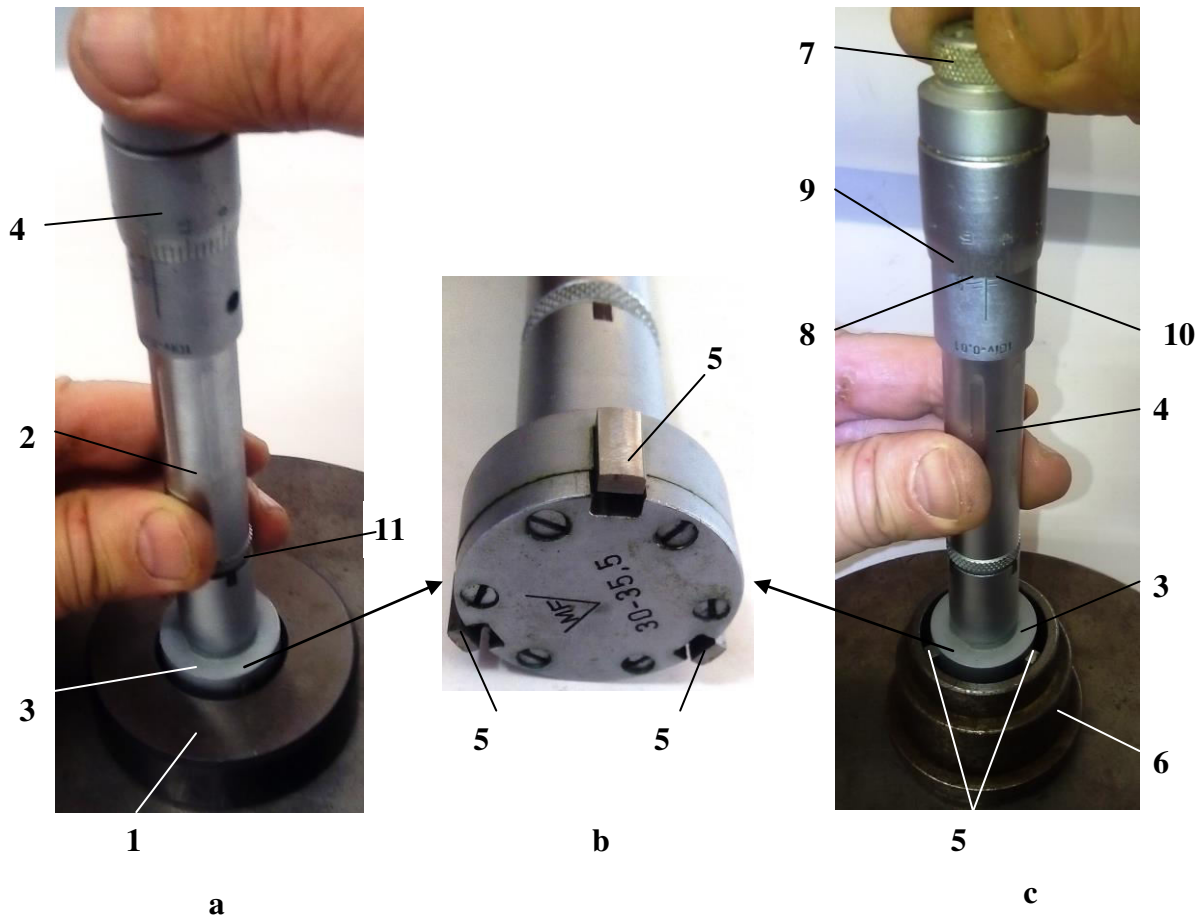


**Fig. 6. Trusa de instrumente cu șurub micrometric tip „holtest”**

a.- set de trei instrumente; b.- set de două calibre inel; c.- prelungitor

**Notă:** spre deosebire de micrometrele tip vergea și cu ciocuri, instrumentele tip “holtest”, se pot utiliza numai pentru măsurarea diametrelor interioare la suprafețe cilindrice interioare.

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea diametrului interior al piesei de controlat 6 (fig. 7.c), instrumentul se reglează cu ajutorul unui calibrul inel din trusă cu diametrul interior egal cu una din limitele intervalului de măsurare al instrumentului. Se ține instrumentul, cu mâna stângă, de tija 2, a acestuia și se introduce capul de măsurare 3, în interiorul calibrului inel 1 (fig. 7.a); cu mâna dreaptă, se rotește tamburul 4, prin acționarea rozetei zimțate 7, pentru a aduce în contact suprafețele de măsurare 5, cu suprafața cilindrică interioară de controlat și se reglează instrumental astfel: dacă reperul “0” al scării circulare de pe tamburul 4, nu coincide cu reperul de pe scara milimetrilor corespunzător valorii nominale a diametrului calibrului inel utilizat, se acționează contrapiulița 11, pentru a permite rotirea tijei 2, a instrumentului; se rotește tija 2, cu un unghi foarte mic, după care se blochează în poziția rotită cu contrapiulița 11. Se repetă operația, până se realizează reglarea instrumentului.



**Fig. 7. Măsurarea diametrelor interioare cu instrumente cu șurub micrometric tip „holtest”**

a.- reglarea la zero a instrumentului; b.- capul de măsurare (detaliu); c.- măsurarea diametrului interior

După reglarea instrumentului, capul de măsurare 2, se scoate din interiorul calibrului inel 1 și se introduce în interiorul piesei de controlat 6 (fig. 7.c). Se rotește **întotdeauna**, rozeta zimțată 7, de la capătul tamburului 4 (care va acționa mecanismul de limitare a apăsării) și se realizează contactul dintre suprafețele active 5 cu suprafața interioară de controlat.

Atunci când rozeta zimțată 7, se rotește în gol, înseamnă că s-a realizat contactul corect dintre piesă și suprafețele de măsurare și se poate lua citirea valorii măsurate pe scările 8, 9 și 10, ale instrumentului.

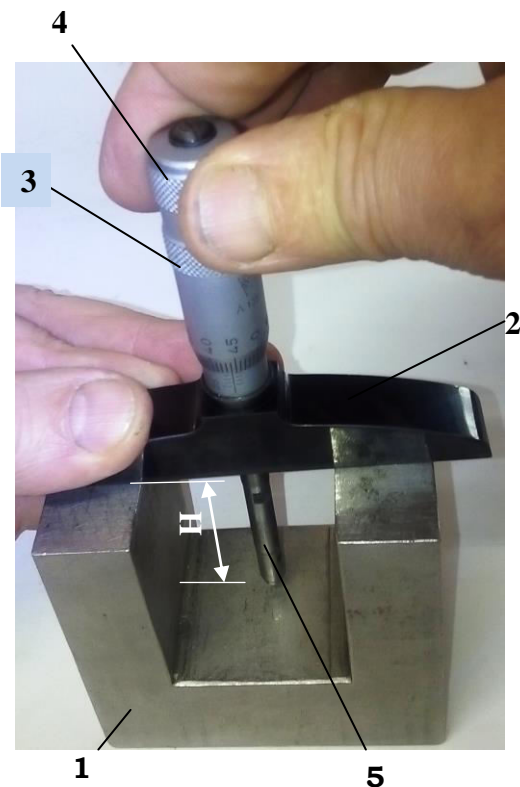
### 2.3.3. Măsurarea adâncimilor cu micrometre de adâncime.

Măsurarea adâncimilor se realizează cu micrometre de adâncime (fig. 1.c), care au în construcția lor o talpă, prevăzută cu o suprafață inferioară plană activă, prin intermediul căreia instrumentul se sprijină pe piesa de controlat, iar tija șurubului micrometric are la capătul inferior a doua suprafață activă plană.

**Tehnica măsurării:** pentru măsurarea adâncimii **H**, a piesei de controlat 1, se sprijină talpa 2, a micrometrului de adâncime cu suprafața activă plană inferioară a ei, pe suprafața superioară a piesei 1 (fig. 8); se rotește tamburul 3 și se aduce capătul inferior al tijei 5, a șurubului micrometric, în apropierea celeilalte suprafețe (inferioară) a piesei.

Pentru realizarea contactului, se rotește **întotdeauna**, rozeta zimțată 4, de la capătul tamburului 3 (care va acționa mecanismul de limitare a apăsării).

Atunci când rozeta zimțată 5, se rotește în gol, înseamnă că s-a realizat contactul corect dintre piesă și suprafețele de măsurare și se poate lua citirea valorii măsurate pe scările de repere ale instrumentului.



**Fig. 8. Măsurarea adâncimilor cu micrometrul de adâncime**

**Notă:** tija 5, care se montează la capătul șurubului micrometric, este interschimbabilă; pentru măsurarea adâncimilor mai mari de 25 mm, micrometrele de adâncime sunt prevăzute cu seturi de tije cu lungimea egală cu multipli de 25 mm, care se înșurubează în capătul șurubului micrometric.

#### **2.4. Citirea valorii măsurate cu micrometrul**

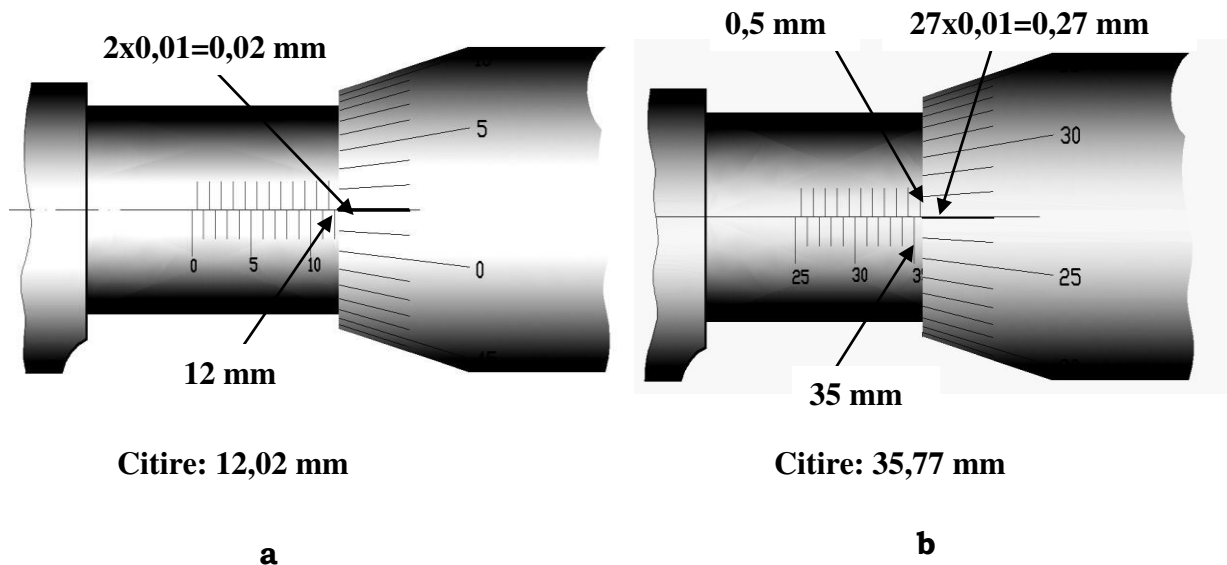
Citirea valorii unei dimensiuni măsurată cu micrometrul se ia în următoarea succesiune (fig. 9):

- **citirea milimetrilor:** numărul de milimetri se citesc pe scara milimetrilor de pe brațul micrometrului, observându-se reperul cel mai apropiat al acesteia de marginea tamburului;

- **citirea fracțiunilor de milimetru:** se observă care reper de pe circumferința tamburului este în prelungirea liniei care separă cele două scări de pe tambur; se înmulțește numărul de diviziuni de pe tambur cu valoarea diviziunii, obținându-se fracțiunea de milimetru:  $12 \text{ mm} + 2 \times 0,01 \text{ mm} = 12 + 0,02 = 12,02 \text{ mm}$  (fig.9a.);

- **citirea jumătății de milimetru:** dacă între reperul luat ca citire a milimetrilor și marginea tamburului, se observă un reper de pe scara jumătăților de milimetru (aflată pe brațul micrometrului și opusă scării milimetrilor), la

- indicația obținută anterior, se adaugă 0,5 mm:  $35 \text{ mm} + 27 \times 0,01 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} = 35,77 \text{ mm}$  (fig. 9.b.).



**Fig. 9. Citirea dimensiunii măsurate cu micrometrul**

- a.- dimensiunea este în intervalul 12 - 12,5 mm;  
 b.- dimensiunea este în intervalul 35,50 - 36 mm.

**Notă:** șurubul micrometric, având pasul de 0,5 mm, se deplasează axial cu 1 mm la efectuarea a două rotații complete; pe tambur (sunt 50 diviziuni  $\times 0,01 \text{ mm} = 0,5 \text{ mm}$ ) se vor citi fracțiunile pentru fiecare din cele două rotații ale șurubului micrometric pe intervalul de 1 mm. Când se observă reperul de pe scara jumătăților de milimetru se va adăuga la citire valoarea 0,5 mm (șurubul micrometric este la a doua rotație, respectiv în a doua jumătate a milimetrului).



### 3. Metodologia desfășurării lucrării de laborator.

În cadrul lucrării de laborator, se vor măsura dimensiuni liniare la o piesă stabilită de conducătorul lucrării, cu micrometrele puse la dispoziție.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg următoarele etape:

- se identifică elementele componente ale micrometrelor obișnuite și se stabilește precizia de citire (valoarea diviziunii) a micrometrului analizat;
- se analizează desenul de reper al piesei care se va controla și se identifică toleranțele dimensiunilor care se vor măsura;
- se execută desenul de reper al piesei de controlat, pe fișa de control;
- se măsoară dimensiunile precizate de conducătorul lucrării, cu micrometre obișnuite, astfel:
  - o dimensiune exterioară cu micrometrul de exterior (conform fig. 3);
  - o dimensiune interioară cu micrometrul de interior cu ciocuri (conform fig. 5);
  - o adâncime cu micrometrul de adâncime (conform fig. 8);

Valorile efective (măsurate) se trec în fișa de control;

- se prelucrează și se interpretează rezultatele măsurărilor și se completează fișa de control, conform modelului (ANEXA nr. 2);
- se compară dimensiunea efectivă cu valorile limită calculate și se formulează concluzia: dimensiunea efectivă *se încadrează/ nu se încadrează* în toleranța precisă.

**Notă:** o dimensiune efectivă se încadrează în toleranța prescrisă dacă respectă una din condițiile:

**$D_{min} \leq D_e \leq D_{max}$** , pentru alezaje (dimensiuni interioare);

**$d_{min} \leq d_e \leq d_{max}$** , pentru arbori (dimensiuni exterioare).

- se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă pentru utilizare* sau: *piesa controlată este respinsă de la utilizare*.

**Notă:** fișa de control se va completa conform modelului anexat (ANEXA nr. 2).

#### **4. Conținutul referatului pentru lucrarea de laborator nr. 1**

Referatul întocmit de student va cuprinde:

##### **1. Conспектul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:

- citirea valorii măsurate cu instrumente cu micrometrul cu fig. 9;
- metodologia desfășurării lucrării de laborator.

##### **2. Rezultatele măsurărilor** efectuate în laborator:

- **FIȘA DE CONTROL pentru LUCRAREA nr. 2** completată conform modelului (ANEXA NR. 2).

**Notă:** conspectul va fi scris de mână, iar desenele se vor executa sub formă de schiță de mână.

**Notă:** studenții vor veni la laborator cu fișa de control (ANEXA nr. 1) listată, pe care o vor completa în laborator.

**ANEXA nr. 1**

<b>FIȘĂ DE CONTROL pentru lucrarea nr. 2</b>					
<b>Nr. lucrare de laborator</b>		<b>Desen piesă</b>			
<b>Data efectuării lucrării</b>					
<b>Denumire piesă</b>					
<b>Nr. desen:</b>					
<b>Nr.ope rației de control</b>	<b>Caracteristica controlată</b>		<b>Instrumentul utilizat</b>	<b>Valoare efectivă [mm]</b>	<b>Observații</b>
	<b>Denumire/ Simbol</b>	<b>Valori limită, toleranța [mm]</b>			
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					
<b>DECIZIA</b>					
<b>OPERATOR</b>	<b>Nume, prenume</b>		<b>Grupa</b>	<b>Data</b>	<b>Observații</b>

ANEXA nr. 2- MODEL

FIȘĂ DE CONTROL pentru lucrarea nr. 2

Nr. lucrare de laborator	
2	
Data efectuării lucrării	
14.10.2019	
Denumire piesă	
CASETĂ	
Nr. desen:	
TCD-2019.01	

Nr.ope rației de control	Caracteristica controlată		Instrumentul utilizat	Valoare efectivă [mm]	Observații
	Denumire/ Simbol	Valori limită, toleranța [mm]			
0	1	2	3	4	5
1.	$\Phi 24_{-0,20}^0$ mm	$d_{max}= 24;$ $d_{min}= 23,80;$ $IT_a= 0,20$	Micrometru de exterior, 0- 25 mm.	de=23,96	$d_{min} < de < d_{max}$
2	$\Phi 35_{-0,15}^{+0,10}$ mm	$d_{max}= 35,10;$ $d_{min}= 34,85;$ $IT_a= 0,25$	Micrometru de exterior, 25- 50 mm.	de=35,10	de= $d_{max}$
3	$\Phi 20_0^{+0,22}$ mm	$D_{max}= 20,22;$ $D_{min}= 20,00;$ $IT_A= 0,22$	Micrometru de interior cu ciocuri, 6- 30 mm.	De=20,07	$D_{min} < De < D_{max}$
4	$22 \pm 0,2$ mm	$D_{max}= 22,20;$ $D_{min}= 21,80;$ $IT_A= 0,40$	Micrometru de adâncime, 0- 25 mm.	De=21,80	De= $D_{min}$

**DECIZIA**

**Piesa controlată este admisă pentru  
utilizare**

<b>OPERATOR</b>	<b>Nume, prenume</b>	<b>Grupa</b>	<b>Data</b>	<b>Observații</b>
	Ionescu Mihai	9203	28.10.2019	Toate dimensi- unile efective se încadrează în toleranțele prescrise

**FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI  
ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

**Florentin Cioată**

**Adriana Munteanu**

**TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL  
Lucrarea de laborator nr. 3**

**Iași, 2019**

## **LUCRAREA NR. 3.**

### **TOLERANȚE DIMENSIONALE PENTRU PIESE CU FORMĂ SIMPLĂ**

#### **Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 3:**

- stabilirea abaterilor limită pentru o dimensiune tolerată, cu ajutorul standardelor ISO;
- reprezentarea grafică a ajustajelor ISO;
- identificarea tipului de ajustaj și a sistemului de ajustaje;
- calcularea jocurilor și/sau strângerilor limită ale unui ajustaj și a toleranței ajustajului.
- înscrierea toleranțelor dimensionale pe desenul de reper;
- indicarea ajustajelor pe desenul de ansamblu.

#### **1. Scopurile lucrării**

- cunoașterea elementelor de identificare a dimensiunilor tolerate, cunoașterea calcului cu toleranțe dimensionale, reprezentarea grafică a câmpului de toleranțe al unei dimensiuni tolerate, cunoașterea modului de utilizare a standardului cu abateri limită, abateri fundamentale și toleranțe fundamentale ISO;
- cunoașterea tipurilor de ajustaje din îmbinări, a modalităților de identificare a tipului de ajustaj, a modului de identificare a sistemului de ajustaje, reprezentarea grafică a unui ajustaj, calcularea jocurilor sau strângerilor limită pentru un ajustaj, calcularea toleranței ajustajului.
- cunoașterea modului de înscriere a toleranțelor dimensionale pe desenul de reper și a modului de indicare a ajustajelor pe desenul de ansamblu.

#### **2. Considerații generale**

Pentru a asigura funcționarea corectă a pieselor în ansamblurile în care sunt montate, sunt stabilite intervale de valori pentru parametrii dimensionali și geometrici, care se înscriu pe desenele de reper sub formă de toleranțe.

Toleranțele prescrise pentru dimensiuni sunt numite toleranțe dimensionale, iar dimensiunile care primesc toleranțe sunt dimensiuni tolerate.

Toleranțele dimensionale nu se aleg la întâmplare, ci se stabilesc astfel încât să satisfacă două condiții de bază:

- să fie cât mai mici, pentru a asigura funcționarea corectă a piesei;
- să fie cât mai mari, pentru prelucrarea cât mai economică a piesei.

Pentru o utilizare unitară a toleranțelor dimensionale de către toți proiectanții și utilizatorii, toleranțele dimensionale au fost grupate într-un ansamblu de toleranțe numit sistem de toleranțe dimensionale.

În țara noastră este utilizat sistemul ISO de toleranțe dimensionale, general și obligatoriu de respectat la toate nivelele: național, departamental, etc.

### 2.1. Dimensiuni tolerate individual.

Dimensiunea liniară exprimă valoarea numerică a unei lungimi, în unitatea de măsură a lungimii.

Conform SI (sistemul internațional de mărimi și unități), unitatea de măsură a lungimii este metrul [m]

**Notă:** în construcția de mașini, pentru exprimarea dimensiunilor liniare se utilizează ca unitate de măsură milimetrul [mm].

**Notă:** în calculele cu toleranțe, pentru exprimarea abaterilor limită, a toleranțelor dimensionale, a jocurilor și strângerilor limită și a toleranței ajustajului se poate utiliza drept unitate de măsură micrometrul [ $\mu\text{m}$ ].

Se poate considera că dimensiunea liniară reprezintă caracteristica liniară a unui element geometric (muchie, plan, suprafață) al unei piese, respectiv, distanța dintre două plane paralele opuse.

Abaterile limită, abaterile fundamentale, toleranțele fundamentale și treptele de toleranțe ale dimensiunilor tolerate sunt stabilite de sistemul de toleranțe dimensionale ISO, care este reglementat prin două standarde principale: SR EN 20286-1:1997 și SR EN 20286-2: 1997.

În standardul SR EN 20286-1:1997 sunt reglementate și definite elementele prin care se definesc dimensiunile tolerate și sunt prezentate valorile numerice ale toleranțelor fundamentale și valorile numerice ale abaterilor fundamentale pentru arbori și alezaje.

În standardul SR EN 20286-2:1997 sunt prezentate valorile numerice ale abaterilor limită pentru arbori și alezaje.

### 2.2. Calcularea valorilor limită ale dimensiunii.

Valorile limită ale unei dimensiuni tolerate sunt dimensiunile maximă și minimă ale intervalului de valori în care se află dimensiunea efectivă.

Cele două dimensiuni limită se calculează cu relațiile:

*pentru arbori (dimensiuni exterioare):*

$$d_{\max} = N + es$$

$$d_{\min} = N + ei$$

*pentru alezaje (dimensiuni interioare):*

$$D_{\max} = N + ES \quad (1)$$

$$D_{\min} = N + EI \quad (2)$$

### 2.3. Calcularea toleranței dimensionale.

Toleranța unei dimensiuni este diferența dintre dimensiunile limită sau diferența dintre abaterile limită.

**Notă:** toleranța are o valoare pozitivă, întotdeauna (deoarece reprezintă diferența dintre o dimensiune maximă și o dimensiune minimă, respectiv, diferența algebrică a abaterilor limită, chiar dacă acestea sunt negative).

Toleranța dimensională se calculează cu două relații echivalente.

**Pentru arbori (dimensiuni exterioare):**

Relația 1:  $ITa = d_{\max} - d_{\min}$

Relația 2:  $ITa = es - ei$

**Pentru alezaje (dimensiuni interioare):**

Relația 1:  $ITA = D_{\max} - D_{\min}$  (3)

Relația 2:  $ITA = ES - EI$  (4)

**Notă:** în calculele cu toleranțe, pentru determinarea toleranței, se va folosi relația 2 (în funcție de abaterile limită).

#### 2.4. Reprezentarea grafică a câmpului de toleranțe pentru o dimensiune tolerată

În calculele cu toleranțe, valoarea nominală, abaterile limită și câmpul de toleranțe ale unei dimensiuni se reprezintă grafic într-un sistem de coordonate rectangulare, în care se ia, ca axă a absciselor, linia zero, iar ca axă a ordonatelor, linia abaterilor exprimate în  $\mu\text{m}$ .

Această reprezentare este cunoscută drept reprezentarea grafică simplificată; pe această reprezentare grafică se trec liniile abaterilor superioară și inferioară care se notează în stînga ordonatei abaterilor (fig. 1).

Câmpul de toleranțe se reprezintă sub forma unui dreptunghi cu înălțimea egală cu toleranța dimensiunii și lungimea atât cât permite câmpul desenului.

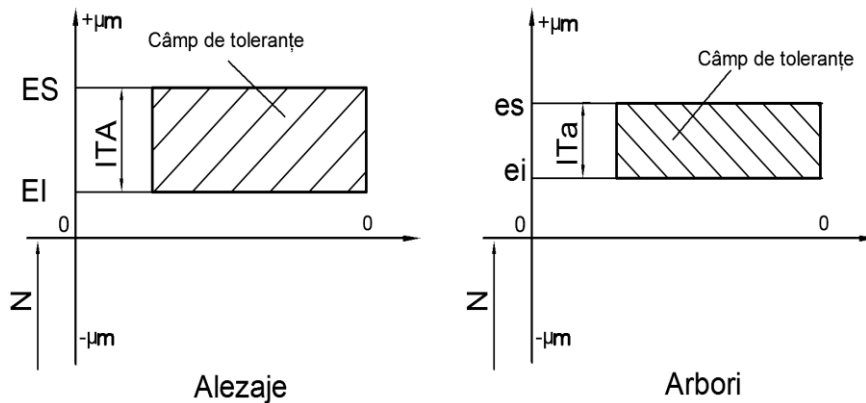


Fig. 1. Reprezentarea grafică a câmpului de toleranțe

Câmpul de toleranțe se hașurează astfel:

- **pentru alezaje:** cu linii înclinate de la dreapta la stînga, mai depărtate între ele;
- **pentru arbori:** cu linii înclinate de la stînga la dreapta, mai apropiate între ele.



## 2.5. Determinarea abaterilor limită cu ajutorul standardului SR EN 20286: 1997

O dimensiune este complet caracterizată dacă se cunosc elementele:

- valoarea nominală a dimensiunii;
- clasa de toleranțe (asocierea dintre abaterea fundamentală și treapta de toleranțe).

Cu aceste elemente se pot determina:

- valorile abaterilor limită ale dimensiunii considerate: abaterea superioară și abaterea inferioară;
- valorile limită ale dimensiunii considerate: dimensiunea maximă și dimensiunea minimă;
- valoarea toleranței dimensiunii considerate.

Abaterile limită se pot stabili în două moduri:

- direct din standardul SR EN 20286-2: 1997, în care sunt date valorile numerice ale abaterii superioare și ale abaterii inferioare (în  $\mu\text{m}$ ), pentru arbori și pentru alezaje, în funcție de dimensiunea nominală și clasa de toleranțe;
- prin calcul, cu ajutorul standardului SR EN 20286-1: 1997, în care sunt date valorile abaterilor fundamentale pentru arbori și alezaje (în  $\mu\text{m}$ ) și valorile treptelor de toleranțe fundamentale (în  $\mu\text{m}$ ), în funcție de dimensiunea nominală și treapta de toleranțe.

### Obținerea abaterilor limită cu ajutorul standardului cu abateri limită pentru arbori și alezaje- SR EN 20286-2: 1997

În standardul SR EN 20286-2: 1997 sunt prezentate abaterile limită pentru toți arborii **a, ..., zc** și pentru toate alezajele **A, ..., ZC**, din sistemul de toleranțe dimensionale ISO, pentru dimensiuni nominale până la 500 mm.

În ANEXA I sunt date extrase din standard, cu abateri limită pentru arbore, iar în ANEXA II sunt date extrase din standard, cu abateri limită pentru alezaje.

Modul de lucru cu acest standard se prezintă prin două exemple.

#### *Exemplul I.*

Pentru stabilirea abaterilor limită a arborelui **30g6**, se parcurg etapele:

**E1:** se identifică elementele care definesc arborele dat:

- valoarea nominală este **N = 30** mm;
- clasa de toleranțe este **g6**, formată din abaterea fundamentală cu simbolul **g** și treapta de toleranțe **6**.

**E2:** în ANEXA I (extrasul cu abaterile limită pentru arbori), se caută coloana corespunzătoare abaterii fundamentale **g** și apoi, coloana cu treapta de toleranțe **6** (fig. 2);

**E3:** se identifică linia cu intervalul de dimensiuni nominale în care se încadrează valoarea nominală a arborelui considerat (intervalul peste 18 până la 30 mm inclusiv).

**E4:** se urmărește caseta aflată la intersecția coloanei pentru clasa de toleranțe **g6**, cu linia intervalului de dimensiuni nominale peste 18 până la 30 mm inclusiv.

În caseta identificată sunt două valori numerice, una sub alta:

- valoarea numerică situată deasupra, este abaterea superioară, *es*;
- valoarea numerică situată dedesubt, este abaterea inferioară, *ei*.

Notă: ambele valori numerice sunt în micrometri.

## ANEXA I

### Abateri limită pentru arbori

Dimensiuni nominale [mm]		e			f			g				
Intervale principale	Intervale secundare	5	6	7	5	6	7	5	6	7	4	5
Până la 3 <sup>1)</sup>		-14 -18	-14 -20	-14 -24		-6 -10	-6 -12	-2 -6	-2 -8	-2 -12	0 -3	0 -4
(3 - 6]		-20 -25	-20 -28	-20 -32		-10 -15	-10 -18	-4 -9	-4 -12	-4 -16	0 -4	0 -5
(6 - 10]		-25 -31	-25 -34	-25 -40		-13 -19	-13 -22	-5 -11	-5 -14	-5 -20	0 -4	0 -6
(10 - 18]		-32 -40	-32 -43	-32 -50		-16 -24	-16 -27	-6 -14	-6 -17	-6 -24	0 -5	0 -8
(18 - 30]		-40 -49	-40 -53	-40 -61		-20 -29	-20 -33	-7 -16	-7 -20	-7 -28	0 -6	0 -9
(30 - 40]		-50 -55	-50 -55	-50 -60		-25 -30	-25 -30	-9 -14	-9 -14	0 -5	0 -5	0 -10

Fig. 2

Deci, abaterile limită pentru arborele **30g6** sunt:

$$es = -7 \mu\text{m}, ei = -20 \mu\text{m},$$

și se poate scrie:

$$30g6 = 30_{-0,020}^{-0,007} \text{mm}.$$

### Exemplul al II-lea.

Pentru stabilirea abaterilor limită a alezajului **30H7**, se parcurg etapele:

**E1:** se identifică elementele care definesc alezajul dat:

- valoarea nominală este **N = 30 mm**;
- clasa de toleranțe este **H7**, formată din abaterea fundamentală cu simbolul **H** și treapta de toleranțe **7**.

**E2:** în ANEXA II (extrasul cu abaterile limită pentru alezaje), se caută coloana corespunzătoare abaterii fundamentale **H** și apoi, coloana cu treapta de toleranțe **7** (fig. 3);

**E3:** se identifică linia cu intervalul de dimensiuni nominale în care se încadrează valoarea nominală a arborelui considerat (intervalul peste 18 până la 30 mm inclusiv).

**E4:** se urmărește caseta aflată la intersecția coloanei pentru clasa de toleranțe **H7**, cu linia intervalului de dimensiuni nominale peste 18 până la 30 mm inclusiv.

În caseta identificată sunt două valori numerice, una sub alta:

- valoarea numerică situată deasupra, este abaterea superioară, *ES*;
- valoarea numerică situată dedesubt, este abaterea inferioară, *EI*.

Notă: ambele valori numerice sunt în micrometri.

## ANEXA II

### Abateri limită pentru alezaje

Abateri în micrometri

Dimensiuni nominale [mm]		E			F			G			H				
Intervale principale	Intervale secundare	6	7	8	6	7	8	6	7	8	5	6	7	8	9
Până la 3 <sup>1)</sup>		+20 +14	+24 +14	+28 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0
(3 - 6]		+28 +20	+32 +20	+38 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+6 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0
(6 - 10]		+34 +25	+40 +25	+47 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+38 0
(10 - 18]		+43 +32	+50 +32	+59 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0
(18 - 30]		+53 +40	+51 +40	+73 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0
(30 - 40)		+66 +50	+75 +50	+89 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +8	+34 +8	+48 +8	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0

Fig. 3

Deci, abaterile limită pentru alezajul **30H7** sunt:

$$ES = +21 \mu\text{m}, ei = 0 \mu\text{m}.$$

Cu abaterile limită obținute din standard, se pot scrie toate elementele care definesc cele două dimensiuni considerate:

$$\text{Pentru arbore: } 30g6 = 30_{-0,020}^{-0,007} \text{ mm}$$

$$\text{Pentru alezaj: } 30H7 = 30_0^{+0,021} \text{ mm}$$

Notă: abaterile limită se alătură valorii nominale a dimensiunii, în dreapta acesteia, una sub alta (abaterea superioară se scrie sus, abaterea inferioară se scrie jos).

Atenție! Lângă valoarea nominală a dimensiunii (care este dată în mm), abaterile limită se vor da în aceeași unitate de măsură (deci se va face transformarea abaterilor din  $\mu\text{m}$ , în mm).

### Discuție:

• *se consideră dimensiunea 30g6*; valoarea nominală  $N=30$  mm, se încadrează în intervalul de dimensiuni: peste 18 până la 30 mm inclusiv; din ANEXA I (abateri limită pentru arbori), pentru acest interval de dimensiuni și pentru **g6**, se obțin abaterile limită:  $es=-7 \mu\text{m}$ ,  $ei=-20 \mu\text{m}$ .

*Abaterea fundamentală* este  $es=-7 \mu\text{m}$  (cea mai apropiată de linia zero); această valoare o au toți arborii **g**, pentru toate treptele de toleranțe și pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat.

*Toleranța fundamentală* corespunzătoare arborelui **30g6**, este:  $IT6=es-ei=13 \mu\text{m}$ ; această valoare o au toți arborii din treapta de toleranțe **6**, pentru toate

abaterile fundamentale (câmpurile) de la **a** până la **zc** și pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat;

• *se consideră dimensiunea 30H7*; valoarea nominală  $N=30$  mm, se încadrează în intervalul de dimensiuni: peste 18 până la 30 mm inclusiv; din ANEXA II (abateri limită pentru alezaje), pentru acest interval de dimensiuni și pentru **H7**, se obțin abaterile limită:  $ES=21\ \mu\text{m}$ ,  $EI=0\ \mu\text{m}$ .

*Abaterea fundamentală* este  $EI=0\ \mu\text{m}$  (cea mai apropiată de linia zero); această valoare o au toate alezajele **H**, pentru toate treptele de toleranțe și pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat.

*Toleranța fundamentală* corespunzătoare alezajului **30H7**, este:  $IT7=ES-EI=21\ \mu\text{m}$ ; această valoare o au toate alezajele din treapta de toleranțe **7**, pentru toate abaterile fundamentale (câmpurile) de la **A** până la **ZC** și pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat;

### **Concluzii:**

• abaterea fundamentală este calculată pentru fiecare interval de dimensiuni nominale și este aceeași pentru toate treptele de toleranțe (nu depinde de treapta de toleranțe);

• toleranța fundamentală este calculată pentru fiecare interval de dimensiuni și pentru fiecare treaptă de toleranțe, fiind aceeași pentru toate abaterile fundamentale (câmpuri) cu aceeași treaptă de toleranțe (nu depinde de abaterea fundamentală).

## **3. Ajustaje**

Un produs format din mai multe piese reprezintă un ansamblu sau subansamblu; piesele asociate pot fi cuprinse și cuprinzătoare, formând îmbinări sau ansamblări.

Imbinările dintre piese pot fi:

**a. îmbinări mobile**, care permit deplasarea relativă dintre piesele îmbinate, fiind caracterizate printr-un joc între piese;

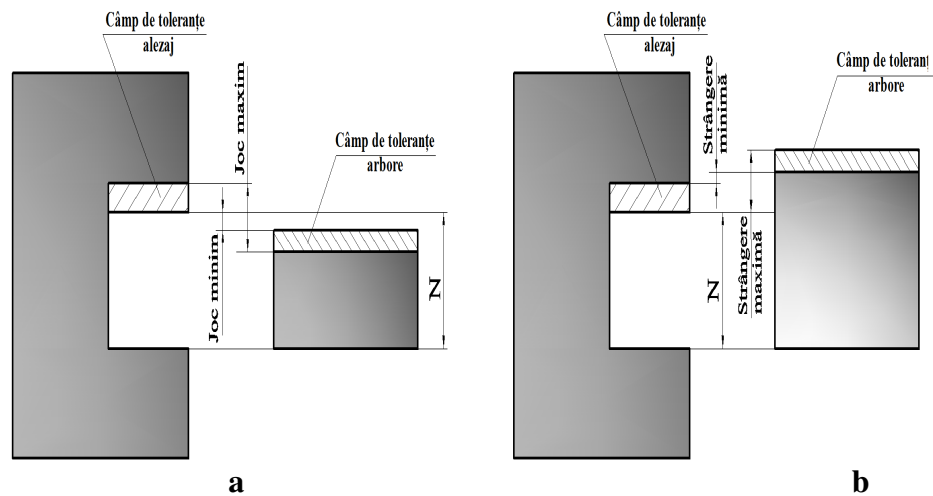
**b. îmbinări fixe**, care nu permit deplasarea relativă dintre piesele îmbinate și care pot fi:

- **îmbinări greu demontabile**, la care există o strângere puternică între piesele îmbinate;
- **îmbinări ușor demontabile**, caracterizate prin existența unui joc foarte mic sau a unei strângeri foarte mici,

Îmbinarea a două piese se poate realiza dacă ambele au aceeași dimensiune nominală a suprafețelor după care vin în contact; datorită faptului că dimensiunile efective ale pieselor conjugate nu sunt egale, între suprafețele în contact poate apare un joc sau o strângere.

**Joc** într-o îmbinare este diferența, înainte de montare între valorile efective ale alezajului și arborelui, atunci când aceasta este pozitivă (fig. 4.a.)

**Strângere** într-o îmbinare este diferența (în valoare absolută), înainte de montare, între valorile efective ale alezajului și arborelui, atunci când aceasta este negativă (fig. 4.b.)



**Fig. 4**

**Ajustajul** este o relație care rezultă din diferența, înainte de montare, între dimensiunile efective ale pieselor dintr-o îmbinare; se referă la mărimea jocului sau a strângerii care apare între două piese care se îmbină.

Ajustajul este caracterizat prin următoarele elemente:

- **dimensiunea nominală a ajustajului:** dimensiunea nominală comună a pieselor care se îmbină (valoarea nominală comună a arborelui și alezajului);
- **toleranța ajustajului,  $IT_{aj}$ :** suma toleranțelor arborelui și alezajului:

$$IT_{aj} = IT_a + IT_A. \quad (5)$$

### 3.1. Tipuri de ajustaje. Reprezentarea grafică a ajustajelor

În îmbinările dintre organele de mașini, între dimensiunile pieselor care formează îmbinări, se pot forma trei tipuri de ajustaje distincte:

- ajustaje cu joc;
- ajustaje cu strângere;
- ajustaje intermediare.

**a. Ajustaje cu joc:** sunt ajustajele care asigură totdeauna un joc. În reprezentarea grafică, la ajustajele cu joc, câmpul de toleranță al alezajului se află deasupra câmpului de toleranță al arborelui, la distanța egală cu jocul minim (fig. 5.a.).

Se determină jocurile limită, jocul maxim și jocul minim și toleranța ajustajului:

**Jocul maxim** este diferența, înainte de montare, dintre valoarea maximă a alezajului și valoarea minimă a arborelui, respectiv, diferența dintre abaterea superioară a alezajului și abaterea inferioară a arborelui:

$$J_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei. \quad (6)$$

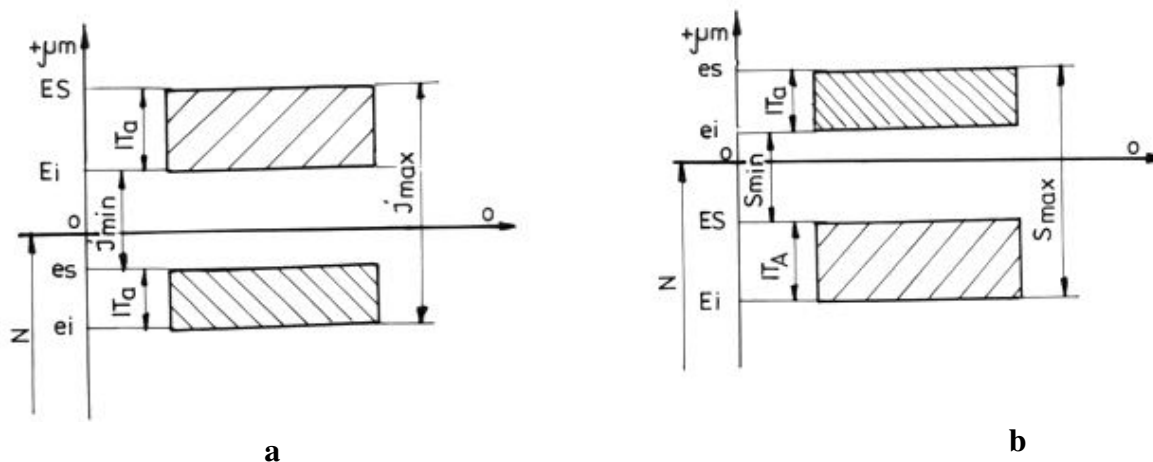
**Jocul minim** este diferența, înainte de montare, dintre valoarea minimă a alezajului și valoarea maximă a arborelui, respectiv, diferența dintre abaterea inferioară a alezajului și abaterea superioară a arborelui:

$$J_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es. \quad (7)$$

**Toleranța ajustajului cu joc  $IT_j$** , se determină pornind de la relația toleranței ajustajului:

$$IT_{aj} = IT_j = IT_A + IT_a = ES - EI + es - ei = (ES - ei) - (EI - es)$$

$$IT_{aj} = J_{\max} - J_{\min}. \quad (8)$$



**Fig. 5** Reprezentarea grafică a unui ajustaj  
a.- ajustaj cu joc; b.- ajustaj cu strângere

**b. Ajustaje cu strângere:** sunt ajustajele care asigură totdeauna o strângere. În reprezentarea grafică, la ajustajele cu strângere, câmpul de toleranță al alezajului se află sub câmpul de toleranță al arborelui, la distanța egală cu strângerea minimă (fig.5.b.).

Se determină strângerile limită, strângerea maximă și strângerea minimă și toleranța ajustajului:

**Strângerea maximă** este diferența, înainte de montare, dintre valoarea maximă a arborelui și valoarea minimă a alezajului, respectiv, diferența dintre abaterea superioară a arborelui și abaterea inferioară a alezajului:

$$S_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI. \quad (9)$$

**Strângerea minimă** este diferența, înainte de montare, dintre valoarea minimă a arborelui și valoarea maximă alezajului, respectiv, diferența dintre abaterea inferioară a arborelui și abaterea superioară a alezajului:

$$S_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES. \quad (10)$$

**Toleranța ajustajului cu strângere  $IT_s$** , se determină pornind de la relația toleranței ajustajului:

$$IT_{aj} = IT_s = IT_A + IT_a = ES - EI + es - ei = (es - EI) - (ei - ES)$$

$$IT_{aj} = IT_s = S_{\max} - S_{\min} \quad (11)$$

**c. Ajustaje intermediare:** sunt ajustajele care asigură un joc mic sau o strângere mică, între piesele din îmbinare. În reprezentarea grafică, la ajustajele cu strângere, câmpurile de toleranță al alezajului și al arborelui se suprapun parțial (fig.6.a și b) sau total (fig. 6.c.).

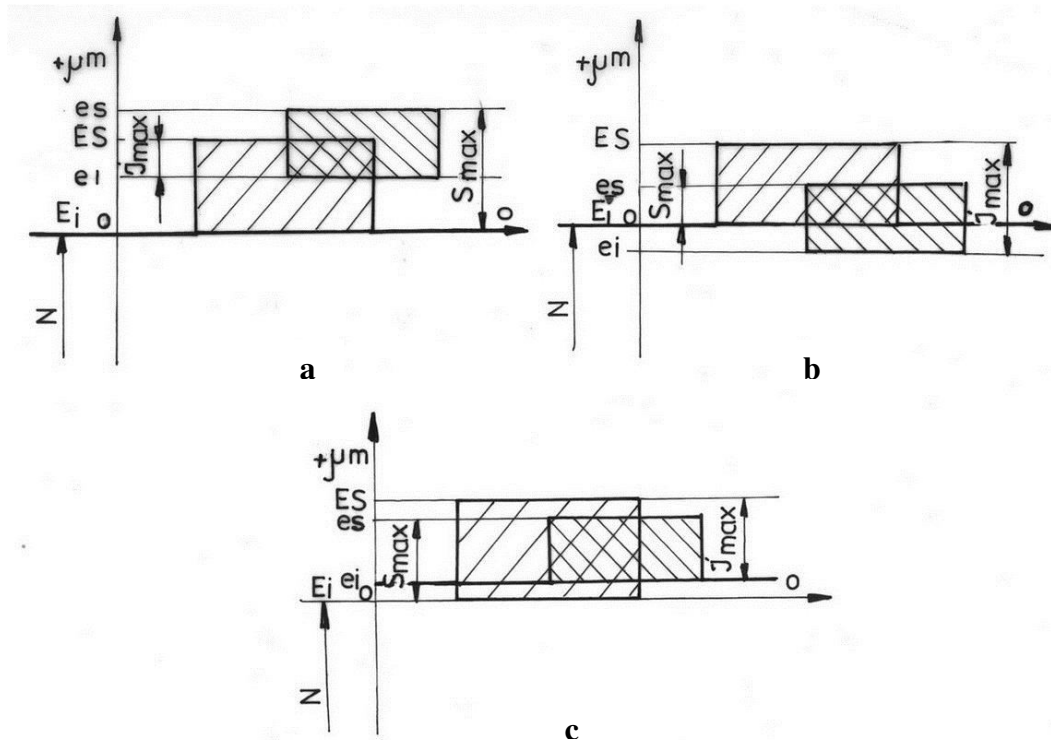


Fig. 6. Reprezentarea grafică a unui ajustaj intermediar

Ajustajul intermediar se caracterizează prin strângere maximă și joc maxim.

**Toleranța ajustajului intermediar** se calculează pornind de la relația toleranței ajustajului:

$$\begin{aligned} IT_{aj} &= IT_A + IT_a = ES - EI + es - ei = (ES - ei) - (ei - ES) \\ IT_{aj} &= J_{max} + S_{max}. \end{aligned} \quad (12)$$

### 3.2. Sisteme de ajustaje.

În sistemul ISO de toleranțe și ajustaje, ajustajele se pot forma în două feluri:

- prin asocierea unui singur arbore cu toate cele 28 de alezaje din sistemul ISO; ajustajele formate în acest mod formează sistemul de ajustaje cu arbore unitar sau **sistemul de ajustaje arbore unitar**.

Arborele luat ca bază în acest sistem de ajustaje se numește **arbore unitar**.

În sistemul ISO, arborele unitar este arborele **h**.

Toate ajustajele obținute în acest mod (28 de ajustaje), constituie **sistemul de ajustaje arbore unitar**.

- prin asocierea unui singur alezaj cu toți cei 28 de arbori din sistemul ISO; ajustajele formate în acest mod formează sistemul de ajustaje cu alezaj unitar sau sistemul de ajustaje **alezaj unitar**.

Alezajul luat ca bază în acest sistem de ajustaje se numește *alezaj unitar*. Toate ajustajele obținute în acest mod (28 de ajustaje), constituie *sistemul de ajustaje arbore unitar*.

În sistemul ISO, alezajul unitar este alezajul **H**.

### **3.3. Identificarea tipului de ajustaj și a sistemului de ajustaje din care face parte un ajustaj specificat.**

Pentru a identifica ce tip de ajustaj este un ajustaj dat (ajustaj cu joc, un ajustaj cu strângere sau un ajustaj intermediar), se pot aplica următoarele metode:

- pe reprezentarea grafică a ajustajului;
- prin compararea valorilor limită ale alezajului și arborelui;
- prin compararea abaterilor limită ale alezajului și arborelui;
- prin observarea semnului jocurilor și strângerilor limită.

#### **3.3.1. Identificarea tipului de ajustaj pe reprezentarea grafică a ajustajului.**

Această metodă asigură identificarea rapidă a tipului de ajustaj, prin observarea poziției câmpurilor de toleranțe ale celor două dimensiuni (alezaj și arbore), unul față de celălalt, pe reprezentarea grafică a ajustajului.

Pot exista trei posibilități, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere și intermediare:

- câmpul de toleranțe al alezajului este situat deasupra câmpului de toleranțe al arborelui; în această situație, ajustajul considerat este ajustaj cu joc (fig. 5.a);
- câmpul de toleranțe al alezajului este situat sub câmpul de toleranțe al arborelui; în această situație, ajustajul considerat este ajustaj cu strângere (fig. 5.b);
- câmpurile de toleranțe ale alezajului și arborelui se interpătrund total sau parțial; în această situație, ajustajul considerat este ajustaj intermediar (fig. 6).

Aceste trei situații sunt prezentate, sintetic, în tabelul 1.

**Notă:** pe reprezentarea grafică a unui ajustaj intermediar, se observă trei situații posibile:

- cele două câmpuri de toleranțe (alezaj, arbore) se interpătrund parțial, iar câmpul de toleranțe al alezajului este poziționat în partea de jos a câmpului de toleranțe al arborelui (fig. 6.a); este cazul ajustajului intermediar în care predomină strângerea;

- cele două câmpuri de toleranțe (alezaj, arbore) se interpătrund parțial, iar câmpul de toleranțe al alezajului este poziționat în partea de sus a câmpului de toleranțe al arborelui (fig. 6.b); este cazul ajustajului intermediar în care predomină jocul;

- cele două câmpuri de toleranțe (alezaj, arbore) se interpătrund total (fig. 6.c); este cazul ajustajului intermediar în care jocul este aproximativ egal cu strângerea.



### 3.3.2. Identificarea sistemului de ajustaje din care face parte un ajustaj dat.

Pentru a identifica din ce sistem de ajustaje face parte un ajustaj dat, se observă care din cele două câmpuri (alezaj sau arbore) este câmp unitar:

- dacă ajustajul dat conține alezajul unitar **H**, atunci ajustajul considerat este format în sistemul de ajustaje alezaj unitar.

Exemplu: 50H8/f7; 200H7/s6; 110H8/m7.

- dacă ajustajul dat conține arborele unitar **h**, atunci ajustajul considerat este format în sistemul de ajustaje arbore unitar.

Exemplu: 50F8/h7; 200S7/h6; 110M8/h7.

Există un ajustaj care face parte din ambele sisteme de ajustaje: aparține atât sistemului de ajustaje alezaj unitar, cât și sistemului arbore unitar. Acest ajustaj este ajustajul **H/h**.

Argumentare:

- face parte din sistemul de ajustaje alezaj unitar deoarece conține alezajul unitar **H**;

- face parte din sistemul de ajustaje arbore unitar deoarece conține arborele unitar **h**;

Notă: în construcția generală de mașini, ajustajele care se formează în îmbinările obișnuite, aparțin unuia din cele două sisteme de ajustaje, conținând unul din cele două câmpuri unitare: alezajul unitar sau arborele unitar (sau ambele, ca la ajustajul **H/h**).

## 4. Metodologia desfășurării lucrării de laborator.

În cadrul lucrării de laborator, se vor efectua aplicații numerice care constau în calcularea elementelor caracteristice ale unei dimensiuni tolerate (pentru un arbore și pentru un alezaj), în reprezentarea grafică a unui ajustaj, în calcularea elementelor caracteristice ale unui ajustaj și în înscrierea unui ajustaj pe desenul de ansamblu.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg următoarele etape:

- se stabilesc abaterile limită ale unui alezaj și ale unui arbore, precizate de conducătorul lucrării; în acest scop, se folosește standardul cu abateri limită pentru arbori și alezaje ISO, pus la dispoziția studenților în laborator;
- se calculează valorile limită (cu relațiile 1 și 2) și toleranța (cu relația 4) pentru alezajul și arborele specificate;
- se reprezintă grafic câmpurile de toleranțe pentru cele două dimensiuni (conform fig. 5.a, sau fig. 5.b, sau fig. 6).

Notă: se va utiliza reprezentarea grafică simplificată; ambele câmpuri de toleranțe se vor reprezenta pe același grafic.

- se identifică tipul de ajustaj pe care îl formează alezajul și arborele specificate și sistemul de ajustaje din care face parte ajustajul format; se cotează jocurile/ strângerile limită ale ajustajului, pe reprezentarea grafică;

- se calculează jocurile/strângerile limită pentru ajustajul format (relațiile 6-7, sau 9- 10);
- se calculează toleranța ajustajului format (cu relația generală și cu relația corespunzătoare tipului de ajustaj: relațiile 8, sau 11, sau 12).

**Notă:** la efectuarea calculelor se vor scrie și relațiile literale utilizate.

- se indică ajustajul format, pe un desen de ansamblu simplu, care va fi precizat de conducătorul lucrării.

**Toate calculele, valorile numerice, reprezentarea grafică, se trec în REFERATUL STUDENTULUI, ÎN CONTINUAREA CONSPECTULUI.**

## **5. Conținutul referatului pentru lucrarea de laborator nr. 3**

Referatul întocmit de student va cuprinde:

### **1. Conspectul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:

- calcularea valorilor limită ale dimensiunii (&2.2 cu relațiile 1 și 2);
- calcularea toleranței dimensionale (&2.3 cu relațiile 3 și 4);
- reprezentarea grafică a câmpului de toleranțe pentru o dimensiune tolerată (&2.4 cu fig. 5 și 6);
- tipuri de ajustaje: calcularea jocurilor și strângerilor limită, calcularea toleranței ajustajului cu joc, cu strângere, intermediar, reprezentarea grafică a ajustajelor (&3.1 cu relațiile 5- 12);
- sisteme de ajustaje (&3.2);
- metodologia de desfășurare a lucrării de laborator.

### **2. Aplicațiile numerice efectuate în laborator:**

**Notă: conspectul va fi scris de mână, iar desenele vor fi făcute sub formă de schiță de mână.**

**FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI  
ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

**Florentin Cioată**

**Adriana Munteanu**

**TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL**  
**Lucrarea de laborator nr. 4**

**Iași, 2019**

## LUCRAREA NR. 4

### LANȚURI DE DIMENSIUNI

#### Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 4:

- a. reprezentarea convențională a lanțurilor de dimensiuni;
- b. rezolvarea problemei directe a lanțurilor de dimensiuni prin metoda algebrică;
- c. rezolvarea problemei directe a lanțurilor de dimensiuni prin metoda de maxim și minim.

#### 1. Scopul lucrării

- cunoașterea tipurilor de lanțuri de dimensiuni, cunoașterea problemelor de rezolvare a lanțurilor de dimensiuni;
- cunoașterea metodelor algebrică și de maxim și minim de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni.

#### 2. Considerații generale

Un *lanț de dimensiuni* reprezintă ansamblul de dimensiuni liniare și/sau unghiulare care formează un contur închis și determină dimensiunea, forma, orientarea și poziția relativă a suprafețelor unei piese sau a mai multor piese într-un ansamblu sau subansamblu.

Într-un lanț de dimensiuni sunt două categorii de dimensiuni:

- *dimensiuni primare sau componente* sunt dimensiunile care se obțin, prin prelucrarea pieselor, la valorile înscrise pe desenul de execuție;
- *dimensiune de închidere sau rezultantă* este dimensiunea care rezultă indirect după realizarea dimensiunilor primare; ea se obține ultima, automat, atât la prelucrarea pieselor cât și la asamblarea lor.

**Notă:** un lanț de dimensiuni poate avea minimum două dimensiuni primare și o singură dimensiune de închidere.

Cele mai simple lanțuri de dimensiuni sunt cele corespunzătoare ajustatelor asamblărilor cilindrice, la care diametrele pieselor conjugate reprezintă dimensiunile primare, iar jocul sau strângerea din îmbinare este dimensiunea de închidere a lanțului de dimensiuni.

**Notă:** dimensiunea de închidere nu se cotează pe desenul de execuție; dacă este necesară cotearea acesteia, se va înscrie drept dimensiune auxiliară (între paranteze).

#### 2.1. Reprezentarea convențională a lanțurilor de dimensiuni.

Pentru rezolvarea cât mai rapidă a problemelor lanțurilor de dimensiuni, se utilizează o reprezentare convențională (schematizată) a acestora, prin folosirea liniilor de cotă și a liniilor ajutătoare.

**Exemplu:** lanțul de dimensiuni al arborelui din fig. 1.a, este reprezentat convențional în fig. 1.b.

Pe reprezentarea convențională, dimensiunile din lanțurile de dimensiuni se notează astfel (fig. 1.b):

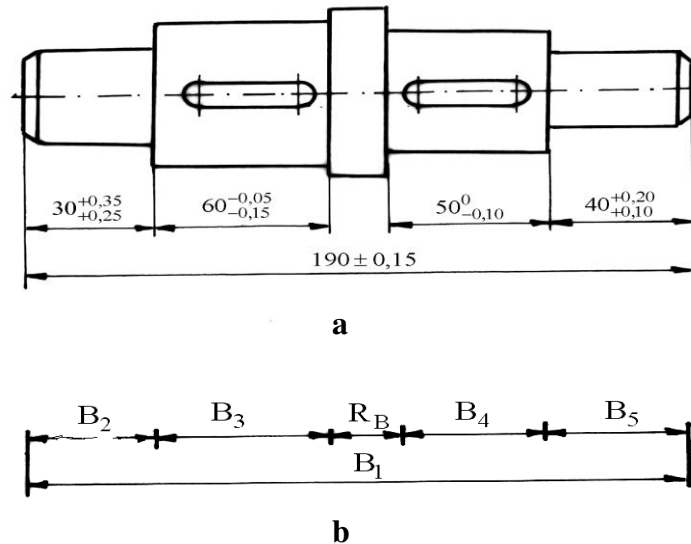


Fig.1

- dimensiunile primare se notează cu majuscule, având ca indice numărul de ordine al dimensiunii în lanțul de dimensiuni:  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , sau  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ , etc;
- dimensiunea de închidere se notează cu litera R, având ca indice litera cu care s-au notat dimensiunile primare:  $R_A$  sau  $R_B$ , etc.

*Notă:* pe reprezentarea convențională este obligatorie cotarea dimensiunii de închidere (fig. 1.b).

## 2.2. Clasificarea lanțurilor de dimensiuni

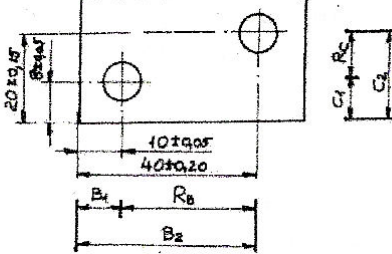
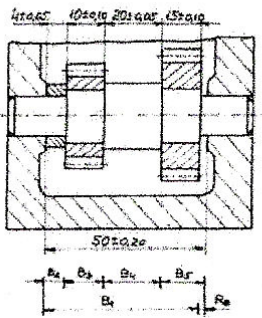

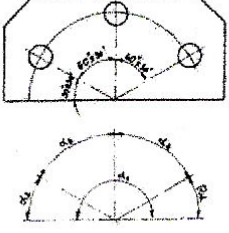
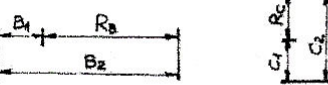
Lanțurile de dimensiuni se clasifică după mai multe criterii, cele mai importante fiind:

- C.1. Apartenența la o piesă ori un ansamblu/subansamblu;
- C.2. Tipul dimensiunilor din lanțul de dimensiuni;
- C.3. Poziția în spațiu a dimensiunilor din lanțul de dimensiuni;
- C.4. Complexitatea lanțului de dimensiuni;
- C.5. Modul de cotare a dimensiunilor.

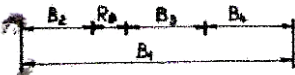
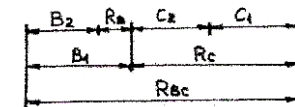
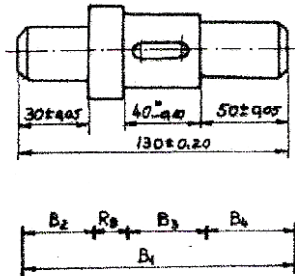
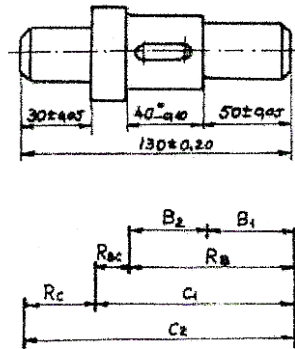
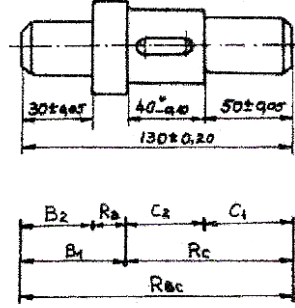
Clasificarea lanțurilor de dimensiuni, după criteriile prezentate, categoriile de lanțuri de dimensiuni, caracteristici definitorii ale acestora, exemple și reprezentarea convențională a acestora, sunt prezentate în tabelul 1.

## Clasificarea lanțurilor de dimensiuni

Tabelul 1

Nr. crt	Criteriul de clasificare	Categoriile de lanțuri de dimensiuni	Caracterizare	Exemplu și reprezentare convențională (schematizare)
0	1	2	3	4
1.	C1 Aparența la o piesă sau ansamblu	1.a. Lanțuri de dimensiuni ale pieselor individuale.	Determină parțial sau total mărimea, forma, orientarea și poziția relativă a suprafețelor unei piese.	
		1.b. Lanțuri de dimensiuni de asamblare	Determină total sau parțial poziția pieselor într-un ansamblu/subansamblu	
2.	C2 Tipul dimensiunilor din lanțul de dimensiuni	2.a. Lanțuri de dimensiuni liniare	Toate dimensiunile lanțului sunt liniare	
		2.b. Lanțuri de dimensiuni unghiulare	Toate dimensiunile lanțului sunt unghiulare	
		2.c. Lanțuri de dimensiuni mixte	În lanțul de dimensiuni sunt și dimensiuni liniare și dimensiuni unghiulare	-
3.	C3 Poziția, în spațiu, a dimensiunilor din lanțul de dimensiuni	3.a. Lanțuri de dimensiuni în plan	Toate dimensiunile lanțului se află în același plan sau în plane paralele; se deosebesc: - lanțuri de dimensiuni liniare paralele; - lanțuri de dimensiuni liniare neparalele.	
		3.b. Lanțuri de dimensiuni în spațiu	Dimensiunile lanțului se află în plane diferite și neparalele.	Lanțurile de dimensiuni în spațiu se pot reduce la trei lanțuri de dimensiuni în plan, prin proiecțiile dimensiunilor pe cele trei plane de referință.

Tabelul 1 (continuare)

0	1	2	3	4
4.	C4 Complexitatea lanțurilor de dimensiuni	4.a. Lanțuri de dimensiuni simple	Lanțuri de dimensiuni independente de alte lanțuri de dimensiuni	
		4.b. Lanțuri de dimensiuni complexe	Două sau mai multe lanțuri de dimensiuni legate între ele prin dimensiuni comune care pot fi: - dimensiuni componente; - dimensiunea de închidere.	
5.	C5 Modul de cotare a dimensiunilor din anțul de dimensiuni	5.a. Lanțuri de dimensiuni în serie	Lanțuri de dimensiuni la care dimensiunile au baze de cotare diferite (este aplicată cotarea funcțională)	
		5.b. Lanțuri de dimensiuni în paralel	Lanțuri de dimensiuni la care dimensiunile au bază de cotare unică (este aplicată cotarea tehnologică)	
		5.c. Lanțuri de dimensiuni cu cotare mixtă	Lanțuri de dimensiuni la care este aplicată cotarea mixtă, prin utilizarea a două baze de cotare.	



### 3. Rezolvarea lanțurilor de dimensiuni

În funcție de tipul dimensiunilor care trebuie calculate (dimensiune de închidere sau dimensiuni primare), la rezolvarea lanțurilor de dimensiuni se deosebesc două probleme distincte:

- **problema directă de rezolvare a lanțurilor de dimensiuni** care constă în determinarea valorii nominale și a abaterilor limită pentru dimensiunea de închidere, atunci când se cunosc valorile nominale și abaterile limită ale dimensiunilor componente;
- **problema inversă de rezolvare a lanțurilor de dimensiuni** care constă în determinarea toleranțelor și abaterilor limită pentru dimensiunile componente, atunci când se cunosc valorile nominale ale dimensiunilor componente, valoarea nominală și abaterile limită pentru dimensiunea de închidere.

#### Metode de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni

Dintre metodele de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni (în scopul determinării valorii nominale și a abaterilor limită ale dimensiunii de închidere, atunci când se cunosc valorile nominale și abaterile limită ale dimensiunilor componente), cele mai utilizate sunt:

- metoda algebrică;
- metoda de maxim și minim;
- metoda probabilistică;
- metoda sortării pe grupe de dimensiuni;
- metoda reglării (a compensării);
- metoda ajustării.

#### 3.1. Metoda algebrică de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni.

Metoda algebrică de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni, constă în obținerea dimensiunii de închidere prin determinarea (calcularea) simultană a valorii nominale și a abaterilor limită ale acesteia.

Pentru aplicarea metodei algebrice, se parcurg următoarele etape:

**E1.** Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni considerat și se stabilește un punct de plecare “O” și un sens de parcurs;

**E2.** Se scrie ecuația lanțului de dimensiuni; în acest scop, se stabilește o origine (în orice punct al lanțului de dimensiuni) și un sens de parcurs. În ecuația lanțului de dimensiuni, dimensiunile parcurse în sensul stabilit vor avea semnul „plus”, iar dimensiunile parcurse în sens invers celui stabilit vor avea semnul „minus”;

**E3.** Din ecuația lanțului de dimensiuni se scrie relația dimensiunii de închidere.

**E4.** În relația dimensiunii de închidere (scrisă literal) dimensiunile componente scrise sub formă literală se înlocuiesc prin valorile nominale și abaterile limită și se efectuează calculele între termenii de același fel.

**Notă:** la efectuarea calculelor se va lua în considerație faptul că într-o sumă, respectiv diferență de mărimi tolerate (mărimi afectate de abateri limită) se adună, respectiv se scad termenii de același fel: valorile nominale între ele, abaterile superioare între ele și abaterile inferioare între ele;

**Notă:** semnul minus în fața unei mărimi tolerate va determina:

- schimbarea semnului valorii nominale;
- schimbarea semnului și poziției abaterilor limită (abaterea superioară devine abatere inferioară cu semn schimbat, iar abaterea inferioară devine abatere superioară cu semn schimbat).

### **Proprietatea toleranței dimensiunii de închidere.**

Toleranța dimensiunii de închidere are următoarea proprietate: ***toleranța dimensiunii de închidere este egală cu suma toleranțelor dimensiunilor componente ale lanțului de dimensiuni.***

$$IT_{RB} = \sum_{i=1}^n IT_{Bi} \quad . \quad (1)$$

**Notă:** verificarea proprietății toleranței dimensiunii de închidere nu este sinonimă cu verificarea corectitudinii rezolvării problemei, adică, verificarea proprietății toleranței dimensiunii de închidere este o condiție necesară dar, nu suficientă a rezolvării corecte a problemei, în sensul că:

- dacă se verifică proprietatea, este posibil ca problema lanțului de dimensiuni să fie rezolvată corect;
- dacă nu se verifică proprietatea, cu siguranță problema lanțului de dimensiuni este rezolvată greșit.

### **3.2. Metoda de maxim și minim de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni**

Metoda de maxim și minim de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni, constă în obținerea dimensiunii de închidere prin determinarea (calcularea) separată a valorii nominale și a abaterilor limită ale acesteia.

Se aplică prin parcurgerea următoarelor etape:

**E.1.** Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni dat;

**E.2.** Se stabilesc dimensiunile măritoare și dimensiunile reducătoare din lanțul de dimensiuni.

***Dimensiunea măritoare*** este dimensiunea componentă care, prin mărirea ei determină mărirea dimensiunii de închidere, atunci când celelalte dimensiuni componente rămân constante.

***Dimensiunea reducătoare*** este dimensiunea componentă care, prin mărirea ei determină micșorarea dimensiunii de închidere, atunci când celelalte dimensiuni componente rămân constante.

**E.3.** Se determină valoarea nominală a dimensiunii de închidere care reprezintă diferența dintre suma valorilor nominale ale dimensiunilor măritoare și suma valorilor nominale ale dimensiunilor reducătoare.

Considerându-se cazul general al unui lanț de dimensiuni cu  $n$  dimensiuni componente, din care  $m$  dimensiuni sunt măritoare și  $n - m$  dimensiuni sunt reducătoare, valoarea nominală a dimensiunii de închidere se obține relația:

$$N_{R_B} = \sum_{i=1}^m N_{B_i} - \sum_{j=m+1}^n N_{B_j} . \quad (2)$$

**E.4.** Se calculează abaterile limită ale dimensiunii de închidere:

- **abaterea superioară** este diferența dintre suma abaterilor superioare ale dimensiunilor măritoare și suma abaterilor inferioare ale dimensiunilor reducătoare:

$$ES_{R_B} = \sum_{i=1}^m ES_{B_i} - \sum_{j=m+1}^n EI_{B_j} . \quad (3)$$

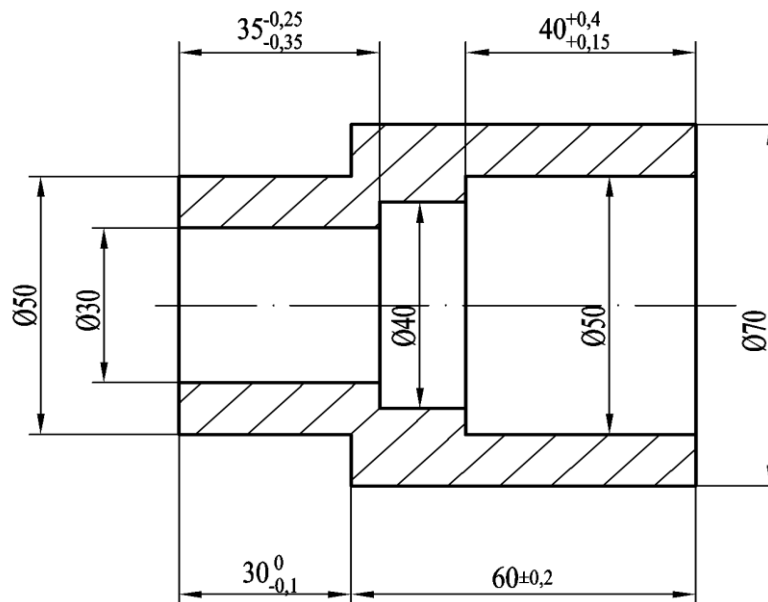
- **abaterea inferioară** este diferența dintre suma abaterilor inferioare ale dimensiunilor măritoare și suma abaterilor superioare ale dimensiunilor reducătoare:

$$EI_{R_B} = \sum_{i=1}^m EI_{B_i} - \sum_{j=m+1}^n ES_{B_j} . \quad (4)$$

#### 4. Aplicație numerică rezolvată

Se consideră piesa din fig.2.

Să se determine valoarea nominală și abaterile limită pentru dimensiunea de închidere a lanțului de dimensiuni; se vor aplica metoda algebrică și metoda de maxim și minim.

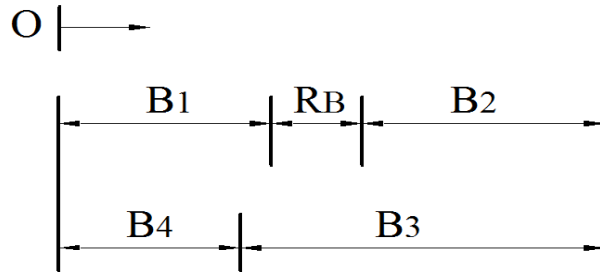


**Fig. 2**

#### 4.1. Rezolvarea lanțului de dimensiuni prin metoda algebrică

(Pentru claritate și sistematizare, rezolvarea aplicației se va prezenta etapizat).

**E.1.** Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni; se stabilește originea și sensul de parcurs (fig.3);



**Fig. 3**

**E.2.** Se scrie ecuația lanțului de dimensiuni (pe reprezentarea convențională s-a stabilit o origine/punct de plecare și un sens de parcurs):

$$B_1 + R_B + B_2 - B_3 - B_4 = 0. \quad (5)$$

**E.3.** Se scrie relația dimensiunii de închidere:

$$R_B = B_3 + B_4 - B_1 - B_2. \quad (6)$$

**E.4.** Se calculează (simultan) valoarea nominală, abaterea superioară și abaterea inferioară pentru dimensiunea de închidere:

$$R_B = 30_{-0,10}^0 + 60_{-0,20}^{+0,20} - \left( 35_{-0,35}^{-0,25} \right) - \left( 40_{+0,15}^{+0,40} \right), \quad (7)$$

se obține:

$$R_B = \left( 30 + 60 - 35 - 40 \right)_{-0,10-0,20+0,25-0,40}^{0+0,20+0,35-0,15} \quad (8)$$

Dimensiunea de închidere este:

$$R_B = 15_{-0,45}^{+0,40} \text{ mm}$$

#### 4.2. Rezolvarea lanțului de dimensiuni prin metoda de maxim și minim.

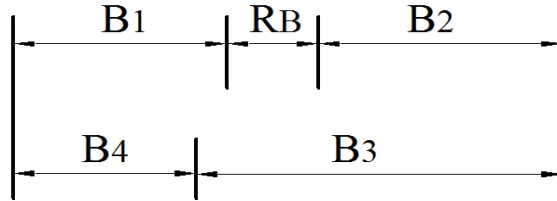
**E.1.** Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni (fig. 4).

**E.2.** Se stabilesc dimensiunile măritoare și dimensiunile reducătoare ale lanțului de dimensiuni:

- dimensiuni măritoare: **B<sub>4</sub>, B<sub>3</sub>**;
- dimensiuni reducătoare: **B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>**.

**E.3.** Se calculează valoarea nominală a dimensiunii de închidere:

$$N_{R_B} = N_{B_3} + N_{B_4} - (N_{B_1} + N_{B_2}) \quad (9)$$



**Fig. 4**

$$N_{R_B} = 30 + 60 - (35 + 40) = 90 - 75 = 15\text{mm}$$

**E.4.** Se calculează abaterea limită ale dimensiunii de închidere:

Abaterea superioară:

$$ES_{R_B} = ES_{B_3} + ES_{B_4} - (EI_{B_1} + EI_{B_2}); \quad (10)$$

$$ES_{R_B} = 0 + 0,20 - (-0,35 + 0,15) = 0,20 + 0,20 = 0,40 \text{ mm.}$$

Abaterea inferioară:

$$EI_{R_B} = EI_{B_3} + EI_{B_4} - (ES_{B_1} + ES_{B_2}); \quad (11)$$

$$EI_{R_B} = -0,10 - 0,20 - (0,25 + 0,40) = -0,30 - 0,15 = -0,45\text{mm}$$

Se obține dimensiunea de închidere:

$$R_B = 15_{-0,45}^{+0,40} \text{ mm}$$

**Se verifică proprietatea toleranței dimensiunii de închidere:**

- se calculează toleranța dimensiunii de închidere:

$$ITR_B = ES - EI = 0,40 - (-0,45) = 0,85\text{mm}$$

- se calculează suma toleranțelor dimensiunilor componente:

$$\sum_{i=1}^4 ITB_i = 0,10 + 0,40 + 0,10 + 0,25 = 0,85\text{mm}$$

Deoarece:

$$ITR_B = \sum_{i=1}^4 ITB_i,$$

proprietatea dimensiunii de închidere este verificată.

#### 4. Metodologia desfășurării lucrării de laborator.

În cadrul lucrării de laborator, se vor efectua aplicații numerice care constau în rezolvarea problemei directe a unui lanț de dimensiuni la o piesă al cărei desen de reper va fi dat de conducătorul lucrării.

Rezolvarea lanțului de dimensiuni se va face prin aplicarea metodei algebrice și a metodei de maxim și minim.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg următoarele etape:

- se execută desenul de reper al piesei (schiță de mână);
- se identifică dimensiunea de închidere a lanțului de dimensiuni de rezolvat și se execută reprezentarea convențională a acestuia (conform &2.1 și fig.1);
- se rezolvă lanțul de dimensiuni prin metoda algebrică (conform &3.1. și &4.1);
- se rezolvă lanțul de dimensiuni prin metoda de maxim și minim (conform &3.2 și &4.2);
- se verifică proprietatea toleranței dimensiunii de închidere calculate.

***Notă:*** indiferent de metoda aplicată pentru rezolvarea unui lanț de dimensiuni, este obligatorie reprezentarea convențională a acestuia.

**Toate calculele, valorile numerice, se trec în REFERATUL STUDENTULUI, ÎN CONTINUAREA CONSPECTULUI.**

## 5. Conținutul referatului pentru lucrarea de laborator nr. 4

Referatul întocmit de student va cuprinde:

### 1. Conspectul lucrării de laborator cu următoarele puncte:

- reprezentarea convențională a lanțurilor de dimensiuni (&2.1,cu fig. 1);
- rezolvarea problemei directe a lanțurilor de dimensiuni prin metoda algebrică (&3.1- etape și &4.1- aplicația rezolvată);
- rezolvarea problemei directe a lanțurilor de dimensiuni prin metoda de maxim și minim (&3.2- etape și &4.2- aplicația rezolvată);;
- modul de efectuare a lucrării de laborator;
- metodologia de desfășurare a lucrării de laborator.

### 2. Aplicațiile numerice efectuate în laborator:

- calculele efectuate în timpul desfășurării lucrării de laborator: desenul piesei, reprezentări convenționale, calculele detaliate.

**Notă:** la efectuarea calculelor se vor scrie relațiile literale utilizate.

**Notă:** conspectul va fi scris de mână, iar desenele vor fi făcute sub formă de schiță de mână.

**FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI  
ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

**Florentin Cioată**

**Adriana Munteanu**

**TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL**  
**Lucrarea de laborator nr. 5**

**Iași, 2019**



## LUCRAREA NR. 5.

### MĂSURAREA ABATERILOR GEOMETRICE CU MIJLOACE DE MĂSURARE UNIVERSALE

#### Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 5:

- măsurarea abaterii la planitate cu instrument indicator;
- măsurarea abaterii la circularitate la suprafețe cilindrice exterioare cu pasometrul;
- măsurarea abaterii la circularitate la suprafețe cilindrice interioare cu comparatorul de interior;
- măsurarea abaterii la paralelismul suprafețelor plane, cu instrument indicator;
- măsurarea abaterii la concentricitate a suprafețelor cilindrice exterioare cu instrument indicator;
- măsurarea bătăii radiale circulare cu instrument indicator;
- măsurarea bătăii frontale circulare cu instrument indicator.

#### 1. Scopul lucrării

- se va urmări identificarea, pe desenele de execuție, a toleranțelor geometrice
- cunoașterea metodelor de măsurare a abaterilor geometrice mai des întâlnite la suprafețele organelor de mașini;
- compararea valorilor măsurate cu toleranțele prescrise, interpretarea rezultatelor și luarea deciziei cu privire la piesa controlată.

#### 2. Considerații generale

Datorită impreciziei procesului de prelucrare forma geometrică, orientarea și poziția relativă a suprafețelor nu se obține cu exactitate ci cu abateri numite **abateri geometrice** și anume: abateri de formă, abateri de orientare, abateri de poziție relativă.

*Abaterile de la forma suprafețelor* sunt diferențele cu care se obține forma suprafețelor prelucrate față de forma nominală a acelorași suprafețe, specificată în documentația de execuție.

Prin abaterile de formă se evaluează precizia formei a suprafețelor pieselor.

Principalele abateri de la forma suprafețelor sunt:

- abaterea la rectilinitate;
- abaterea la planitate;
- abaterea la circularitate;
- abaterea la cilindricitate;
- abaterea la forma dată a profilului;
- abaterea la forma dată a suprafeței

*Abaterile de orientare* sunt diferențele cu care se obține orientarea suprafețelor prelucrate față de orientarea nominală a acelorași suprafețe, specificată în documentația de execuție.

Prin abaterile de orientare se evaluează precizia orientării suprafețelor pieselor. Abaterile de orientare a suprafețelor pieselor din construcția de mașini, sunt:

- abaterile la paralelism;
- abaterile la înclinare;
- abaterile la perpendiculare;

**Abaterile de poziție relativă** sunt diferențele cu care se obține poziția relativă a suprafețelor prelucrate față de poziția relativă nominală a acelorași suprafețe, specificată în documentația de execuție.

Prin abaterile de poziție relativă se evaluează precizia poziției relative a suprafețelor pieselor.

Abaterile de poziție relativă a suprafețelor pieselor din construcția de mașini, sunt:

- abaterea la poziția nominală;
- abaterea la coaxialitate;
- abaterea la concentricitate;
- abaterea la simetrie;
- bătaia radială circulară;
- bătaia radială totală;
- bătaia frontală circulară;
- bătaia frontală totală

Controlul geometriei suprafețelor constă în verificarea formei macrogeometrice, a orientării și a poziției relative ale elementelor geometrice ale pieselor (drepte, profile, plane, suprafețe) și în măsurarea abaterilor de formă, de orientare și de poziție relativă a elementelor geometrice ale pieselor.

Măsurarea abaterilor geometrice se realizează prin două categorii distincte de metode de măsurare:

- metode la aplicarea cărora se utilizează mijloace de măsurare universale pentru lungimi: indtrumente indicatoare, dispozitive de control și accesorii necesare pentru orientarea - poziționarea și fixarea pieselor de controlat, respectiv pentru fixarea instrumentului sau a aparatului utilizat;
- metode speciale.

Orice metodă aplicată pentru măsurarea unei abateri geometrice, indiferent de mijloacele de măsurare utilizate, se caracterizează prin următoarele elemente:

- **schema de măsurare**, care este o reprezentare grafică în care se indică: piesa de controlat, modul de orientare - poziționare și fixare a ei, pentru măsurare, modul de fixare a instrumentului indicator, poziția instrumentului față de piesa de controlat, mișcările pe care le execută piesa și/sau instrumental, în timpul măsurării. De regulă, schema de măsurare se execută sub formă de schiță;
- **echipamente și accesorii necesare** sunt echipamentele de control (măsurii, instrumente și aparate de măsurare, dispozitive de control, etc.) și accesoriiile (suportii, prisme, cepuri și doruri de control, rigle și plăci de verificare, elemente de fixare, etc.) utilizate pentru orientarea- poziționarea și/sau fixarea piesei de controlat și pentru fixarea instrumentului indicator;
- **tehnica măsurării** reprezintă descrierea modului de aplicare a metodei de control considerate; se urmăresc următoarele aspecte: descrierea modului de

orientare- poziționare și/sau fixare a piesei de controlat, descrierea modul de reglare la zero a instrumentului indicator, descrierea mișcărilor pe care trebuie să le execute anumite elemente (piesă de controlat, suport, placă, etc.), una față de alta, modul de obținere a indicațiilor instrumentului/aparatului de măsurare.

- **obținerea valorii efective a abaterii:** deoarece se utilizează instrumente și aparate comparatoare, valorile măsurate reprezintă indicațiile acestora; pentru obținerea valorii efective a abaterii geometrice măsurate aceste valori măsurate se prelucrează prin utilizarea de relații corespunzătoare fiecărui parametru considerat.

### 3. Măsurarea abaterilor de formă macrogeometrică.

#### 3.1. Măsurarea abaterii la planitate cu instrument indicator

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 1.a, este indicată o toleranță de formă. Semnificația notației este: toleranța la planitatea suprafeței frontale superioară a piesei este 0,06 mm.

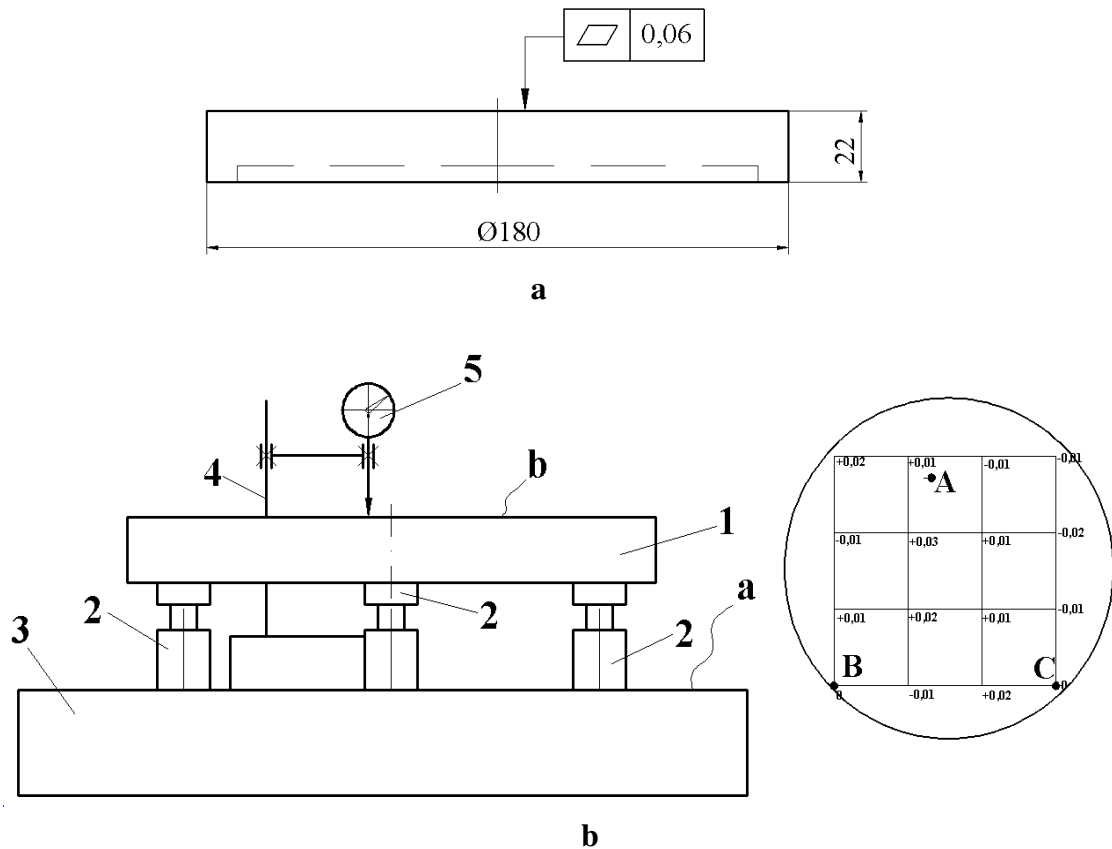
Pentru a stabili dacă abaterea la planitatea suprafeței frontale a piesei se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu instrument indicator.

**Echipamente și accesorii** necesare: placă de verificare cu suprafață activă, suporturi reglabili cu suprafață de sprijin plană, (3 suporturi), comparator digital cu precizia de citire de 0,01 mm, fixat la suport de atelier; piesa de controlat.

**Schema de măsurare** pentru măsurarea abaterii de la planitatea unei suprafețe la o piesă paralelipipedică este prezentată în fig. 1.b.

**Tehnica măsurării:** piesa de controlat 1 se sprijină pe trei suporturi reglabili 2, care sunt așezați pe suprafața activă **a**, a plăcii de verificare 3 (suportii sunt poziționați astfel încât punctele A, B, C (a se vedea detaliul), corespunzătoare de pe suprafața de controlat **b**, a piesei să fie necoliniare); pe suprafața acivă **a**, este așezat și suportul 4 al comparatorului cu cadran 5. Înainte de efectuarea măsurării, suprafața **b**, a piesei trebuie adusă în poziție paralelă cu suprafața activă **a**, a plăcii de verificare, față de care se vor măsura abaterile la planitate. Pentru aceasta se va regla înălțimea celor trei suporturi până când trei puncte necoliniare de pe suprafața **b**, se vor afla la aceeași distanță de suprafața activă **a**, astfel: se aduce vârful instrumentului indicator în contact cu suprafața **b** în punctul A și se reglează la zero instrumentul; se deplasează suportul 4 cu instrumentul 5, aducându-se vârful acestuia în punctul B și se acționează suportul reglabil corespunzător până când se obține indicația zero a comparatorului. Se procedează la fel și pentru punctul C, se revine, apoi în punctul A, ș.a.m.d., până când pentru toate cele trei puncte: A, B, C, instrumentul indică aceeași abatere, zero.

După realizarea paralelismului dintre suprafețele **a** și **b**, se fac măsurări în mai multe puncte prin deplasarea instrumentului indicator, aducându-se vârful acestuia în contact cu nodurile rețelei (trasată pe suprafața **b**, a piesei) și se notează indicațiile instrumentului (a se vedea detaliul).



**Fig. 1**  
**Măsurarea abaterii la planitate cu instrument indicator**

**Obținerea valorii efective a abaterii:** abaterea la planitate  $A_e$ , a suprafeței controlate **b**, a piesei, se obține prin diferența indicațiilor maximă, și minimă  $\delta_{\min}$ , obținute:

$$A_e = \delta_{\max} - \delta_{\min}$$

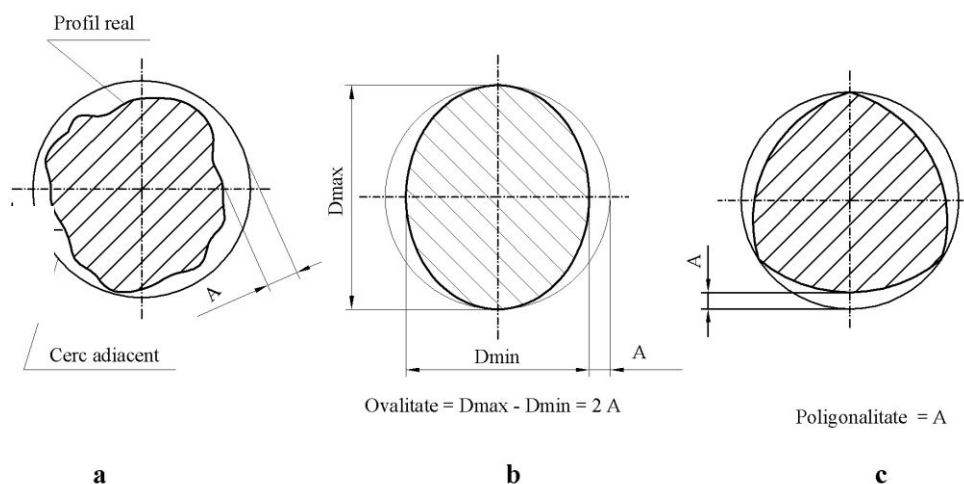
Aceasta se compară cu toleranța prescrisă, iar dacă  $A_e \leq IT$ , se poate lua decizia: piesa controlată este admisă pentru utilizare.

### 3.2. Măsurarea abaterilor la circularitate la suprafețe cilindrice exterioare cu instrumente indicatoare.

Abaterea la circularitate este distanța maximă dintre cercul adiacent și profilul circular real, măsurată în limitele lungimii de referință (fig. 2.a).

La suprafețele pieselor prelucrate prin așchiere se întâlnesc două forme ale abaterii de la circularitate, care se măsoară prin metode specifice, fiecare metodă distingându-se prin moduri distincte de sprijinire a suprafeței cilindrice de controlat și metode specifice de determinare a abaterii de la circularitate:

- **ovalitatea**, caracterizată prin existența a două diametre maxim și minim ale secțiunii reale care are formă de elipsă; se măsoară prin introducerea piesei de controlat între suprafețe plane (fig.2.b).



**Fig. 2**  
**Abaterii la circularitate. Forme particulare**

- **poligonalitatea**, caracterizată prin forma de poligon închis al secțiunii reale, format din cel puțin trei arce de cerc racordate; se măsoară prin așezarea piesei pe suprafețe prismatice (fig.2.c).

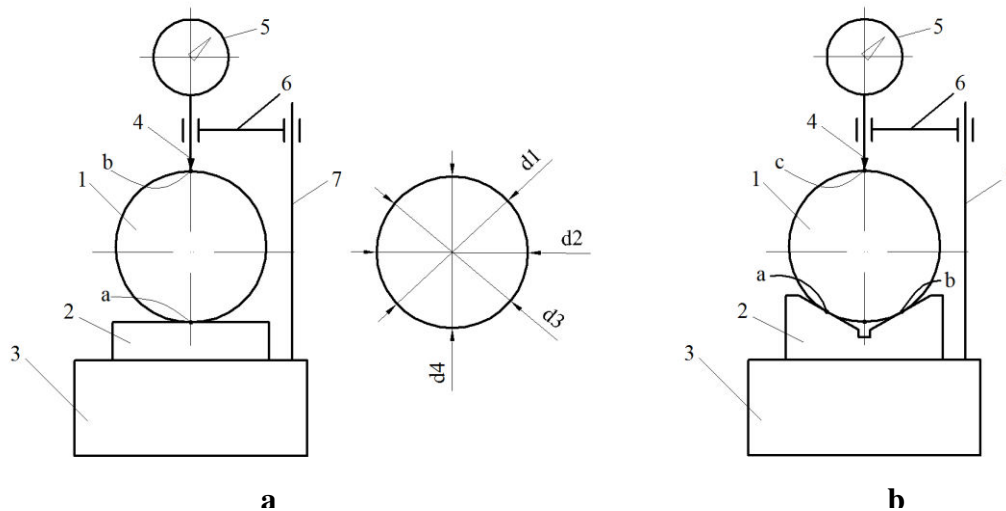
Se deosebesc două metode distincte de măsurare a abaterii de la circularitate, corespunzătoare celor două forme particulare ale acesteia.

- **Metoda de măsurare cu două puncte de contact**, caracterizată prin introducerea piesei de controlat 1, între două suprafețe plane (fig. 3.a), este aplicată la măsurarea ovalității; un punct **a** este materializat la contactul suprafeței cilindrice de controlat cu masa 2, a dispozitivului de control (într-o secțiune normală a piesei), iar al doilea punct **b** este materializat de contactul dintre palpatorul 4, al instrumentului de măsurare 5, cu suprafața cilindrică de controlat. Instrumentul de măsurare este un instrument comparator, care se reglează la zero, fie pe o măsură de lungime care materializează valoarea nominală a diametrului suprafeței de controlat (bloc de cale plan-paralele, calibrul tampon cilindric, piesă model), fie direct pe suprafața de controlat.

După reglarea la zero a instrumentului indicator, se măsoară diametrul secțiunii normale considerate, în patru poziții diametrice dispuse uniform pe circumferință (conform detaliului), obținându-se patru valori măsurate; valoarea măsurată a abaterii de la circularitate reprezintă semidiferența valorilor maximă și minimă dintre cele patru valori efective:

$$A = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} = \frac{\delta_{\max} - \delta_{\min}}{2}, \quad (2)$$

**Notă:** în relația (2), se consideră diferența diametrelor, atunci când, pentru măsurarea lor, se aplică metoda evaluării directe și se consideră diferența abaterilor (indicațiilor instrumentului comparator), atunci când, pentru măsurarea diametrelor, se aplică metoda diferenței.



**Fig.3**

**Schemă de măsurare a abaterii de la circularitate**

a. metoda cu contact în două puncte, b. metoda cu contact în trei puncte

- **Metoda de măsurare cu trei puncte de contact** caracterizată prin orientarea piesei de controlat 1, pe suprafețe prismatice (fig. 3.b), este aplicată la măsurarea poligonalității; două puncte (**a** și **b**) sunt materializate la contactul suprafeței cilindrice de controlat cu prisma 2, de pe masa 3, a dispozitivului de control (într-o secțiune normală a piesei), iar al treilea punct **c** este materializat de contactul dintre palpatorul 4, al instrumentului de măsurare 5, cu suprafața cilindrică de controlat. Instrumentul de măsurare este un instrument comparator, care se reglează la zero direct pe suprafața de controlat. După reglarea la zero a instrumentului indicator, se rotește piesa de controlat, în contact permanent cu palpatorul instrumentului indicator și se notează indicațiile instrumentului în punctele de întoarcere ale arătătorului; valoarea măsurată a abaterii de la circularitate (poligonalitatea) reprezintă diferența valorilor maximă și minimă dintre abaterile  $\delta_i$ , obținute prin măsurarea secțiunii normale considerate a piesei de controlat:

$$A_{\text{c}} = \delta_{\text{max}} - \delta_{\text{min.}}, \quad (3)$$

Cele două metode de măsurare de bază prin care se evidențiază formele particulare ale abaterii de la circularitate, se pot aplica cu utilizarea mijloacelor de măsurare universale incorporate în dispozitive tehnologice de control (comparatoare, pasametre, ortoteste, optimele orizontale și verticale, mese divizoare), a mașinilor de măsurat în coordonate sau a mijloacelor de măsurare speciale de tip Talyrond.

**3.2.1. Măsurarea abaterii la circularitate la suprafețe cilindrice exterioare.**

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 4.a, este indicată o toleranță de formă.

Semnificația notației este: toleranța la circularitate a suprafeței cilindrice cu diametrul nominal 20 mm, este 0,040 mm.

Pentru a stabili dacă abaterea la circularitate se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu două puncte de contact, folosind un instrument indicator.

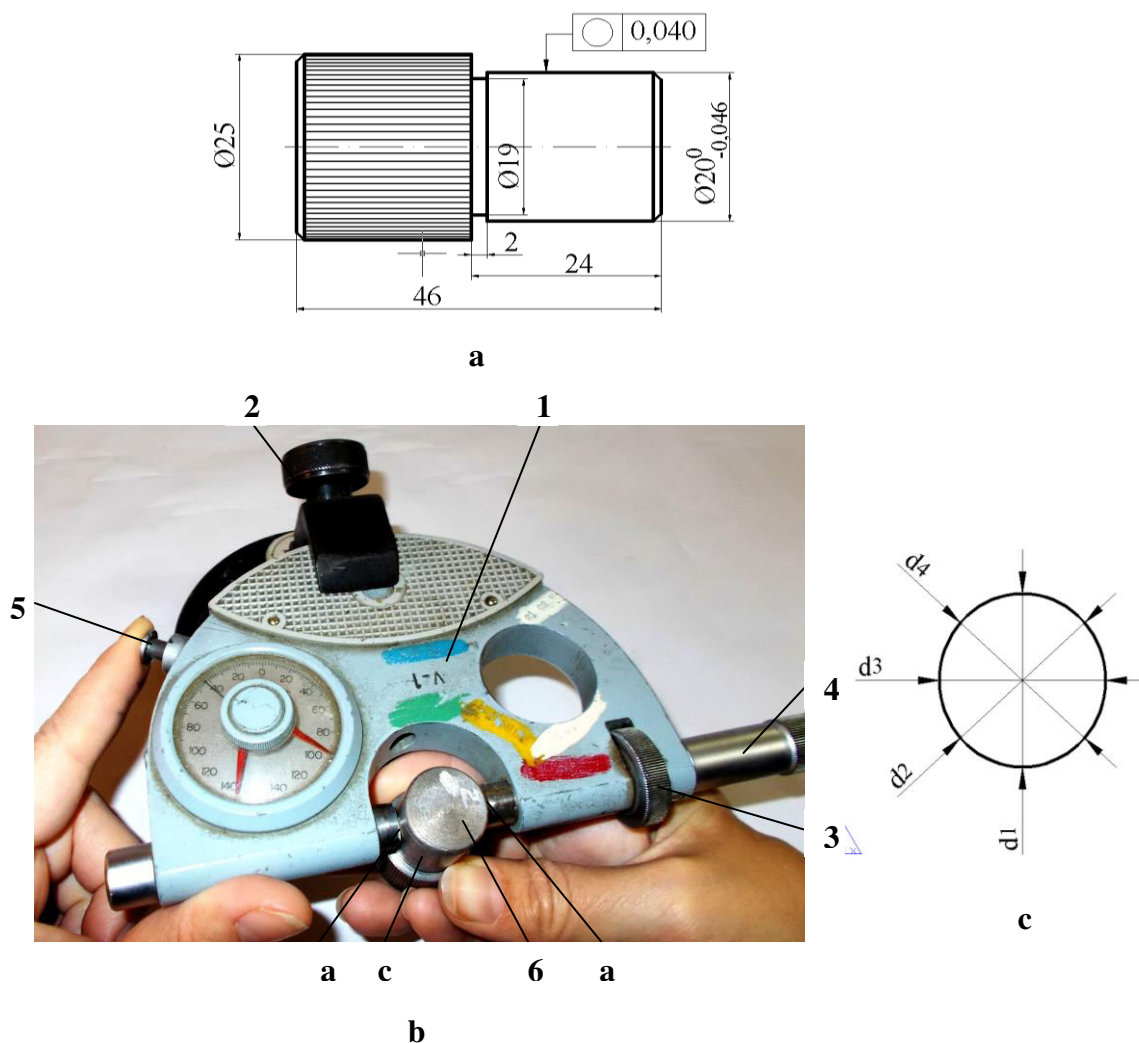
**Echipamente și accesorii necesare:** pasamtru cu valoarea diviziunii de 0,002 mm, fixat la suport pentru pasametre, trusă de cale plan – paralele.

**Schema de măsurare** pentru măsurarea abaterii de la circularitate a ovalității) a suprafețe cilindrice este prezentată în fig. 4.b.

**Tehnica măsurării:** pasametrul 1, se fixează în suportul 2; se formează un bloc de cale plan - paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a diametrului suprafeței de controlat, cu care se reglează la zero pasametrul

După reglarea la zero a pasametrului, se apasă butonul 5, de retragere a palpatorului mobil **a**, se introduce piesa de controlat 6, între suprafețe active **a** și **b**, aducându-se suprafața cilindrică **c**, de controlat, în contact cu acestea. Se eliberează butonul 5 și se citește indicația instrumentului, corespunșătoare diametrului  $d_1$ .

Prin rotirea piesei cu butonul 5 apăsat, se vor măsura, în acest fel, 4 diametre în aceeași secțiune a piesei de controlat, notându-se indicațiile (abaterile) corespunșătoare fiecărui diametru măsurat (fig. 4.c).



**Fig. 4**

**Măsurarea ovalității cu pasametrul (metoda cu două punce de contact)**

**Obținerea valorii efective a abaterii:** ovalitatea reprezintă diferența algebrică a abaterilor extreme, iar abaterea la circularitate  $A_e$ , se obține prin calcularea semidiferenței dintre indicațiile extreme măsurate (relația 2).

Aceasta se compară cu toleranța prescrisă, iar dacă  $A_e \leq IT$ , se poate lua decizia: *piesa controlată este admisă pentru utilizare.*

### 3.2.2. Măsurarea abaterii la circularitate la suprafețe cilindrice interioare.

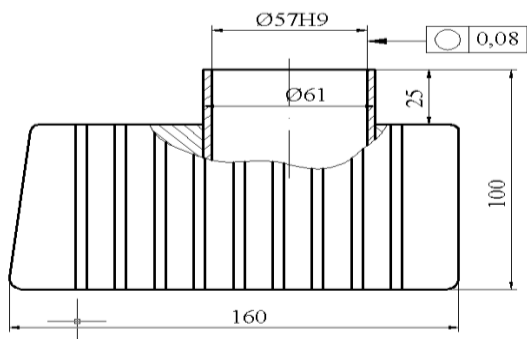
Pe desenul de execuție al piesei din fig. 5.a, este indicată o toleranță de formă.

Semnificația notației este: toleranța la circularitate a suprafeței cilindrice interioare cu diametrul nominal 57 mm, este 0,08 mm.

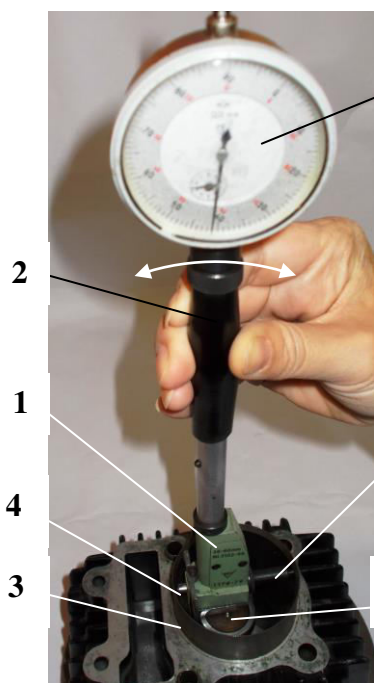
Pentru a stabili dacă abaterea la circularitate se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu două puncte de contact, folosind un comparator de interior.

**Echipamente și accesorii necesare:** comparator de interior, cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, calibrul inel "T", diametrul nominal 58 mm, suport fix cu suprafață de sprijin plană.

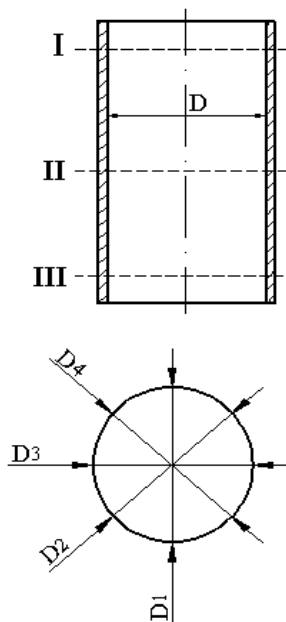
**Schema de măsurare** pentru măsurarea abaterii de la circularitate la o suprafață cilindrică interioară a unei piese, este prezentată în fig. 5.b.



a



b



c

**Fig. 5**  
Măsurarea abaterii la circularitate cu comparatorul de interior



**Tehnica măsurării:** comparatorul de interior se reglează la zero cu un calibru inel cu diametrul egal cu valoarea nominală a suprafeței interioare a piesei de controlat (sau de valoare apropiată, cuprinsă în domeniul de măsurare al instrumentului). Lungimea piesei fiind mare, în raport cu diametrul ei, se va măsura abaterea de la circularitate în mai multe secțiuni transversale (trei secțiuni) ale suprafeței cilindrice interioare, în apropierea extremităților și la mijlocul piesei.

Se va determina ovalitatea deoarece, comparatorul de interior (având două suprafețe de măsurare) vine în contact cu suprafața cilindrică interioară în două puncte diametral opuse, măsurându-se, astfel 4 diametre într-o secțiune transversală a piesei.

Pentru măsurare, comparatorul de interior 1, se introduce în interiorul piesei de controlat 3 și se sprijină pe suportul 6 care asigură măsurarea celor 4 diametre în aceeași secțiune I; se notează indicațiile instrumentului, corespunzătoare unui număr de 4 diametre, obținute prin rotirea, cu câte  $45^\circ$ , a piesei de controlat (dacă este posibil), sau a comparatorului.

**Notă:** indicația comparatorului se notează în punctul de întoarcere al arătătorului, obținut prin bascularea instrumentului în interiorul suprafeței cilindrice interioare controlate (fig. 5.b).

Se măsoară abaterea de la circularitate și pentru celelalte două secțiuni transversale II și III.

**Obținerea valorii efective a abaterii:** se determină valoarea efectivă a abaterii la circularitate în fiecare secțiune transversală măsurată a piesei (care se calculează cu relația 2).

Valoarea efectivă a abaterii la circularitate,  $A_e$ , considerată pentru întreaga lungime a suprafeței cilindrice interioare este cea mai mare valoare măsurată a abaterii la circularitate în secțiunile transversale I, II și III, ale piesei controlate.

Aceasta se compară cu toleranța prescrisă, iar dacă  $A_e \leq IT$ , se poate lua decizia: **piesa controlată este admisă pentru utilizare.**

#### 4. Măsurarea abaterilor de orientare.

##### 4.1. Măsurarea abaterii la paralelism a două suprafețe plane cu instrument indicator

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 6 (detaliu), este indicată o toleranță geometrică, a cărei semnificație este dată în interpretarea notației (toleranța la paralelism).

Pentru a stabili dacă abaterea la paralelism se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu instrument indicator.

**Echipamente și accesorii necesare:** instrument comparator cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, fixat la suport de atelier, placă de verificare cu suprafață activă, riglă de verificare cu suprafață activă.

**Schema de măsurare** pentru măsurarea abaterii la paralelism a unei suprafețe plane superioare **a**, față de suprafața plană inferioară **b**, a aceleiași piese, specificată drept bază de referință, este prezentată în fig.6.

**Tehnica măsurării:** piesa de controlat 1, se sprijină, cu suprafața **b**, (baza de referință), pe suprafața activă a unei plăci de verificare 2.

Pe suprafața liberă **a**, a piesei 1, se așază rigla de verificare 3, cu una din suprafețele active. Comparatorul cu cadran 4 (fixat la suportul 5), se aduce cu vârful de măsurare în contact cu suprafața activă liberă a **c**, a riglei de verificare 3, la un capăt al piesei; în acest punct, se reglează la zero instrumentul indicator 4 (poziția I).

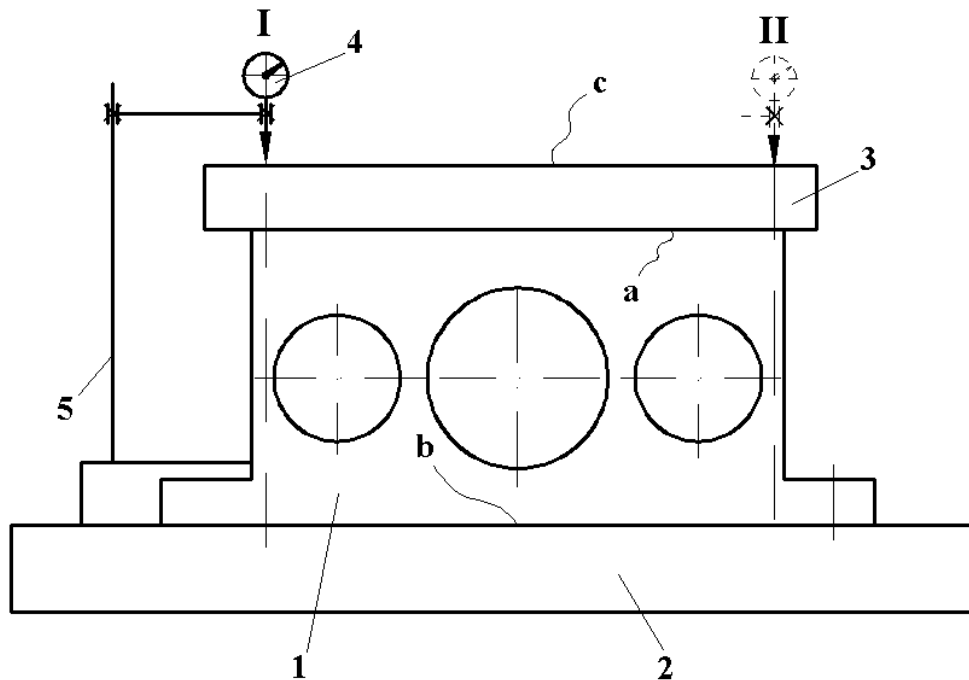
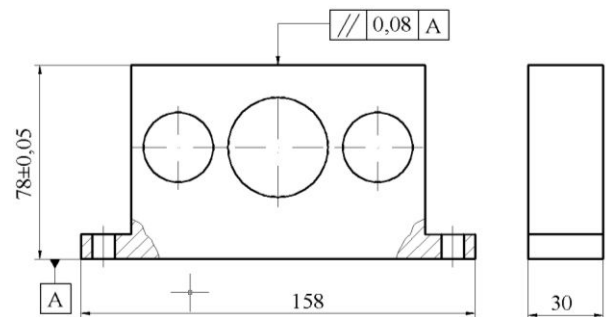
**Notă:** se folosește rigla de verificare cu suprafețe active, așezată pe suprafața liberă a piesei de controlat, pentru a nu influența rezultatul măsurării cu abaterea la planitate a suprafeței piesei.

Se ridică vârful de măsurare al instrumentului comparator și se deplasează suportul 5, al instrumentului, aducându-se vârful de măsurare al acestuia, în contact cu suprafața activă liberă a riglei de verificare 3, la celălalt capăt al piesei (poziția II); în acest punct, se notează indicația  $\delta$ , a instrumentului indicator 4.

**Interpretarea notației pe desen:**

toleranța la paralelism a suprafeței plane superioare, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință A, este de 0,08 mm.

**Indicare pe desen**



**Fig. 6**  
**Măsurarea abaterii la paralelismul suprafețelor plane**

**Obținerea valorii efective a abaterii:** abaterea la paralelism măsurată,  $A_e$ , reprezintă valoarea absolută a indicației instrumentului comparator.

Aceasta se compară cu toleranța prescrisă IT, iar dacă  $A_e \leq IT$ , se poate lua decizia: **piesa controlată este admisă pentru utilizare.**

## 5. Măsurarea abaterilor de poziție relativă.

### 5.1. Măsurarea abaterii la concentricitate a suprafețelor cilindrice exterioare cu instrument indicator

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 7 (detaliu), este indicată o toleranță geometrică, a cărei semnificație este dată în interpretarea notației (toleranța la concentricitate).

Pentru a stabili dacă abaterea la concentricitate se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu instrument indicator.

**Echipamente și accesorii necesare:** placă de verificare cu suprafață activă, comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, fixat la suport de atelier, prismă lungă.

**Schema de măsurare** pentru măsurarea abaterii la concentricitate a centrelor secțiunilor transversale ale suprafeței cilindrice exterioare tolerate, este prezentată în fig.7.

#### Interpretarea notației pe desen:

toleranța la concentricitate a centrului fiecărei secțiuni transversale a suprafeței cilindrice cu diametrul nominal  $N=25$  mm, față de axa suprafeței cilindrice cu diametrul nominal,  $N=50$  mm, specificată drept bază de referință A, este de 0,040 mm.

#### Indicare pe desen

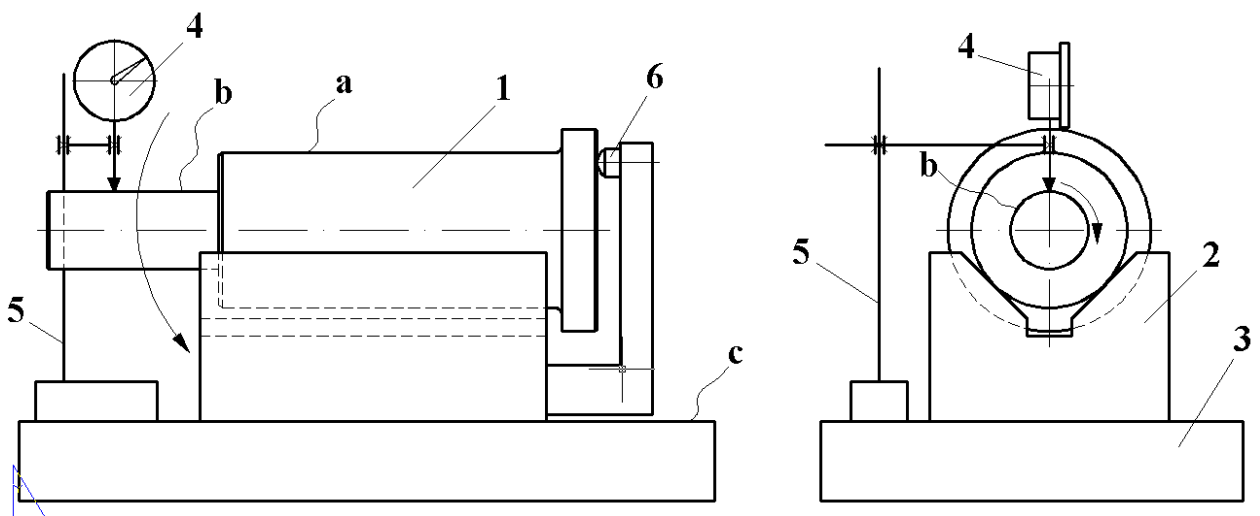
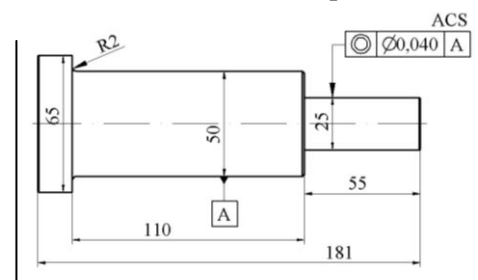


Fig. 7  
Măsurarea abaterii la concentricitate

**Tehnica măsurării:** pentru materializarea bazei de referință (axa suprafeței cilindrice exterioare **a**, a piesei) piesa de controlat 1, se sprijină cu suprafața cilindrică **a**, pe prisma 2, așezată pe suprafața activă **c**, a plăcii de verificare 3.

Se aduce vârful de măsurare al comparatorului cu cadran 4, în contact cu generatoarea cea mai de sus a suprafeței cilindrice exterioare **b**; în această poziție, instrumentul indicator se reglează la zero.

Comparatorul cu cadran 4, este fixat la suportul de atelier 5, care se deplasează pe suprafața activă a plăcii de verificare 3.

După reglarea la zero a instrumentului, se rotește piesa de controlat 1, pe prisma 2, vârful de măsurare fiind în contact permanent cu suprafața cilindrică exterioară **b**. În timpul rotirii piesei cu o rotație completă, se vor nota indicațiile extreme  $\delta_{max}$  și  $\delta_{min}$ , ale instrumentului comparator.

**Obținerea valorii efective a abaterii:** abaterea la concentricitate  $A_e$ , în secțiunea transversală măsurată, a suprafeței **b**, față de axa suprafeței **a**, este semidiferența valorilor maximă și minimă ale indicațiilor instrumentului.

$$A_e = \frac{\delta_{max} - \delta_{min}}{2}. \quad (4)$$

Se măsoară abaterea la concentricitate în mai multe secțiuni transversale ale suprafeței cilindrice **b**, în limitele lungimii acesteia.

Abaterea la concentricitate cu valoarea cea mai mare  $A_{e_{max}}$ , se compară cu toleranța prescrisă IT.

Dacă  $A_{e_{max}} \leq IT$ , se poate lua decizia: **piesa controlată este admisă pentru utilizare.**

**Notă:** pentru a asigura rotirea piesei fără deplasarea axială, se folosește opritorul 6, care se aduce în contact cu suprafața frontală a piesei de controlat.

## 5.2. Măsurarea bătaii radiale circulare cu instrument indicator.

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 8 (detaliu), este indicată o toleranță geometrică, a cărei semnificație este dată în interpretarea notației.

Pentru a stabili dacă bătaia radială circulară se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu instrument indicator.

**Echipamente și accesorii necesare:** comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, fixat la suport de atelier, dispozitiv cu vârfuri de centrare.

**Schema de măsurare** pentru măsurarea bătaii radiale circulare a unei suprafețe cilindrice exterioare la o piesă tip arbore, este prezentată în fig. 8.

**Tehnica măsurării:** piesa de controlat 1 (prevăzută cu găuri de centrare), se introduce între vârfurile de centrare 2, ale dispozitivului de control 3, pentru a materializa axa de rotație a piesei, care este baza de referință comună A- B.

Pe suprafața activă **a**, a plăcii de bază a dispozitivului de control 3, se sprijină suportul de atelier 5, la care este montat comparatorul cu cadran 4.

Vârful de măsurare al instrumentului indicator 4, se aduce în contact cu generatoarea cea mai de sus a suprafeței cilindrice **b**, a piesei 1.

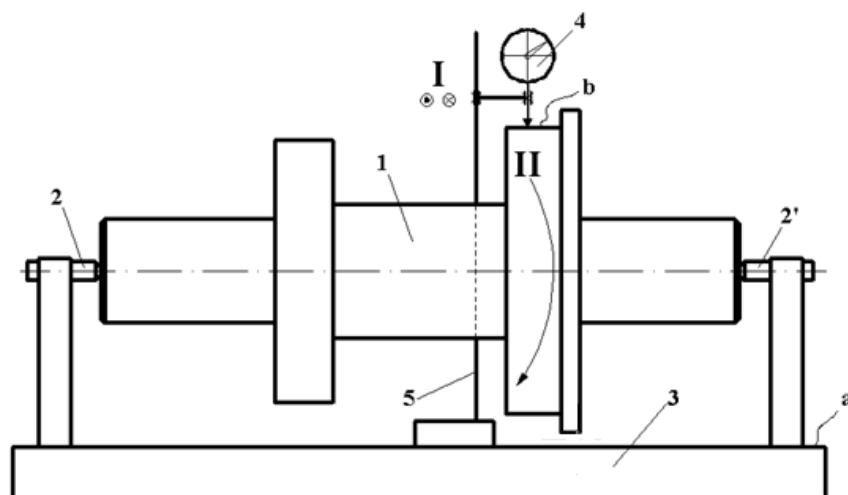
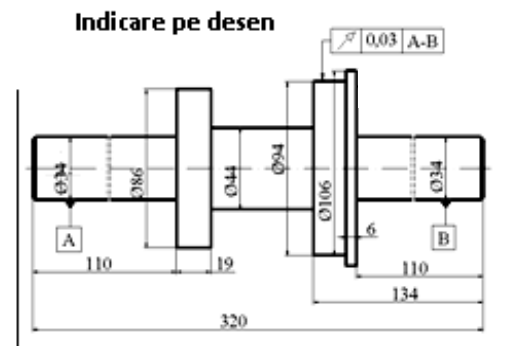
**Notă:** contactul cu generatoarea cea mai de sus se obține prin deplasarea, în plan normal pe axa piesei, a instrumentului indicator (mișcarea I); vârful de măsurare al comparatorului se va afla pe generatoarea cea mai de sus, la indicația maximă a instrumentului (în punctul de întoarcere a arătătorului).

După aducerea vârfului de măsurare în contact cu generatoarea cea mai de sus, se reglează la zero comparatorul cu cadran 4.

Se rotește, apoi, piesa (între vârfului de centrare 2), în contact permanent cu vârful de măsurare (mișcarea II) și se notează indicațiile extreme față de zero,  $\delta_{\max}$  și  $\delta_{\min}$ , obținute la rotirea cu o rotație completă a piesei de controlat.

**Interpretarea notației pe desen:**

valoarea maximă admisă a bății radiale circulare a suprafeței cilindrice cu diametrul nominal  $N=106$  mm, este de 0,03 mm. Baza de referință comună A-B, este obținută prin uniunea bazelor de referință A și B, care sunt axele suprafețelor cilindrice cu diametrul nominal,  $N=34$  mm).



**Fig. 8**  
**Măsurarea bății radiale circulare**

**Obținerea valorii efective a abaterii:** bătaia radială circulară în secțiunea măsurată, se obține prin diferența valorilor maximă și minimă:

$$A_e = \delta_{\max} - \delta_{\min} \quad (5)$$

Abateria efectivă  $A_e$ , se compară cu valoarea maximă admisă IT, iar dacă  $A_e \leq IT$ , se poate lua decizia: *piesa controlată este admisă pentru utilizare.*

### 5.3. Măsurarea bății frontale circulare cu instrument indicator

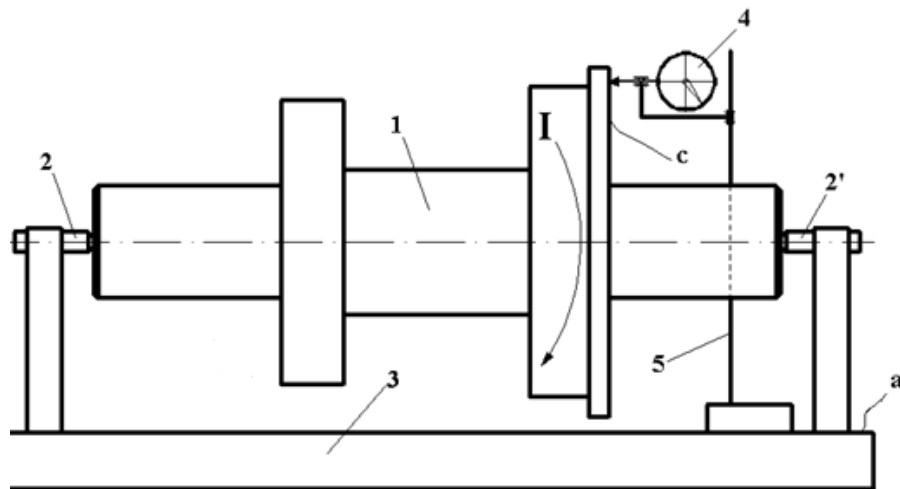
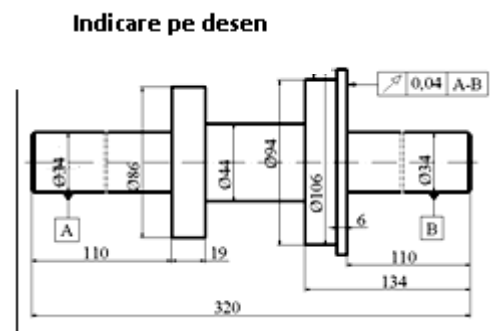
Pe desenul de execuție al piesei din fig. 9 (detaliu), este indicată o toleranță geometrică, a cărei semnificație este dată în interpretarea notației.

Pentru a stabili dacă bătaia frontală circulară se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu instrument indicator.

**Echipamente și accesorii necesare:** comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01, fixat la suport de atelier, dispozitiv cu vârfuri de centrare.

**Schema de măsurare** pentru măsurarea bății frontale circulare a unei suprafețe cilindrice exterioare la o piesă tip arbore, este prezentată în fig.9.

**Interpretarea notației pe desen:** valoarea maximă admisă a bății frontale circulare a suprafeței frontale din dreapta umărului cu  $N=106$  mm, este de 0,04 mm. Baza de referință este un plan perpendicular pe baza de referință comună A -B, este obținută prin uniunea bazelor de referință A și B, care sunt axele suprafețelor cilindrice cu diametrul nominal,  $N=34$  mm),



**Fig. 9**  
**Măsurarea bății frontale circulare**

**Tehnica măsurării:** piesa de controlat 1 (prevăzută cu găuri de centrare), se introduce între vârfurile de centrare 2, ale dispozitivului de control 3, pentru a materializa un plan normal pe axa de rotație a piesei, care este baza de referință.

Pe suprafața activă **a**, a plăcii de bază a dispozitivului de control 3, se sprijină suportul de atelier 5, la care este montat comparatorul cu cadran 4.

Vârful de măsurare al instrumentului indicator 4, se aduce în contact cu suprafața frontală **c** (la 1- 1,5 mm de muchie) a piesei; în această poziție se reglează la zero comparatorul cu cadran 4.

Se rotește, apoi, piesa (între vârfurile de centrare 2), în contact permanent cu vârful de măsurare (mișcarea I) și se notează indicațiile extreme față de zero,  $\delta_{\max}$  și  $\delta_{\min}$ , obținute la rotirea cu o rotație completă a piesei de controlat.

**Obținerea valorii efective a abaterii:** bătaia frontală circulară se obține prin diferența valorilor maximă și minimă:

$$A_e = \delta_{\max} - \delta_{\min} . \quad (5)$$

Abaterea efectivă  $A_e$ , se compară cu valoarea maximă admisă IT, iar dacă  $A_e \leq IT$ , se poate lua decizia: ***piesa controlată este admisă pentru utilizare.***

## 6. Metodologia desfășurării lucrării de laborator.

În cadrul lucrării de laborator, se vor măsura abaterile geometrice indicate la începutul lucrării, la piese stabilite de conducătorul lucrării.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg următoarele etape:

- se analizează desenul de reper al piesei care se va controla și se identifică, toleranța geometrică prescrisă;

**Notă:** se vor identifica următoarele elemente: caracteristica tolerată, valoarea toleranței, elementul geometric tolerat al piesei și elementul geometric specificat drept bază de referință (unde este cazul);

- se măsoară abaterile geometrice (de formă, de orientare și de poziție relativă) la piesele stabilite de conducătorul lucrării (conform &3.1, &3.2.1, &3.2.2, &4.1, &5.1, &5.2, &5.3);
- se prelucrează rezultatele măsurărilor și se determină abaterile geometrice efective;
- se compară dimensiunea efectivă cu valorile limită calculate și se formulează concluzia: dimensiunea efectivă ***se încadrează/ nu se încadrează*** în toleranța precisă.
- se compară valoarea efectivă a abaterii cu valoarea toleranței prescrise și se formulează concluzia: abaterea efectivă ***se încadrează/nu se încadrează*** în toleranța precisă.

**Notă:** abaterea geometrică efectivă de se încadrează în toleranța prescrisă dacă respectă una din condițiile:

$$A_e \leq IT_{\text{formă}}, \text{ sau } A_e \leq IT_{\text{orientare}}, \text{ sau } A_e \leq IT_{\text{poziție}},$$

- se ia decizia cu privire la piesa controlată: ***piesa controlată este admisă pentru utilizare*** sau: ***piesa controlată este respinsă de la utilizare.***

## **7. Conținutul referatului pentru lucrarea de laborator nr. 5**

Referatul întocmit de student va cuprinde:

### **1. Conспектul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:

- măsurarea abaterii la planitate cu instrument indicator, cu fig. 1;
- măsurarea abaterii la circularitate a suprafețelor cilindrice exterioare cu instrument indicator cu fig. 3.a, 4.a și 4.c;
- măsurarea abaterii la circularitate a suprafețelor cilindrice interioare cu instrument indicator cu fig. 5.a și 5.c;
- măsurarea abaterii la concentricitate cu instrument indicator cu fig. 7;
- măsurarea bății radiale circulare cu instrument indicator cu fig. 8;
- măsurarea bății frontale circulare cu instrument indicator cu fig. 9;
- metodologia desfășurării lucrării de laborator.

### **2. Rezultatele măsurărilor** efectuate în laborator:

- valorile efective obținute în urma măsurării;
- valorile efective ale abaterilor măsurate (obținute după prelucrarea valorilor măsurate);
- deciziile cu privire la piesele controlate.

**Notă: conspectul va fi scris de mână, iar desenele se vor executa sub formă de schiță de mână.**



**FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI  
ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

**Florentin Cioată**

**Adriana Munteanu**

**TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL**

**Lucrare de laborator informativă- TOLERANȚE**

(pentru studiu individual)

**Iași, 2019**

# LUCRARE INTRODUCIVĂ- TOLERANTE.

## INDICAREA TOLERANTELOR DIMENSIONALE ȘI GEOMETRICE ÎN DOCUMENTAȚIA DE EXECUȚIE

### Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator:

- înscrierea toleranțelor dimensionale pe desenul de execuție;
- indicarea ajustajelor pe desenul de ansamblu;
- înscrierea toleranțelor geometrice pe desenul de execuție;
- indicarea stării suprafețelor pe desenele de execuție.

### 1. Scopurile lucrării

- cunoașterea specificațiilor de bază prin care se indică toleranțele dimensionale și geometrice pe desenele de execuție; cunoașterea modului de notare a ajustajelor pe desenele de ansamblu.
- cunoașterea modului de interpretare a specificațiilor utilizate pentru indicarea toleranțelor dimensionale și geometrice în documentația de execuție.

### 2. Considerații generale

Dimensiunile și geometria organelor de mașini din structurile mecanice se obțin prin diferite procedee de prelucrare, pe baza condițiilor tehnice de execuție stabilite de proiectanți, astfel încât să fie asigurată funcționarea corectă a pieselor în ansamblurile în care acestea sunt montate.

Aceste condiții tehnice de execuție sunt:

- toleranțe dimensionale cu indicare individuală și toleranțe dimensionale fără indicare individuală (generale);
- toleranțe geometrice (de formă, de orientare, de poziție relativă a suprafețelor) cu indicare individuală și fără indicare individuală (generale);
- valori pentru parametrii de rugozitate a suprafețelor cu indicare individuală și fără indicare individuală (generale);
- alte condiții: de tratament termic, valori minime pentru indicii de duritate a materialului piesei, etc.

Indicarea toleranțelor dimensionale și geometrice pe desenele de execuție se realizează cu ajutorul unor simboluri grafice, literale și numerice, stabilite convențional și reglementate prin standard.

Prin utilizarea acestor simboluri stabilite convențional, se asigură indicarea clară și precisă a condițiilor tehnice de execuție, fără ambiguități; în acest fel, se evită interpretări necorespunzătoare și nu se lasă la aprecierea utilizatorilor desenelor de execuție (cei care execută și montează piesele și le controlează) realizarea parametrilor dimensionali și geometrici ai pieselor cu alte valori decât cele prescrise de către proiectant.

Fiind reglementate prin standard, aceste simboluri numite și specificații, trebuie cunoscute, atât de către cei care elaborează documentația de execuție, cât și de către utilizatorii desenelor de execuție:

- proiectanții care proiectează structurile mecanice și elaborează documentația de execuție a pieselor din structurile mecanice pe care le proiectează, trebuie

să cunoască aceste simboluri pentru a nota corect condițiile de execuție care asigură funcționarea pieselor;

- proiectanții care proiectează tehnologiile de execuție ale reperelor și/sau stabilesc tehnologiile de control dimensional ale pieselor și sunt utilizatori ai documentației de execuție, trebuie să cunoască aceste simboluri, pentru a identifica pe desenele de execuție toleranțele cu care trebuie realizați parametrii dimensionali și geometrici, respectiv, pentru a stabili ce parametri trebuie controlați, iar după efectuarea controlului, dacă valorile efective ale acestora se află în toleranțele prescrise.

### **3. Indicarea toleranțelor dimensionale pe desenul de reper**

#### **3.1. Indicarea toleranțelor dimensionale pe desenele de execuție.**

În cazul pieselor cu formă simplă (limitate de suprafețe plane și cilindrice), dimensiunea liniară reprezintă caracteristica liniară a unui element geometric (muchie, plan, suprafață) al unei piese, respectiv, distanța dintre două plane paralele opuse.

O dimensiune tolerată este o dimensiune care primește toleranță, respectiv, este afectată de abateri limită.

Tolerarea unei dimensiuni se realizează prin utilizarea unor simboluri grafice, literale și numerice numite specificații.

Specificațiile utilizate pentru tolerarea dimensiunilor liniare se împart în următoarele categorii distincte:

- specificații de bază;
- specificații generale;
- specificații speciale.

##### **3.1.1. Specificații de bază utilizate la tolerarea dimensiunilor.**

Specificațiile de bază sunt simbolurile literale și numerice folosite la indicarea directă a abaterilor limită sau a valorilor limită și/sau a clasei de toleranțe pentru dimensiunile tolerate.

Specificațiile de bază folosite la tolerarea dimensiunilor sunt prezentate în tabelul 1.

Aceste simboluri se înscriu pe desenul de reper, obligatoriu, după valoarea nominală a dimensiunii tolerate.

Conform standardului, se utilizează următoarele variante de înscriere a toleranțelor dimensionale, pe desenul de reper:

- înscrierea valorii nominale a dimensiunii, urmată de abaterile limită, poziționate una sub cealaltă (fig. 1);
- înscrierea valorii nominale a dimensiunii, urmată de clasa de toleranțe a acesteia (fig. 2);
- înscrierea valorii nominale a dimensiunii, urmată, în ordine de clasa de toleranțe a acesteia și de abaterile limită, între paranteze și poziționate una sub cealaltă (fig. 3);

Specificații de bază pentru dimensiuni tolerate

Tabelul 1

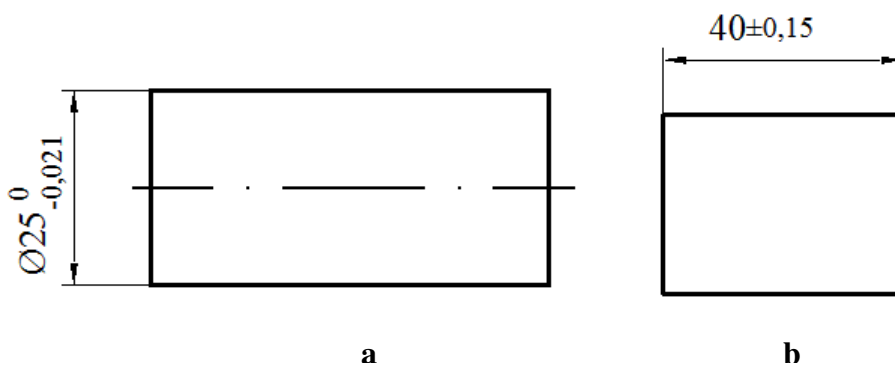
Nr crt	Tipul toleranței	Descriere	Exemple	Figura
1.	Toleranțe cu indicare individuală	Valoarea nominală N, urmată de abaterile limită	$40_{-0,025}^0; 40_{-0,015}^{+0,025}$ $40 \pm 0,03$ .	1.a, b
2.		Valoarea nominală N, urmată de clasa de toleranțe	<b>40 h7;</b>	2
3.		Valoarea nominală N, urmată de clasa de toleranțe și de abaterile limită (între paranteze)	$40h8 \left( \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,025 \end{smallmatrix} \right)$	3
4.		Valorile limită ale dimensiunii înscrise una sub alta	$\Phi 40$ $\Phi 39,975$	4.a
5.		Valorile limită ale dimensiunii înscrise una după alta	$\Phi 40$ max. $\Phi 39,975$ min	4.b
6.	Toleranțe fără indicare individuală (generale)	Toleranță generală definită prin dimensiunea nominală fără a fi indicată între paranteze	TOLERANȚE GENERALE ISO 2768- m	-

- înscrierea valorilor limită ale dimensiunii, poziționate una sub cealaltă (fig. 4.a);
- înscrierea valorilor limită ale dimensiunii, poziționate în linie și marcate cu simbolurile literale: **max.**, respective, **min.**,corespunzătoare (fig. 4.b).

**Notă:** valoarea nominală, valorile limită și abaterile limită se înscriu, pe desenul de reper, **în milimetri.**

**Notă:** abaterile limită pot fi: ambele pozitive, ambele negative sau una egală cu zero și cealaltă diferită de valoarea zero; dacă abaterile limită au valoare egală și de semn contrar, se înscrie o singură valoare, urmată de semnul “±”.

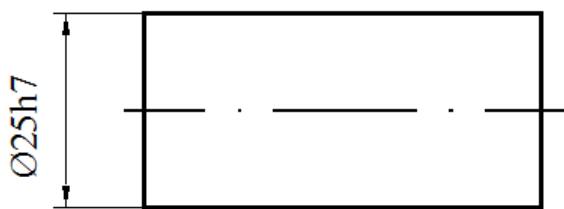
**Notă:** pentru dimensiunile care au prescrise toleranțe fără indicare individuală (toleranțe generale), se înscrie, pe desenul de execuție, numai valoarea nominală a dimensiunii, iar specificația corespunzătoare, care constă în simbolul clasei de toleranțe, se indică o singură dată, în caseta a doua a indicatorului.



**Fig. 1**

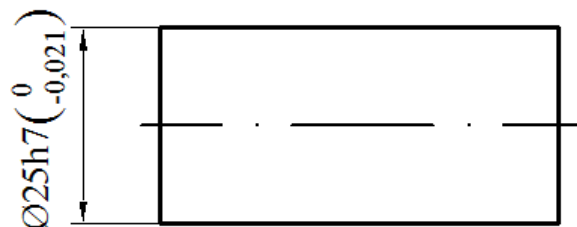
**Indicarea toleranței dimensionale prin înscrierea abaterilor limită**

a. abateri limită diferite; b- abateri limită simetrice



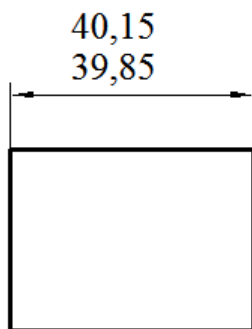
**Fig. 2**

**Indicarea toleranței dimensionale prin înscrierea clasei de toleranțe**

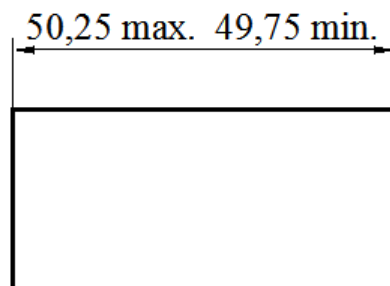


**Fig. 3**

**Indicarea toleranței dimensionale prin înscrierea clasei de toleranțe și a abaterilor limită**



**a**



**b**

**Fig. 4**

**Indicarea toleranței dimensionale prin înscrierea valorilor limită**

a.- valori limită înscrise una sub alta; b- valori limită înscrise în linie

#### 4. Indicarea ajustajelor pe desenul de ansamblu.

Ajustajele, fiind formate prin asocierea unui alezaj cu un arbore, se notează, pe desenul de ansamblu, astfel încât să ofere informații complete despre ambele dimensiuni: valoarea nominală și elementele de identificare a toleranței celor două dimensiuni: clasă de toleranțe, abateri limită sau valori limită.

**Notă:** valoarea nominală a ajustajului este aceeași cu valoarea nominală a alezajului și cu valoarea nominală a arborelui.

Specificații pentru indicarea ajustajelor

Tabelul 2

Nr crt	Descriere	Exemple	Figura	
1.	Cu o linie de cotă	Valoarea nominală a ajustajului N, urmată de clasele de toleranțe ale alezajului și arborelui, scrise sub formă de fracție.	$30\begin{matrix} H8 \\ h7 \end{matrix}$ ; 30H8/h7	5.a,b
2.	Cu o linie de cotă	Valoarea nominală a ajustajului N, urmată de clasele de toleranțe ale alezajului și arborelui, scrise una sub alta.	$30\begin{matrix} H8 \\ h7 \end{matrix}$	5.c
3.	Cu două linii de cotă	Valoarea nominală N, a fiecărei dimensiuni, urmată de clasa de toleranță și de abaterile limită (între paranteze), scrise deasupra câte unei linii de cotă.	$40H8\begin{pmatrix} +0,033 \\ 0 \end{pmatrix}$ $40h7\begin{pmatrix} 0 \\ -0,021 \end{pmatrix}$	6.a
4.	Cu două linii de cotă	Valorile limită ale dimensiunii înscrise una sub alta	hole $40\begin{matrix} +0,033 \\ 0 \end{matrix}$ schaft $40\begin{matrix} 0 \\ -0,021 \end{matrix}$	6.b
5.	Cu două linii de cotă	Valorile limită ale dimensiunii înscrise una după alta	1 $40\begin{matrix} +0,033 \\ 0 \end{matrix}$ 2 $40\begin{matrix} 0 \\ -0,021 \end{matrix}$	6.c

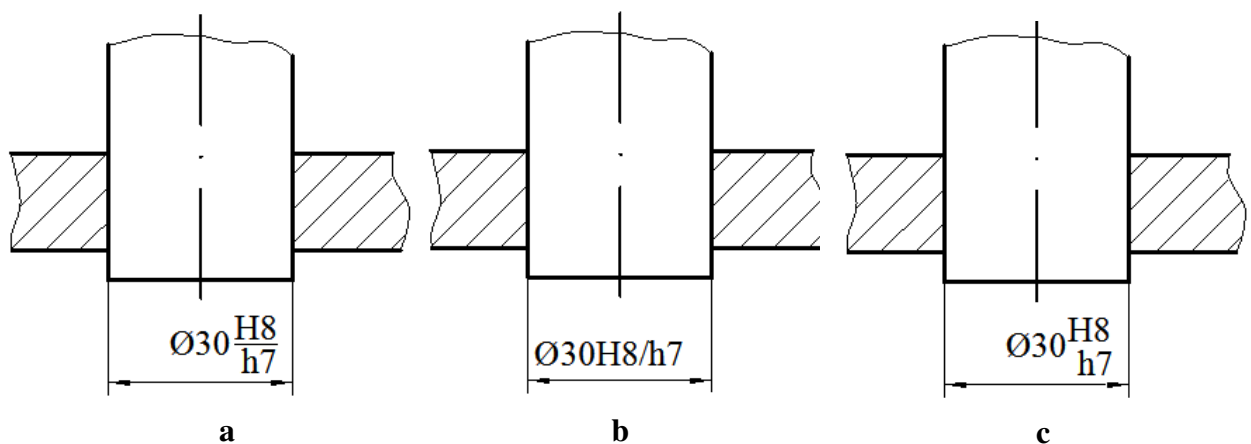
Indicarea ajustajelor pe desenul de ansamblu, se realizează în două moduri distincte (tabelul 2) fiecare cu câte trei variante de înscriere:

- **cu o singură linie de cotă:** se utilizează linia de cotă a dimensiunii comune, deasupra căreia se înscrie valoarea nominală comună și clasele de toleranțe ale alezajului și arborelui (fig. 5):
  - *varianta I- a:* clasele de toleranțe se înscriu sub formă de fracție, întotdeauna, clasa de toleranțe a alezajului fiind la numărător (fig. 5.a);
  - *varianta a II- a:* clasele de toleranțe se înscriu în linie, despărțita de o linie înclinată (fig. 5.b);
  - *varianta a III- a:* clasele de toleranțe se înscriu una sub cealaltă, deasupra fiind poziționată deasupra (fig. 5.c);

- **cu două linii de cotă:** se trasează două linii de cotă pentru dimensiunea de montare (una pentru alezaj, cealaltă pentru arbore); deasupra fiecărei linii de cotă se înscrie valoarea nominală urmată de elementele de identificare a toleranței alezajului și arborelui (fig. 6);
  - *varianta I- a:* înscrierea clasei de toleranțe și a abaterilor limită (între paranteze), pentru fiecare din cele două dimensiuni (fig. 6.a);
  - *varianta a II- a:* înscrierea abaterilor limită după valoarea nominală; pentru a identifica arborele și alezajul, înaintea valorii nominale se înscrie: **hole**, pentru alezaj, respective, **shaft**, pentru arbore (fig. 6.b);
  - *varianta a III- a:* înscrierea abaterilor limită după valoarea nominală; pentru a identifica arborelui și alezajul, înaintea valorii nominale se înscriu numerele de poziționare a alezajului, respective arborelui, de pe desenul de ansamblu (fig. 6.c);

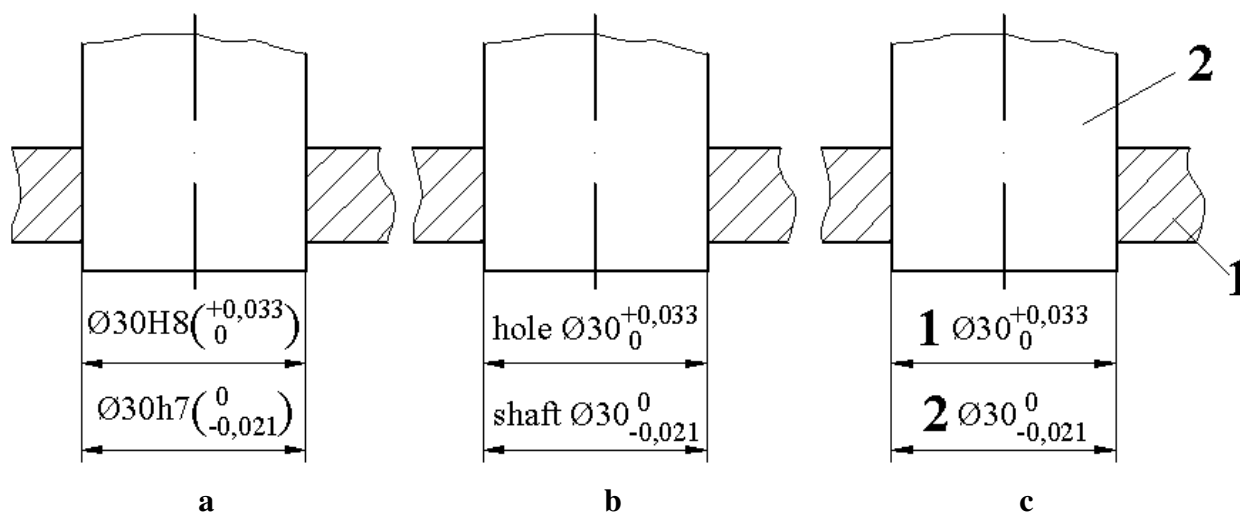
**Notă:** prima linie de cotă va corespunde alezajului, a două linie de cotă va corespunde arborelui.

**Notă:** valoarea nominală se înscrie o singură dată, iar clasa de toleranțe a alezajului se înscrie deasupra clasei de toleranțe a arborelui



**Fig. 5. Indicarea ajustajelor**

a, b- cu linie de fracție; b- clase de toleranțe înscrise una sub alta



**Fig. 12. Indicarea ajustajelor**

- a.- valoarea nominală, clase de toleranțe și abateri limită înscrise separat;  
 b.- valoarea nominală și abateri limită înscrise separat, cu simbolurile „hole”, „shaft”;  
 c.- valoarea nominală și abateri limită înscrise separat, cu poziția în ansamblu.

## 5. Indicarea toleranțelor geometrice pe desenul de reper.

Prin indicarea toleranțelor pentru caracteristicile geometrice ale pieselor, proiectantul care elaborează desenul de execuție, stabilește condițiile de execuție pentru geometria elementelor geometrice ale pieselor.

În acest fel, sunt furnizate toate informațiile necesare pentru realizarea formei macro și microgeometrice, a orientării și a poziției relative ale suprafețelor, astfel încât să fie asigurată funcționarea corectă a pieselor considerate.

Prin tolerarea geometrică, se furnizează următoarele categorii de informații:

- caracteristica geometrică tolerată: forma, orientarea, poziția relativă;
- elementul geometric tolerat, adică elementul geometric al piesei pentru care se tolerează caracteristica geometrică;
- zona de toleranță geometrică: dimensiunea și forma zonei de toleranță;
- elementul geometric al piesei adoptat drept bază de referință sau elementele geometrice ale piesei adoptate drept bază de referință comună sau drept sistem de baze de referință;
- informații suplimentare: lungime de referință (alta decât lungimea elementului tolerat), principiul sau condiția de tolerare, baze de referință parțiale, zonă de toleranță proiectată, alte informații (forma zonei de toleranțe, modul de construire a elementului tolerat sau a bazei de referință, etc.).

Tolerarea caracteristicilor geometrice se realizează prin utilizarea unor simboluri grafice, literale și numerice numite **specificații**.

Specificațiile utilizate pentru tolerarea caracteristicilor geometrice se împart în următoarele categorii distincte:

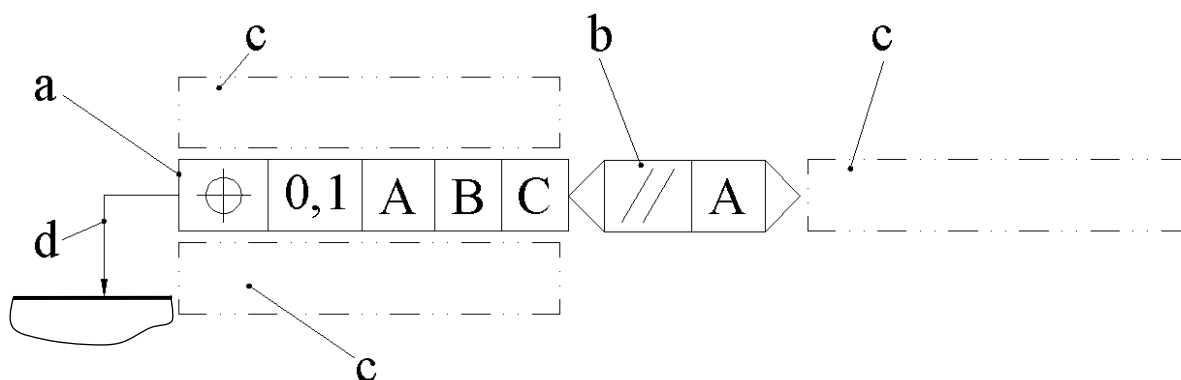


- specificații de bază;
- specificații suplimentare.

Aceste specificații se înscriu pe desenul de reper, cu ajutorul unui **indicator al specificației geometrice**.

Indicatorul specificației geometrice conține următoarele elemente componente (fig. 13):

- indicatorul de toleranțe;
- indicatorul planului și al elementului tolerat;
- zona adiacentă pentru indicații suplimentare opționale.



**Fig. 13**

**Indicatorul specificației geometrice**

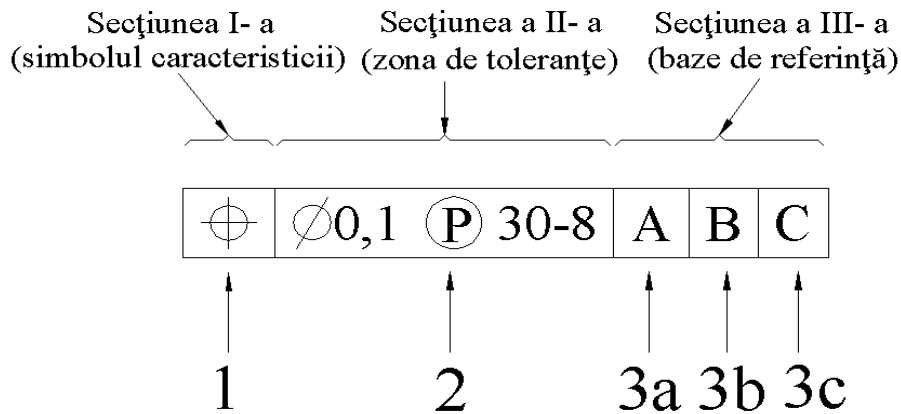
- a- indicatorul de toleranțe (cadru de toleranțe);
- b- indicator al planului și al elementului tolerat;
- c- indicații suplimentare;
- d- linie de indicație cu săgeată.

Indicatorul specificației geometrice se atașează la elementul tolerat printr- o linie de indicație cu săgeată alăturată la indicatorul de toleranță, la mijlocul înălțimii acestuia (fig. 13):

**Notă:** indicatorul specificației geometrice se aplică atât pe desen 2D, cât și pe desen 3D.

**Indicatorul de toleranțe** este un cadru dreptunghiular care este împărțit în două sau trei secțiuni dispuse, întotdeauna, de la stânga la dreapta, astfel (fig. 14.):

- **secțiunea I- a indicatorului de toleranțe** (secțiunea simbolului) conține simbolul caracteristicii geometrice tolerate;
- **secțiunea a II- a a indicatorului de toleranțe** (secțiunea zonei de toleranțe) conține indicații cu privire la forma și mărimea zonei de toleranțe, precum și elemente caracteristice și condiții pentru elementul tolerat;
- **secțiunea a III- a a indicatorului de toleranțe** (secțiunea bazei de referință) poate să conțină una, două sau trei casete, în care se înscriu simbolurile literale ale bazelor de referință.



**Fig. 14**

**Indicatorul de toleranțe**

1. secțiunea I a: caseta cu simbolul caracteristicii tolerate;
2. secțiunea a II a: caseta cu indicații ale zonei de toleranțe;
3. secțiunea a III- a: caseta cu simbolul bazei/ bazelor de referință:  
3a – bază singulară de referință; 3b- bază secundară de referință; 3c- bază terțiară de referință.

**Notă:** indicatorul de toleranțe era denumit cadru de toleranțe, iar secțiunile se denumeau casete.

**Indicatorul planului** elementului tolerat conține informații cu privire la orientarea planului sau planelor în raport cu baza de referință în care se prescrie toleranța geometrică și cu privire la direcția mărimii toleranței.

**Notă:** utilizarea indicatoarelor de plan și element înlătură orice ambiguitate la interpretarea toleranțelor geometrice înscrise pe desenele 2D, dar, mai ales pe desenele 3D

**Zona adiacentă indicatorului de toleranțe** este un spațiu în care se pot înscrie informații suplimentare; aceasta se poate poziționa deasupra, dedesubt sau, în linie cu indicatorul de toleranțe (fie în partea din dreapta fie din stânga a acestuia), conform fig. 13.

Se va utiliza numai una din zone (se recomandă zona situată deasupra indicatorului de toleranțe).

Informațiile din zona adiacentă indicatorului de toleranțe se aplică atunci când elementul tolerat nu este un element singular complet așa cum este indicat de linia de indicație cu săgeată.

**5.1. Specificații de bază utilizate la tolerarea caracteristicilor geometrice**

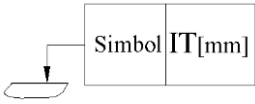
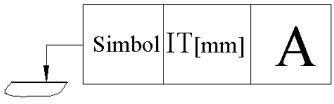
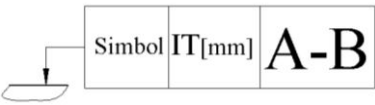
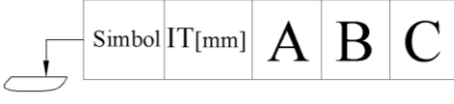
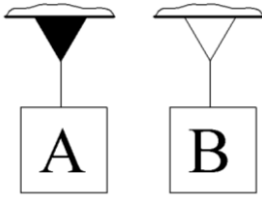
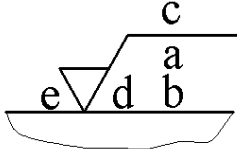
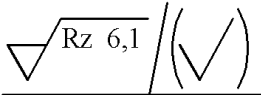
Specificațiile de bază sunt simbolurile grafice, literale și numerice folosite la indicarea directă a toleranțelor caracteristicilor geometrice sau a valorilor limită a unor parametri specificați ai rugozității suprafețelor.

Specificațiile de bază se utilizează la indicarea oricărei toleranțe geometrice și se înscriu **obligatoriu** în indicatorul de toleranțe

Specificațiile de bază folosite la tolerarea dimensiunilor sunt prezentate în tab. 3.

Specificații de bază pentru tolerare geometrică


















Tabelul 3

Tipul toleranței	Descriere	Simbol	Figura
Cu indicare individuală	Caracteristică geometrică tolerată fără indicarea bazei de referință		13-22
	Caracteristică geometrică tolerată cu indicarea bazei de referință		23-33
	Caracteristică geometrică tolerată cu indicarea bazei de referință comune.		34-40
	Caracteristică geometrică tolerată cu indicarea sistemului de baze de referință.		32,33
	Indicarea bazei de referință		23-40
	Indicarea stării suprafețelor (indicarea valorilor maxime pentru parametrii de rugozitate)		41
Fără indicare individuală	Toleranță geometrică generală indicată cu simbolul clasei de toleranțe	TOLERANȚE GENERALE ISO 2768- K	42
	Valoarea maximă a parametrului de rugozitate	STAREA SUPRAFEȚEI 	42

Simbolurile grafice ale caracteristicilor geometrice sunt prezentate în tabelul 4.

**Simboluri pentru caracteristici geometrice**

**Tabelul 4**

Caracteristica geometrică		Simbol grafic	Bază de referință necesară	Figura
Formă macro-geometrică	Rectilinitate		Nu	15, 16, 17
	Planitate		Nu	18
	Circularitate		Nu	19, 20
	Cilindricitate		Nu	21
	Forma dată a profilului		Nu	22, 23
	Forma dată a suprafeței		Nu/ Da	24
Formă micro-geometrică	Rugozitatea suprafețelor	Simboluri literale ale parametrilor de rugozitate		-
Orientare	Paralelism		Da	25, 26, 27
	Înclinare		Da	28
	Perpendicularitate		Da	29, 30, 31, 32
Poziție relativă	Poziția nominală		Da/ Nu	33, 34, 35
	Concentricitate (a centrelor)		Da	36
	Coaxialitate (a axelor)		Da	37
	Simetrie		Da	38
	Bătaie radială circulară		Da	39
	Bătaie frontală circulară		Da	40
	Bătaie radială totală		Da	41
	Bătaie frontală totală		Da	42

## 5 2. Indicarea toleranțelor de formă pe desenul de reper.

Pentru indicarea toleranței la forma macrogeometrică a elementelor geometrice, se utilizează indicatorul de toleranțe cu primele două secțiuni obligatorii în care se înscriu elementele:

- în prima secțiune se înscrie simbolul grafic al caracteristicii de formă pentru care se prescrie toleranța de formă (tab. 4);
- în a doua secțiune se înscrie valoarea toleranței de formă (mărimea zonei de toleranță), în milimetri.

**Notă:** atunci când se tolerează forma dată a profilului sau forma dată a suprafeței și este necesară indicarea bazei de referință, simbolul literal al acesteia se înscrie în a treia secțiune a indicatorului de toleranțe.

Se prezintă, în continuare, exemple de indicare a toleranțelor de formă macrogeometrică, pe desenele de reper, împreună cu identificarea elementelor înscrise (interpretarea notațiilor de pe desen).

La identificarea toleranței geometrice (interpretarea notațiilor de pe desenul de execuție), utilizatorul desenului de reper va urmări obținerea tuturor informațiilor date de proiectant și anume:

- caracteristica tolerată (ce caracteristică geometrică este tolerată pe desen)- în acest scop, **se observă simbolul grafic în prima secțiune;**
- elementul geometric tolerat (care a primit toleranță)- în acest scop, **se observă de care element geometric este legat indicatorul de toleranțe;**
- valoarea toleranței geometrice- în acest scop, **se observă valoarea numerică, dată în milimetri, din a doua secțiune a indicatorului de toleranțe.**

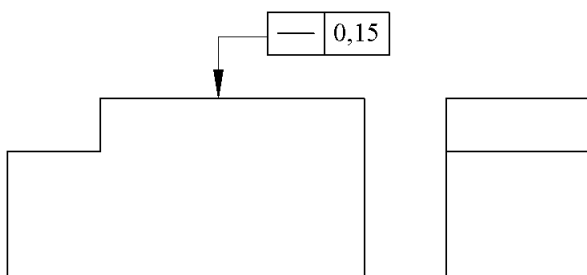


Fig. 15

**Interpretare:** toleranța la rectilinitate a fiecărei linii conținută în suprafața plană superioară este 0,15 mm

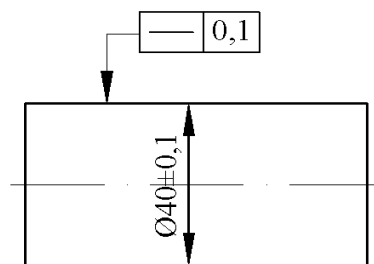


Fig. 16

**Interpretare:** toleranța la rectilinitate a generatoarelor suprafeței cilindrice este 0,1 mm

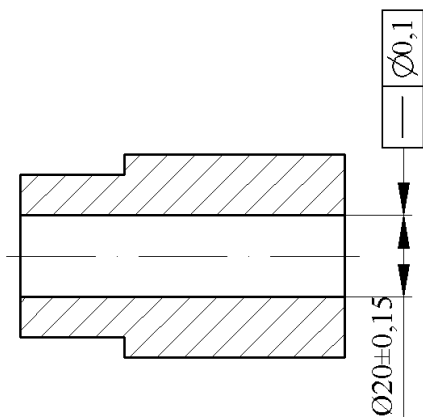


Fig. 17

**Interpretare:** toleranța la rectilinitate a axei suprafeței cilindrice interioare cu  $N=20\text{mm}$ , este  $0,1\text{ mm}$

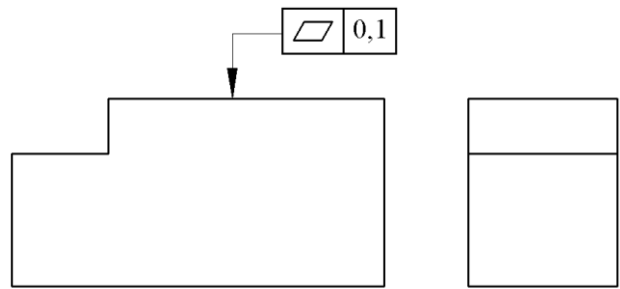


Fig. 18

**Interpretare:** toleranța la planitate a suprafeței plane superioare, este  $0,1\text{ mm}$

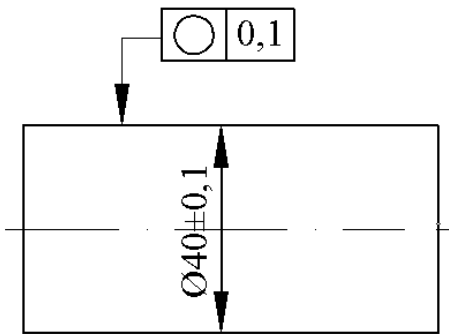


Fig. 19

**Interpretare:** toleranța la circularitate a fiecărei secțiuni transversale a suprafeței cilindrice, este  $0,1\text{ mm}$

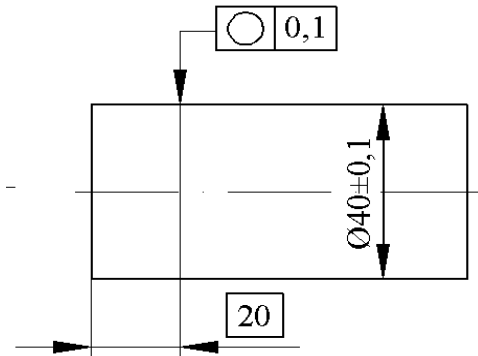


Fig. 20

**Interpretare:** toleranța la circularitate a secțiunii transversale a suprafeței cilindrice, poziționată la  $20\text{ mm}$  de la baza de cotare din stânga, este  $0,1\text{ mm}$

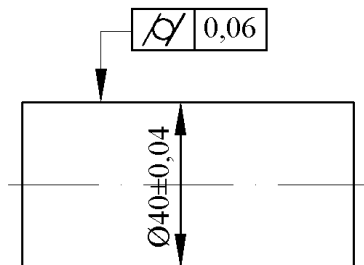


Fig. 21

**Interpretare:** toleranța la cilindricitate a suprafeței cilindrice, este  $0,04\text{ mm}$

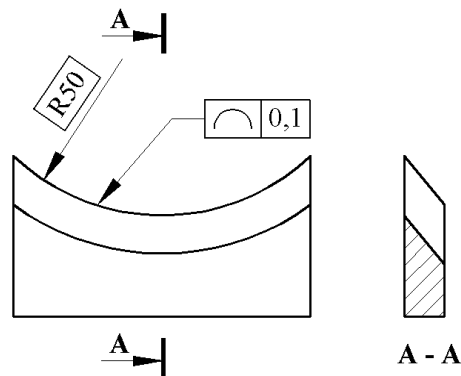
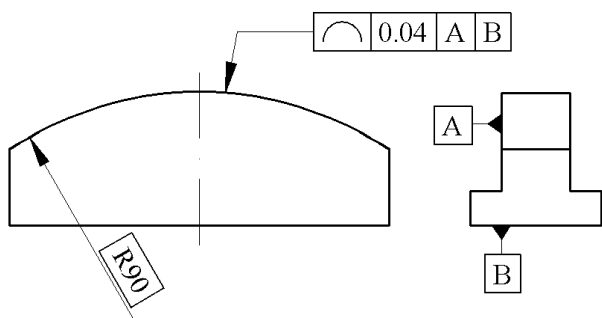


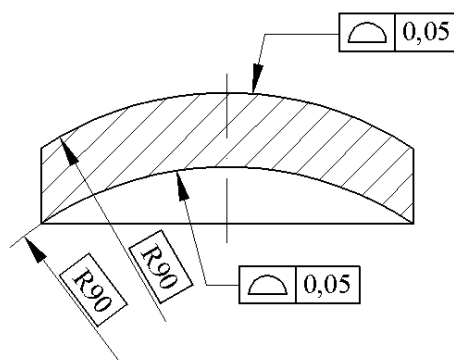
Fig. 22

**Interpretare:** toleranța la forma dată a profilului, este  $0,1\text{ mm}$



**Fig. 23**

**Interpretare:** toleranța la forma dată a profilului în plane echidistante, paralele cu suprafața A și perpendiculare pe suprafața B și care intersectează suprafața profilată, este 0,04 mm



**Fig. 24**

**Interpretare:** toleranța la forma dată a suprafețelor convexe și concavă este 0,05 mm

### 5.3. Indicarea toleranțelor de orientare pe desenul de reper.

Pentru indicarea toleranței de orientare a elementelor geometrice, se utilizează indicatorul de toleranțe cu toate cele trei secțiuni obligatorii, în care se înscriu elementele:

- în prima secțiune se înscrie simbolul grafic al caracteristicii de orientare pentru care se prescrie toleranța de orientare;
- în a doua secțiune se înscrie valoarea toleranței de orientare (mărimea zonei de toleranță), în milimetri;
- în a treia secțiune se înscrie simbolul literal al bazei de referință sau simbolurile literale ale bazelor de referință, care formează baza de referință comună, despărțite prin cratimă;
- atunci când este necesară indicarea unui sistem de baze de referință, secțiunea a III- a se împarte în două sau trei casete, în care se înscriu simbolurile literale ale bazelor de referință care compun sistemul de baze de referință.

**Notă:** secțiunea a III- a a unui indicator de toleranțe poate conține minim o casetă și maxim trei casete.

Elementul geometric specificat drept bază de referință se indică, pe desenul de reper, printr- un cadru dreptunghiular în care se înscrie simbolul literal (cu majusculă) atribuit bazei de referință; cadrul se atașează printr-o linie subțire terminată cu triunghi înnegrit (sau nu) de elementul geometric bază de referință, astfel:

- direct de elementul geometric (pe conturul acestuia);
- indirect, pe o linie subțire ajutătoare;
- în continuarea liniei de cotă a elementului geometric specificat drept bază de referință, atunci când aceasta este un plan median sau o axă de rotație;
- alăturat cadrului de toleranțe al unui alt element geometric tolerat și care este specificat drept bază de referință pentru altă toleranță geometrică.

Se prezintă, în continuare, exemple de indicare a toleranțelor de orientare pe desenele de reper, împreună cu identificarea elementelor înscrise (interpretarea notațiilor de pe desen).

La identificarea toleranței geometrice (interpretarea notațiilor de pe desenul de reper), utilizatorul desenului de execuție va urmări obținerea tuturor informațiilor date de proiectant și anume:

- caracteristica tolerată (ce caracteristică geometrică este tolerată pe desen)- în acest scop, *se observă simbolul grafic în prima secțiune a indicatorului de toleranțe;*
- elementul geometric tolerat (care a primit toleranță)- în acest scop, *se observă de care element geometric este legat indicatorul de toleranțe;*
- valoarea toleranței geometrice- în acest scop, *se observă valoarea numerică, dată în milimetri, din a secțiune casetă a indicatorului de toleranțe;*
- baza de referință sau sistemul de baze de referință specificată- în acest scop, *se observă simbolul literal din prima casetă, respectiv, simbolurile literale și din casetele I- a, a II- a și a III- a din secțiunea a III- a a indicatorului de toleranțe;*
- informații suplimentare indicate prin specificații suplimentare.

**Notă:** după identificarea simbolului literal al bazei de referință în indicatorul de toleranțe, se identifică, pe desen, care element geometric al piesei este specificat drept bază de referință indicată în indicatorul de toleranțe.

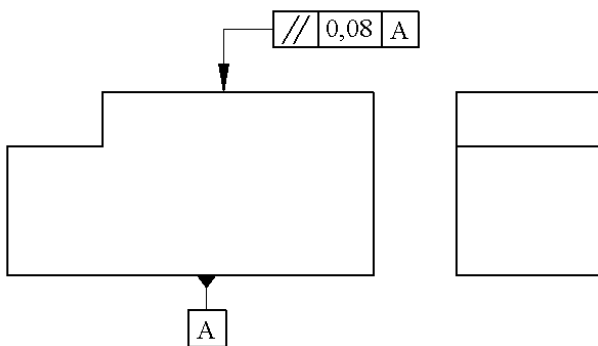


Fig. 25

**Interpretare:** toleranța la paralelism a suprafeței superioare, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință A, este 0,08 mm

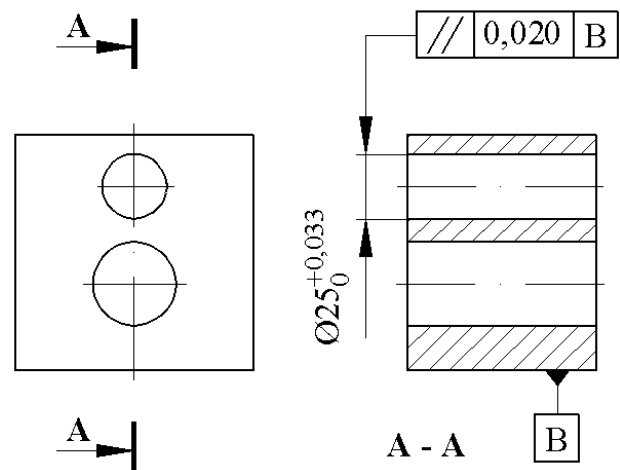


Fig. 26

**Interpretare:** toleranța la paralelism a axei suprafeței interioare cu  $N=25$  mm, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință B, este 0,020 mm



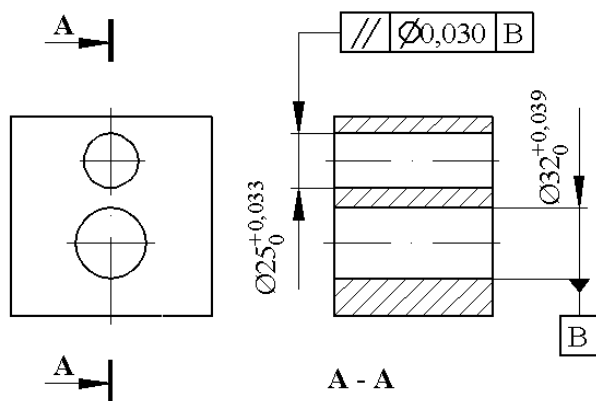


Fig. 27

**Interpretare:** toleranța la paralelism a axei suprafeței interioare cu  $N=25$  mm, față de axa suprafeței interioare cu  $N=32$  mm, specificată drept bază de referință B, este 0,030 mm, prescrisă în orice direcție.

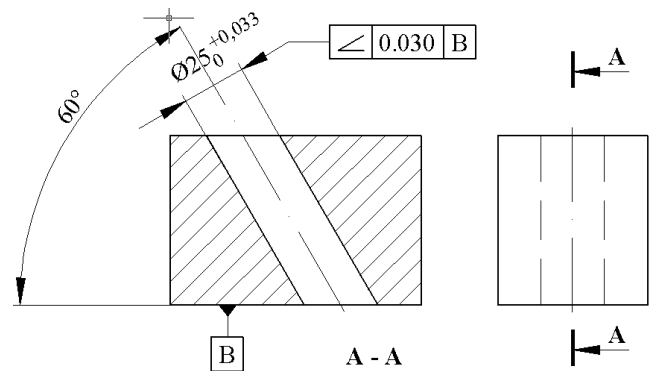


Fig. 28

**Interpretare:** toleranța la înclinare a axei suprafeței interioare cu  $N=25$  mm, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință B, este 0,030 mm

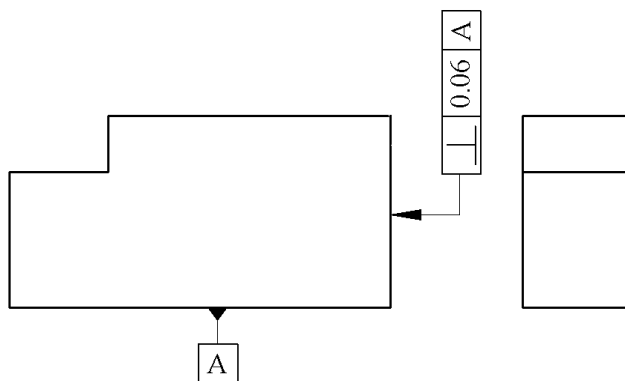


Fig. 29

**Interpretare:** toleranța la perpendicularitate a suprafeței plane din deapta, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință A, este 0,06 mm.

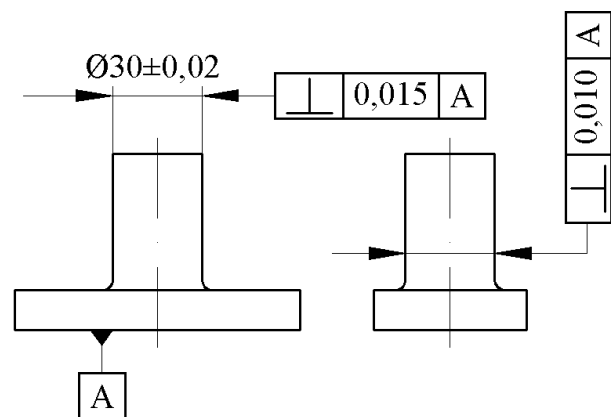


Fig. 30

**Interpretare:** toleranța la perpendicularitate a axei suprafeței cilindrice cu  $N=30$  mm, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință A, este 0,015 mm, în planul de proiecție și de 0,01 mm, în plan perpendicular pe planul de proiecție.

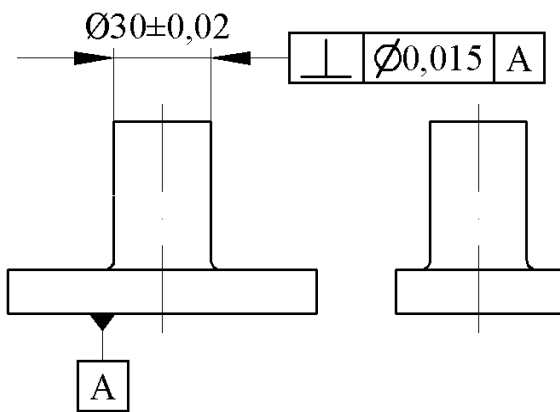


Fig. 31

**Interpretare:** toleranța la perpendicularitate a axei suprafeței cilindrice cu  $N=30$  mm, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință A, este 0,015 mm, prescrisă în orice direcție.

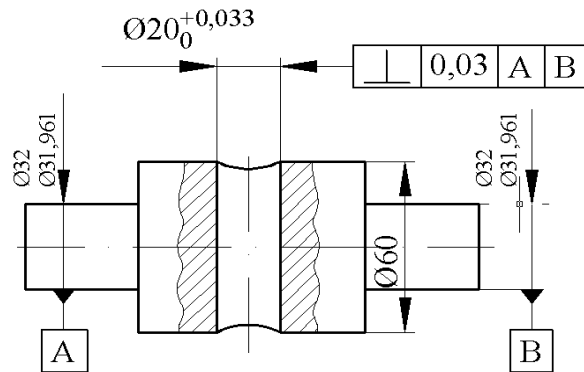


Fig. 32

**Interpretare:** toleranța la perpendicularitate a axei suprafeței cilindrice interioare cu  $N=20$  mm, față de baza de referință comună formată din uniunea bazelor de referință A și B (axe suprafețelor cilindrice cu  $N=32$  mm), este 0,03 mm.

#### 5.4. Indicarea toleranțelor de poziție relativă pe desenul de reper.

Pentru indicarea toleranței de poziție relativă a elementelor geometrice, se utilizează indicatorul de toleranțe cu toate cele trei secțiuni obligatorii, în care se înscriu elementele:

- în prima secțiune se înscrie simbolul grafic al caracteristicii de orientare pentru care se prescrie toleranța de orientare;
- în a doua secțiune se înscrie valoarea toleranței de orientare (mărimea zonei de toleranță), în milimetri;
- în a treia secțiune se înscrie simbolul literal al bazei de referință sau simbolurile literale ale bazelor de referință, care formează baza de referință comună, despărțite prin cratimă;
- atunci când este necesară indicarea unui sistem de baze de referință, secțiunea a III- a se împarte în două sau trei casete, în care se înscriu simbolurile literale ale bazelor de referință care compun sistemul de baze de referințe.

**Notă:** secțiunea a III- a a unui indicator de toleranțe poate conține minim o casetă și maxim trei casete.

Elementul geometric specificat drept bază de referință se indică, pe desenul de reper, printr-un cadru dreptunghiular în care se înscrie simbolul literal (cu majusculă) atribuit bazei de referință; cadrul se atașează printr-o linie subțire terminată cu triunghi înnegrit (sau nu) de elementul geometric bază de referință, astfel:

- direct de elementul geometric (pe conturul acestuia);
- indirect, pe o linie subțire ajutătoare;
- în continuarea liniei de cotă a elementului geometric specificat drept bază de referință, atunci când aceasta este un plan median sau o axă de rotație;

- alăturat cadrului de toleranțe al unui alt element geometric tolerat și care este specificat drept bază de referință pentru altă toleranță geometrică.

Se prezintă, în continuare, exemple de indicare a toleranțelor de orientare pe desenele de reper, împreună cu identificarea elementelor înscrise (interpretarea notațiilor de pe desen).

La identificarea toleranței geometrice (interpretarea notațiilor de pe desenul de reper), utilizatorul desenului de execuție va urmări obținerea tuturor informațiilor date de proiectant și anume:

- caracteristica tolerată (ce caracteristică geometrică este tolerată pe desen)- în acest scop, *se observă simbolul grafic în prima secțiune a indicatorului de toleranțe*;
- elementul geometric tolerat (care a primit toleranță)- în acest scop, *se observă de care element geometric este legat indicatorul de toleranțe*;
- valoarea toleranței geometrice- în acest scop, *se observă valoarea numerică, dată în milimetri, din a secțiune casetă a indicatorului de toleranțe*;
- baza de referință sau sistemul de baze de referință specificată- în acest scop, *se observă simbolul literal din prima casetă, respectiv, simbolurile literale și din casetele I- a, a II- a și a III- a din secțiunea a III- a a indicatorului de toleranțe*;
- informații suplimentare indicate prin specificații suplimentare.

**Notă:** după identificarea simbolului literal al bazei de referință în cadrul de toleranțe, se identifică, pe desen, care element geometric al piesei este specificat drept baza de referință indicată în cadrul de toleranțe.

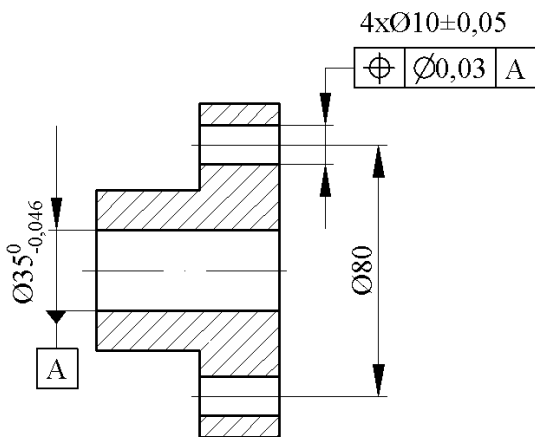


Fig. 33

**Interpretare:** toleranța la poziția nominală a axelor celor patru suprafețe cilindrice interioare, în raport cu axa suprafeței cilindrice interioare cu  $N=35$  mm, specificată drept bază de referință A, este 0,03 mm.

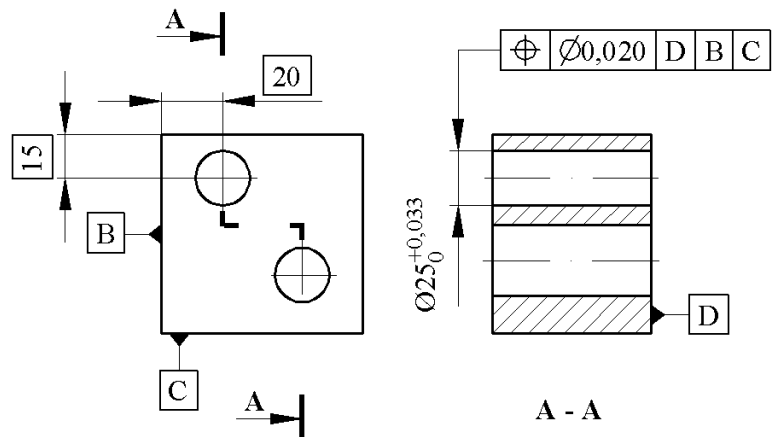


Fig. 34

**Interpretare:** toleranța la poziția nominală a axei suprafeței cilindrice interioare cu  $N=25$  mm, în raport cu sistemul de baze de referințe D, B, C, în care: D este bază de referință primară și B este bază de referință secundară, este 0,020 mm.

**Notă:** poziția nominală a elementului tolerat este specificată prin dimensiuni teoretic exacte (cote încadrate).

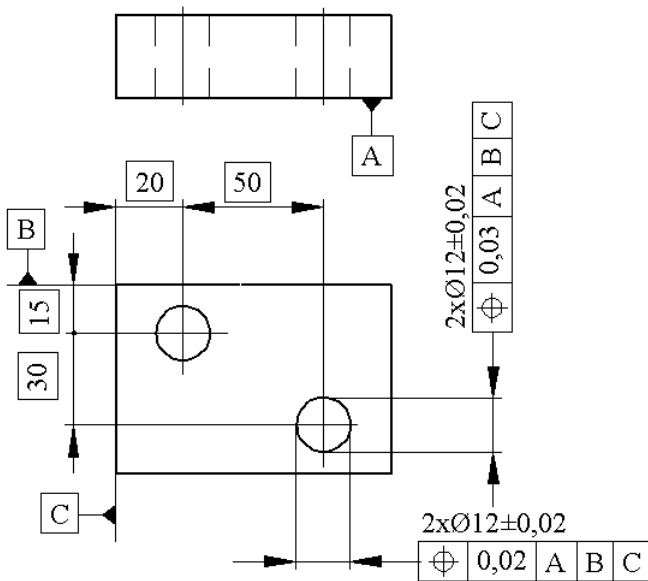


Fig. 35

**Interpretare:** toleranța la poziția nominală a axelor celor două suprafețe cilindrice interioare cu  $N=12$  mm, în raport cu sistemul de baze de referință A, B, C, în care: A este bază de referință primară și B este bază de referință secundară, este 0,02 mm, respectiv, 0,03 mm, prescrisă pe două direcții perpendiculare, în planul de proiecție.

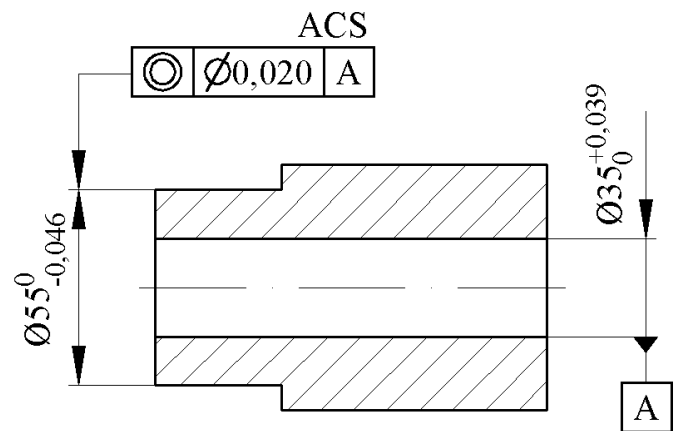


Fig. 36

**Interpretare:** toleranța la concentricitate a centrului oricărei secțiuni transversale a suprafeței cilindrice cu  $N=55$  mm, față de axa suprafeței cilindrice interioare, specificată drept bază de referință A, este 0,020 mm.

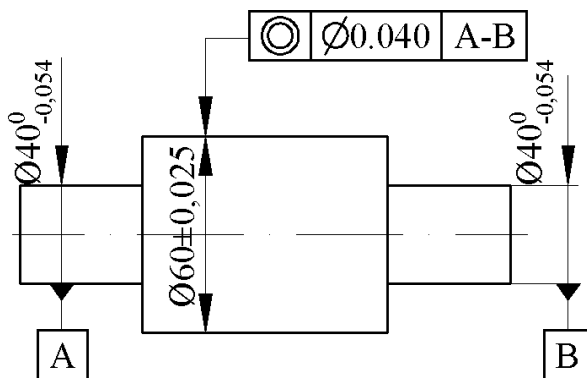


Fig. 37

**Interpretare:** toleranța la coaxialitate a axei suprafeței cilindrice cu  $N=60$  mm, față de baza de referință comună formată din uniunea bazelor de referință A și B (axele suprafețelor cilindrice cu  $N=40$  mm), este 0,040 mm.

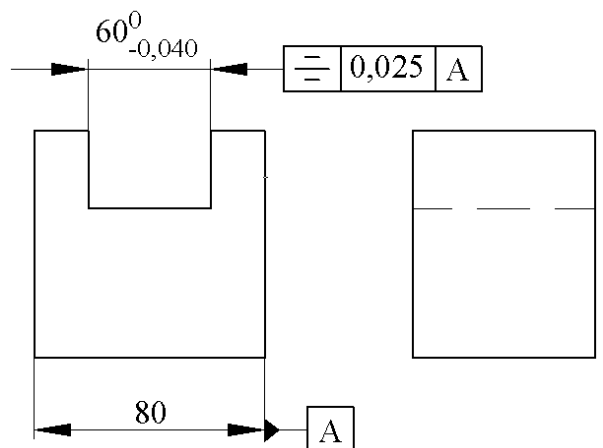


Fig. 38

**Interpretare:** toleranța la simetrie a planului median al canalului piesei, față de planul de simetrie al piesei, specificat drept bază de referință A, este 0,025 mm.

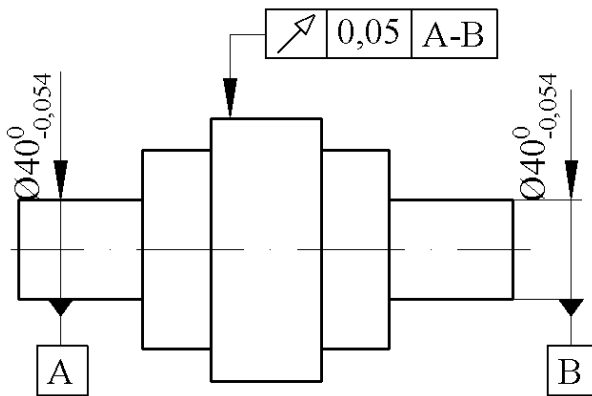


Fig. 39

**Interpretare:** toleranța bătăii radiale circulare a suprafeței cilindrice din mijloc, față de axa comună a suprafețelor cilindrice interioare cu  $N=40$  mm, specificate drept baze de referință A și B, este 0,05 mm.

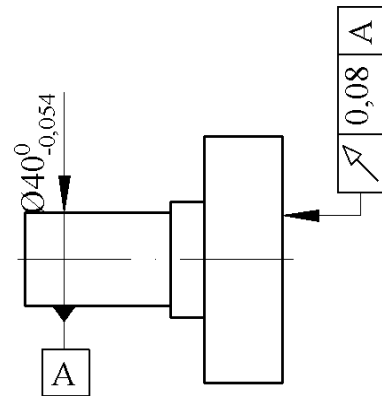


Fig. 40

**Interpretare:** toleranța bătăii frontale circulare a suprafeței frontale din dreapta, în raport cu axa suprafeței cilindrice cu  $N=40$  mm, specificată drept bază de referință A, este 0,08 mm.

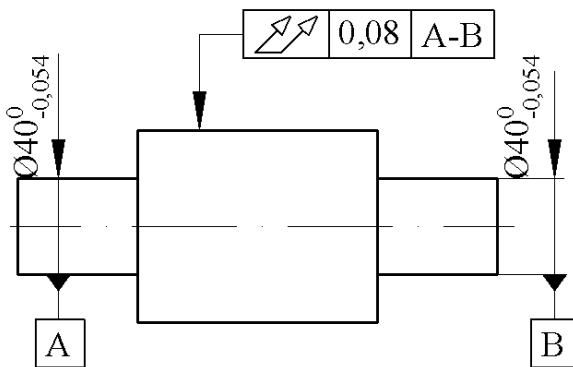


Fig. 41

**Interpretare** toleranța bătăii radiale totale a suprafeței din mijloc, în raport cu axa comună a suprafețelor cilindrice interioare cu  $N=40$  mm, specificate drept baze de referință A și B, este 0,08 mm.

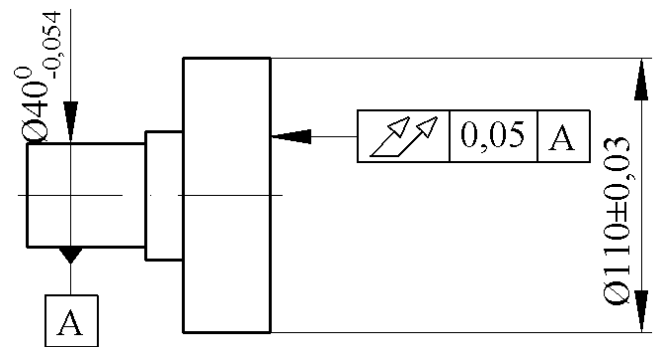


Fig. 42

**Interpretare:** toleranța bătăii frontale totale a suprafeței frontale din dreapta, în raport cu axa suprafeței cilindrice cu  $N=40$  mm, specificată drept bază de referință A, este 0,05 mm.

## 6. Înscrierea parametrilor de stare a suprafețelor pe desenul de reper

În noțiunea de calitate a suprafeței prelucrate sunt cuprinse două aspecte de bază:

- aspectul fizic, prin care calitatea suprafeței este definită de abaterile proprietăților fizico- mecanice ale stratului superficial față de cele ale materialului de bază;
- aspectul geometric, prin care calitatea suprafeței este definită de abaterile suprafeței reale de la cea ideală (geometrică) indicată în desenul de execuție.

În ceea ce privește aspectul geometric al suprafeței prelucrate, în funcție de forma și dimensiunile neregularităților, acestea pot fi de trei feluri: macroneregularități (macroabateri), ondulații și microneregularități (rugozitate).

O suprafață prelucrată prezintă o anumită rugozitate, o anumită ondulație și o anumită abatere de formă macrogeometrică. Toate acestea suprapuse dau naștere aspectului geometric real al suprafeței.

Starea suprafeței se referă la aspectul geometric al stratului superficial al unei suprafețe, fiind caracterizat prin următoarele elemente:

- rugozitatea suprafețelor;
- ondulația suprafețelor;
- profilul suprafeței.

Cerințele pentru starea suprafeței sunt indicate, pe desen, prin specificații, constituite din simboluri grafice, literale și numerice, cu ajutorul unui simbol grafic de bază format din două linii neegale înclinare la aprox.  $60^\circ$ , față de linia corespunzătoare suprafeței indicate.

În cele ce urmează, se vor prezenta specificațiile utilizate pentru înscrierea condițiilor de rugozitate pe desen.

Parametrii de rugozitate cu ajutorul cărora se definește rugozitatea unei suprafețe sunt definiți în România în SR ISO 468- 98, care înlocuiește STAS 5730- 75.

Parametrii de rugozitate care au o utilizare mai frecventă sunt:

- adâncimea (abaterea) medie aritmetică,  $R_a$ ;
- adâncimea medie,  $R_z$ ;
- adâncimea maximă,  $R_t$ ;
- adâncimea totală,  $R_{max}$ ;
- adâncimea (abaterea) medie pătratică,  $R_q$ .

### ***Simboluri grafice utilizate la înscrierea parametrilor de rugozitate.***

Cerințele pentru rugozitatea suprafeței sunt indicate, pe desen, prin mai multe variante de simboluri grafice, fiecare având semnificație proprie. Simbolurile grafice de bază și extinse sunt suplimentate cu cerințe suplimentare privind starea suprafeței, prin simboluri grafice, literale și numerice. În cazuri particulare, simbolurile grafice pot fi utilizate singure pentru a indica semnificații speciale pe desen.

Nr. crt.	Denumire	Reprezentare	Semnificație
1.	Simbol grafic de bază		Nu este specificat modul de obținere a suprafeței (cu, sau fără îndepărtare de material)
2.	Simboluri grafice extinse		Este permisă îndepărtare de material (este permisă orice prelucrare de material)
			Este interzisă îndepărtarea de material (suprafață obținută de la prelucrarea precedentă)
3.	Simboluri grafice complete		Cu semnificațiile de la nr. crt. 1 și 2
4.	Simbol grafic pentru toate suprafețele		Aceleași condiții de stare a suprafeței sunt prescrise pentru toate suprafețele piesei,
5.	Simbol grafic simplificat		Indicație simplificată: majoritatea suprafețelor au prescrse aceleași condiții de stare

Pornind de la simbolul grafic de bază, în funcție de informațiile care trebuie furnizate, se utilizează mai multe variante de simboluri grafice, prezentate în tabelul 5.

Specificațiile (simbolurile parametrilor și valorile numerice) utilizate pentru indicarea stării suprafețelor, includ patru informații esențiale pentru interpretarea condițiilor de stare a suprafeței:

- care din cele trei profile ale suprafeței (R, W, P) este indicat;
- care caracteristică de profil este indicată;
- câte lungimi de bază constituie lungimea de măsurare;
- cum se interpretează valoarea limită specificată.

În continuare, se vor prezenta specificațiile utilizate pentru înscrierea condițiilor de rugozitate pe desen (profilul R).

Pozițiile în care se înscriu condițiile privind rugozitatea suprafeței, în simbolul grafic complet sunt date în tabelul 6

**Pozițiile de înscriere a specificațiilor complementare**

Tabelul 6

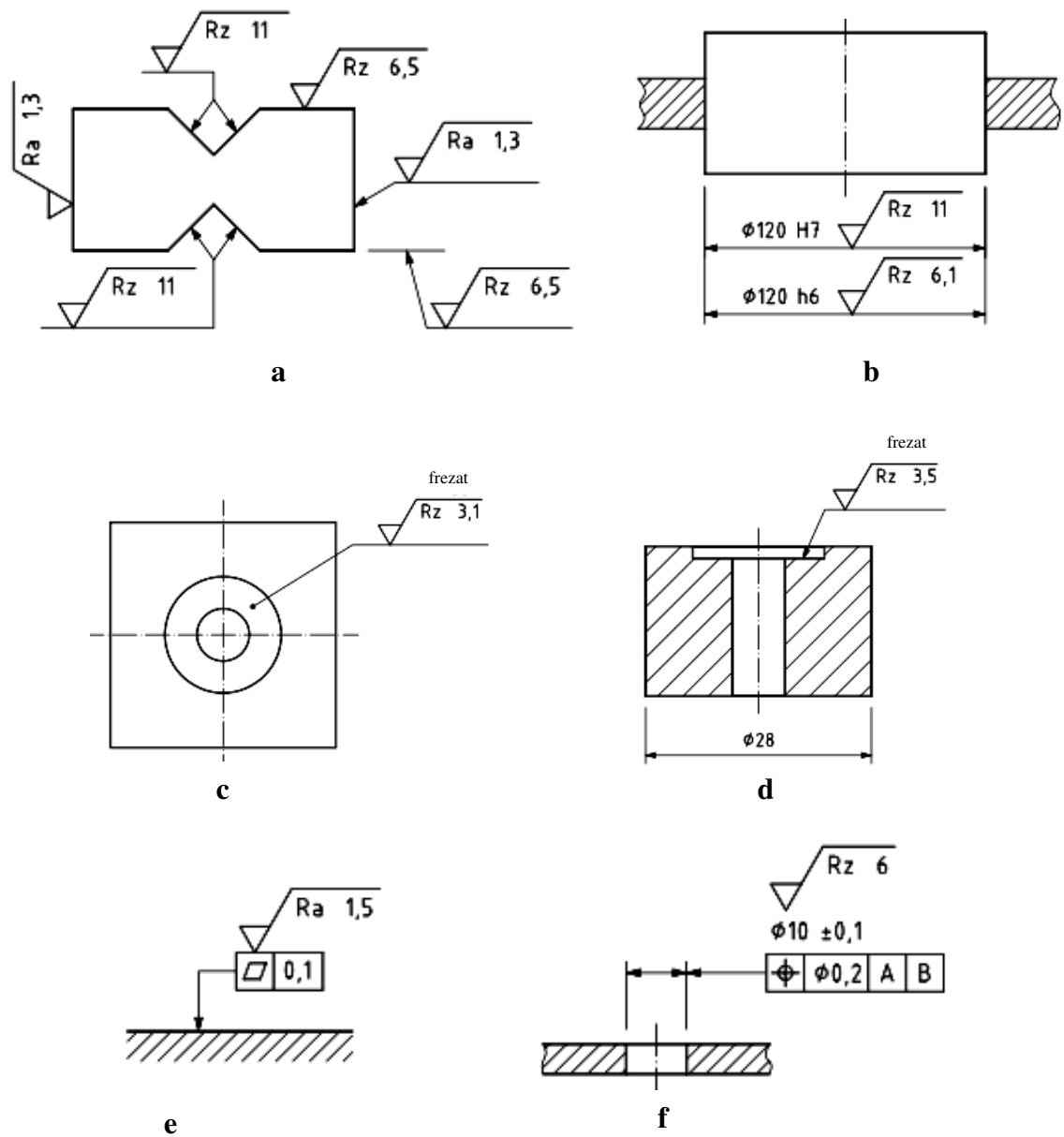
Pozițiile din jurul simbolului grafic complet		
Poziția	Condiția care se înscrie	
	Specificarea condiției	Exemplu
a.	Simbolul parametrului de stare a suprafeței.	0,0025-0,8/ Rz 6,8
	Valoarea limită a parametrului de sare.	-0,8/ Rz 6,8
	Banda de transmitere (opțional). Lungimea de bază (când diferă de valoarea standardizată)	0,008-0,5/16/ R 10
b.	A doua condiție de stare a suprafeței. Dacă este a treia condiție sau mai multe, simbolul grafic se va prelungi, pe verticală.	Ra 1,6 Rz 15
c.	Metoda de prelucrare, tratament, sau alte cerințe pentru procesul de obținere a suprafeței.	Turnat
		Frezare
		Rectificare
d.	Orientarea neregularităților	Tab. 7
e.	Adâncimea de așchiere (se indică prin valori numerice date în mm)	0,2

**Poziția și orientarea simbolului grafic și a notațiilor.**

Condiția privind rugozitatea suprafeței se indică o singură dată pentru suprafața specificată și, dacă este posibil pe aceeași vedere pe care sunt înscrise toleranțele dimensionale sau toleranțele geometrice sau ambele.

Regula generală prevede ca simbolul grafic și notațiile complementare să fie orientate astfel încât să poată fi citite de jos în sus sau din stânga spre dreapta desenului, conform ISO 129- 1 (fig. 43).





**Fig. 43**

**Poziția și orientarea simbolului grafic și a notațiilor.**

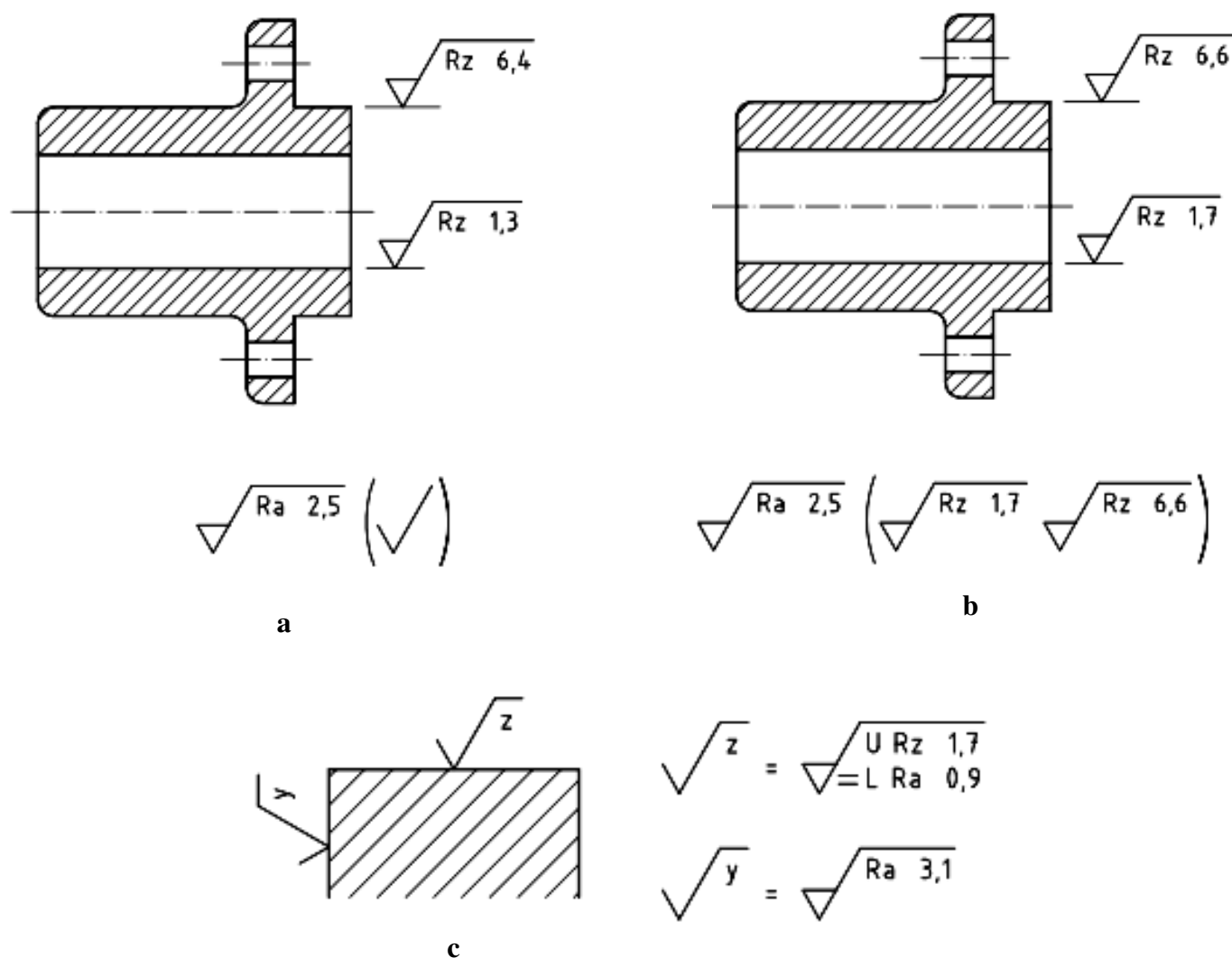
- a. pe linia de contur sau pe linia ajutătoare;
- b. pe linia de cotă;
- c. pe linie de indicație cu punct;
- d. pe linie de indicație cu săgeată;
- e. deasupra indicatorului de toleranță geometrică;
- f. deasupra indicatorului de toleranțe (și deasupra specificației la dimensiune).

### ***Indicarea simplificată a parametrilor de rugozitate.***

Dacă aceeași condiție de rugozitate este aplicată majorității suprafețelor unei piese, simbolul grafic se plasează în apropierea indicatorului desenului.

Simbolul grafic general va fi urmat de următoarele simboluri:

- un simbol de bază în paranteze fără altă indicație (fig. 44.a);
- condiții speciale de stare a suprafeței în paranteze (fig. 44.b), pentru a indica condiții diferite de condiția generală de stare a suprafeței;
- o indicație simplificată, iar simbolul care explică indicația, se poate plasa lângă desenul piesei, sau lângă indicatorul desenului, sau în spațiul dedicat notațiilor generale (fig. 44.c).



**Fig. 44**

#### **Indicarea simplificată a stării suprafețelor**

- a, b. mai multe suprafețe au prescrise aceeași/ aceleași condiții de stare;  
c. pe desen este puțin spațiu.

**Notă:** condiția de rugozitate care diferă de condiția generală, va fi indicată direct pe desen, în aceeași vedere, pentru suprafața specificată.

## **7. Indicarea toleranțelor dimensionale și geometrice generale (fără indicație individuală) pe desenul de reper.**

Pentru suprafețele libere sau nefuncționale este necesară stabilirea de toleranțe dimensionale și geometrice, în scopul realizării acestora cu preț de cost minim, dar valoarea acestora va fi de alt ordin de mărime față de toleranțele dimensionale și geometrice prescrise pentru suprafețele care formează îmbinări, toleranțele acestora fiind care sunt prescrise individual. Aceste toleranțe se numesc toleranțe dimensionale și geometrice generale și sunt stabilite pentru elemente fără indicarea toleranțelor individuale, de către standardul SR EN 22768- 1, 2: 1995.

### ***Toleranțe dimensionale fără indicație individuală.***

Standardul stabilește toleranțe generale dimensionale pentru toate categoriile de dimensiuni nefuncționale, aceste toleranțe fiind împărțite în patru clase de toleranțe, în ordinea crescătoare a toleranței și simbolizate cu literă mică:

- clasa de toleranțe **f** (fină);
- clasa de toleranțe **m** (mijlocie);
- clasa de toleranțe **c** (grosieră);
- clasa de toleranțe **v** (grosolană).

Clasa de toleranțe stabilită pentru o piesă este aceeași pentru toate elementele geometrice ale piesei și pentru toate abaterile geometrice (abateri de formă, abateri de orientare, abateri de poziție relativă).

### ***Toleranțe geometrice fără indicație individuală.***

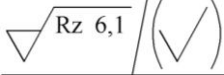
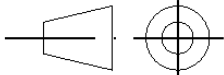
Standardul stabilește toleranțe generale geometrice pentru toate categoriile de abateri geometrice patru clase de toleranțe, simbolizate cu literă mare:

- clasa de toleranțe **H** ( fină );
- clasa de toleranțe **K** ( mijlocie );
- clasa de toleranțe **L** ( grosieră ).

Clasa de toleranțe stabilită pentru o piesă este aceeași pentru toate elementele geometrice ale piesei și pentru toate abaterile geometrice (abateri de formă, abateri de orientare, abateri de poziție relativă).

### ***Indicarea toleranțelor dimensionale și geometrice fără indicație individuală***

Indicarea clasei de toleranțe dimensionale și a clasei de toleranțe geometrice generale se efectuează prin înscrierea simbolurilor claselor de toleranțe în caseta a doua a indicatorului, în ordinea următoare: simbolul clasei de toleranțe dimensionale generale, urmat de simbolul clasei de toleranțe geometrice generale (fig. 45).

Casetă I- a		Casetă a II- a			
STAREA SUPRAFEȚEI 		TOLERANȚE GENERALE <b>SR ISO 2768- mK</b>	MATERIALUL OLC 45 SR EN ISO 10025:2002	SCARA <b>2:1</b>	METODA DE PROIECȚIE 
PROIECTAT	NUME	NUME PROPRIETAR LEGAL	DENUMIRE DESEN		
DESENAT		UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GH. ASACHI" IAȘI	<b>BUCȘĂ</b>		
VERIFICAT		FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL	NUMĂR DESEN		
FORMAT	A4		TCD -		
DATA			102.013		

**Fig. 45**

**Indicarea toleranțelor dimensionale și geometrice generale și a stării suprafețelor fără indicație individuală**

**Interpretarea notațiilor din caseta a doua a indicatorului (fig. 45):**

- **Toleranțe generale** – se referă la elementele geometrice fără indicarea toleranțelor individuale (suprafețe care nu formează îmbinări);
- **ISO 2768** – este standardul internațional ISO, în conformitate cu care s-au stabilit toleranțele generale;
- **m** este clasa de toleranțe (de execuție) pentru toleranțe generale dimensionale (fără indicație individuală).
- **„K”** este clasa de toleranțe (de execuție) pentru toleranțe geometrice generale (fără indicație individuală).

**Notă:** clasa de toleranțe (execuție) pentru toleranțele dimensionale și geometrice generale se trece o singură dată în indicatorul desenului, în a doua casetă a indicatorului.

**Interpretarea notațiilor din prima casetă a indicatorului (fig. 45):**

În cazul stării suprafețelor care trebuie specificată pentru suprafețele nefuncționale, pentru indicarea valorii maxime pentru parametrul de rugozitate ales, se utilizează prima casetă a indicatorului (fig. 45).

- **Rz 6,1** – valoarea maximă a parametrului de rugozitate Rz, este de 6,1 μm.

**Notă:** valoarea parametrului de rugozitate înscrisă în această casetă, este aceeași pentru toate suprafețele piesei care nu au indicate, individual, alte valori pentru același parametru sau pentru alți parametri de rugozitate.

## 8. Verificați- vă cunoștințele.

- ce variante de înscriere a toleranțelor dimensionale cu indicație individuală pe desenul de reper, sunt utilizate?
- ce variante de notare a unui ajustaj pe desenul de ansamblu sunt utilizate?
- care sunt elementele componente ale indicatorului specificației geometrice?
- câte secțiuni are indicatorul de toleranțe?
- ce conține secțiunea I- a a indicatorului de toleranțe?
- ce conține secțiunea a II- a a indicatorului de toleranțe?
- ce se înscrie în secțiunea a III- a a indicatorului de toleranțe?
- cum se indică elementul geometric tolerat?
- la care din caracteristicile de formă poate fi necesară indicarea bazei/ bazelor de referință?
- cum se indică faptul că elementul geometric tolerat este o linie mediană sau un plan median?
- cum se indică faptul că zona de toleranțe este cuprinsă într- un cerc sau un cilindru? Dar într- o sferă?
- ce este baza de referință?
- cum se indică o bază de referință pe desen?
- ce simbol grafic de bazăse folosește pentru înscrierea parametrilor de rugozitate pe desen?
- ce simboluri grafice extinse se folosesc pentru înscrierea parametrilor de rugozitate pe desen? Care este semnificația lor?
- ce simboluri grafice complete se utilizează pentru înscrierea parametrilor de rugozitate pe desen?
- ce condiții de rugozitate se înscriu în jurul simbolului grafic complet? Se va preciza poziția în care se înscrie fiecare condiție;
- care este regula generală cu privire la poziția și orientarea simbolului grafic de rugozitate?
- cum se realizează idicarea simplificată a parametrilor de rugozitate?
- cum se indică parametrii de rugozitate pentru suprafețe nefuncționale? Unde este poziționată specificația corespunzătoare?
- cum se indică toleranțele dimensionale fără indicație individuală? Unde este poziționată specificația?
- cum se indică toleranțele geometrice fără indicație individuală? Unde este poziționată specificația?

**FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI  
ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

**Florentin Cioată**

**Adriana Munteanu**

**TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL**

**Lucrare de laborator informativă- CONTROL**

(pentru studiu individual)

**Iași, 2019**

## LUCRARE INFORMATIVĂ- CONTROL.

### I. CONTROLUL DIMENSIUNILOR CU MĂSURI TERMINALE DE LUNGIME

### II. CONTROLUL DIMENSIUNILOR CU INSTRUMENTE COMPARATOARE

#### Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator:

- controlul dimensiunilor exterioare și interioare cu cale plan- paralele;
- controlul dimensiunilor exterioare și interioare cu calibre limitative.
- controlul dimensiunilor exterioare și interioare cu instrumente comparatoare.

#### 1. Scopul lucrării

- cunoașterea calelor plan- paralele (trusa de cale plan- paralele și trusa de accesorii pentru cale plan- paralele);
- cunoașterea modului de formare a blocurilor de cale plan- paralele;
- cunoașterea modului de utilizare a calelor plan-paralele la măsurarea dimensiunilor prin metoda evaluării directe.;
- cunoașterea tipurilor constructive de calibre limitative pentru verificarea suprafețelor exterioare și interioare netede.;
- cunoașterea modului de verificare a suprafețelor netede exterioare și interioare cu calibre limitative;
- cunoașterea instrumentelor și aparatelor comparatoare utilizate la măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare;
- cunoașterea modului de reglare la zero a instrumentelor comparatoare cu măsuri terminale de lungime;
- cunoașterea tehnicii de măsurare a dimensiunilor exterioare și interioare cu instrumente comparatoare.

### I. Controlul dimensiunilor cu măsuri terminale de lungime

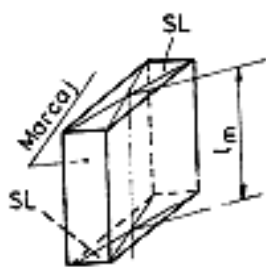
#### 1. Cale plan- paralele- considerații generale

Calele plan- paralele sunt măsuri terminale de lungime care materializează, între două suprafețe plane și paralele, o lungime; sunt corpuri paralelipipedice care au suprafețele îngrijit prelucrate, două din ele, (plane și paralele între ele), fiind suprafețe de lucru (SL), sau active sau, de măsurare (fig. 1).

Lungimea pe care o cală plan- paralelă o materializează între suprafețele active, ca distanță dintre suprafețele de lucru, măsurată la mijlocul acestora, reprezintă lungimea mediană,  $l_m$ , iar valoarea acesteia este înscrisă pe o suprafață neactivă a calei, fiind **dimensiunea nominală** a ei (fig. 1.a).

### 1.1. Trusa de cale plan- paralele

Calele plan- paralele se livrează în truse de cale plan- paralele, în care sunt introduse sub formă de serii aritmetice cu rații diferite: 0,001mm; 0,01 mm; 0,1 mm; 0,5 mm; 1 mm; 10 mm; 25 mm; 100 mm. O trusă de cale plan- paralele cuprinde câteva serii (3- 4 serii, pentru a nu fi voluminoasă și greu de manevrat) astfel încât să permită obținerea unui număr cât mai mare de dimensiuni diferite.



a.

Cală plan- paralelă

Nr. serie	Rația [mm]	Lungimi nominale ale calelor plan- paralele [mm]
1	0,001	1,001; 1,002; .....; 1,009
2	0,01	1,01; 1,02; .....; 1,49
3	0,5	0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; .....; 9,5
4	10	10; 20; .....; 90; 100

b.

Calele plan- paralele din trusă

Fig. 1

Trusa de cale plan- paralele utilizată la lucrările de laborator cuprinde 4 serii aritmetice (fig. 1.b).

Trusele de cale plan- paralele sunt însoțite de truse de accesorii pentru cale plan- paralele (care cuprind: cale marginale, cadre pentru cale plan- paralele și suport pentru cadre) necesare pentru măsurarea lungimilor cu cale plan- paralele prin metoda evaluării directe.

În fig. 2 este prezentată trusa de cale plan- paralele cu patru serii de cale, iar în fig. 3 este trusa de accesorii pentru cale plan- paralele.



Fig. 2. Trusa de cale plan- paralele

1-seria I-a (rația 0,001 mm); 2-seria a II- a (rația 0,01 mm);  
3-seria a III- a (rația 0,5 mm); 4-seria a IV- a (rația 10 mm)





**Fig. 3. Trusa de accesorii**  
 1-cadre pentru cale plan- paralele;  
 2- cale marginale, 3- talpă

### Proprietățile calelor plan- paralele.

Principalele proprietăți ale calelor plan- paralele sunt:

- **precizie dimensională mare;** eroarea cu care se materializează lungimea mediană a unei cale plan- paralele este foarte mică (în raport cu alte mijloace de măsurare), de ordinul micrometrilor până la fracțiuni de micrometru (în funcție de clasa de precizie a calei plan- paralele). În funcție de eroarea de materializare a lungimii mediane și de abaterea de la paralelism a suprafețelor active, calele plan- paralele sunt împărțite în 5 clase de precizie;

- **stabilitate dimensională mare;** calele plan- paralele își păstrează o perioadă mare de timp dimensiunea materializată între suprafețele active; pentru aceasta sunt executate din materiale care au stabilitate structurală mare, în timp: oțeluri înalt aliate, carburi metalice și ceramice;

- **aderarea;** este proprietatea unei cale plan- paralele de a adera, cu suprafața activă, la suprafața activă a altei cale plan- paralele, cu o forță suficient de mare pentru a se obține blocuri de cale plan- paralele cu diferite dimensiuni.

### 1.2. Formarea blocurilor de cale plan- paralele.

Un **bloc de cale plan- paralele** este o asociere de cale plan- paralele care aderă între ele prin suprafețele active, în scopul materializării unei lungimi diferită de lungimile calelor plan- paralele dintr- o trusă.

A forma un bloc de cale plan- paralele înseamnă a stabili numărul de cale plan- paralele și dimensiunile acestora, necesare pentru materializarea unei lungimi date.

Pentru formarea corectă a blocurilor de cale plan- paralele se vor respecta regulile:

- - numărul de cale plan- paralele dintr-un bloc să fie minim; deoarece abaterile de la lungimea nominală ale calelor plan- paralele se cumulează, se vor utiliza cât mai puține cale plan- paralele (de aceea, nu se vor folosi mai mult de 5 cale plan- paralele pentru formarea unui bloc);

- - stabilirea dimensiunilor calelor plan- paralele necesare se face prin scăderea, pe rând, din dimensiunea blocului care trebuie format, a lungimii fiecărei cale plan- paralele, începând cu calea plan- paralelă din seria cu rația cea mai mică (exemplul I);

<b>Exemplul I:</b>	<b>Exemplul al II- lea:</b>
178,231 mm –	178,939 mm –
<u>1,001</u>	<u>1,009</u>
177,23 –	177,93 –
<u>1,23</u>	<u>1,43</u>
176 –	176,5 –
<u>6</u>	<u>6,5</u>
170 –	170 –
<u>70</u>	<u>70</u>
<b>100</b>	<b>100</b>

- atunci când prima cifră de după virgulă are valoarea mai mare decât 0,5, se scade o valoare astfel încât să rămână zecimala 5 (peru aceasta se alege o cală plan- paralelă din seria cu rația 0,01 mm); în acest fel se poate utiliza, apoi, o cală plan- paralelă din seria cu rația 0,5 mm (exemplul al II- le).

#### **Concluzii:**

- **exemplul I:** pentru a materializa blocul de cale plan- paralele cu dimensiunea de 178,231 mm sunt necesare 5 cale plan- paralele: 1,001 mm, 1,23 mm, 6 mm, 70 mm și 100 mm;
- **exemplul al II- lea:** pentru a materializa blocul de cale plan- paralele cu dimensiunea de 178,939 mm sunt necesare 5 cale plan- paralele: 1,009 mm, 1,43 mm, 6,5 mm, 70 mm și 100 mm;

## **2. Măsurarea dimensiunilor liniare cu cale plan- paralele**

Măsurarea dimensiunilor liniare cu cale plan- paralele se poate face prin două metode:

- **metoda evaluării directe** care constă în introducerea mărimii de măsurat între suprafețele de măsurare și stabilirea valorii măsurate cu ajutorul unui bloc de cale plan- paralele de valoare cunoscută;

**Notă:** metoda este precisă (sunt folosite numai calele plan- paralele care au precizie dimensională mare), dar este laborioasă, deoarece sunt necesare câteva încercări în care se modifică dimensiunea blocului de cale plan- paralele;

**Notă:** operația de obținere a valorii efective prin această metodă de măsurare, mai este cunoscută și drept operația de verificare a dimensiunilor cu cale plan- paralele.

- **metoda diferenței**, constă în stabilirea diferenței dintre o măsură și mărimea de măsurat; măsura (cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii de măsurat) este folosită pentru reglarea la zero a aparatului comparator utilizat.

**Notă:** la măsurarea lungimilor prin metoda diferenței, calele plan- paralele se utilizează numai ca măsuri terminale de lungime pentru reglarea la zero a mijloacelor de măsurare comparatoare.

## 2.1. Măsurarea dimensiunilor liniare cu cale plan- paralele prin metoda evaluării directe

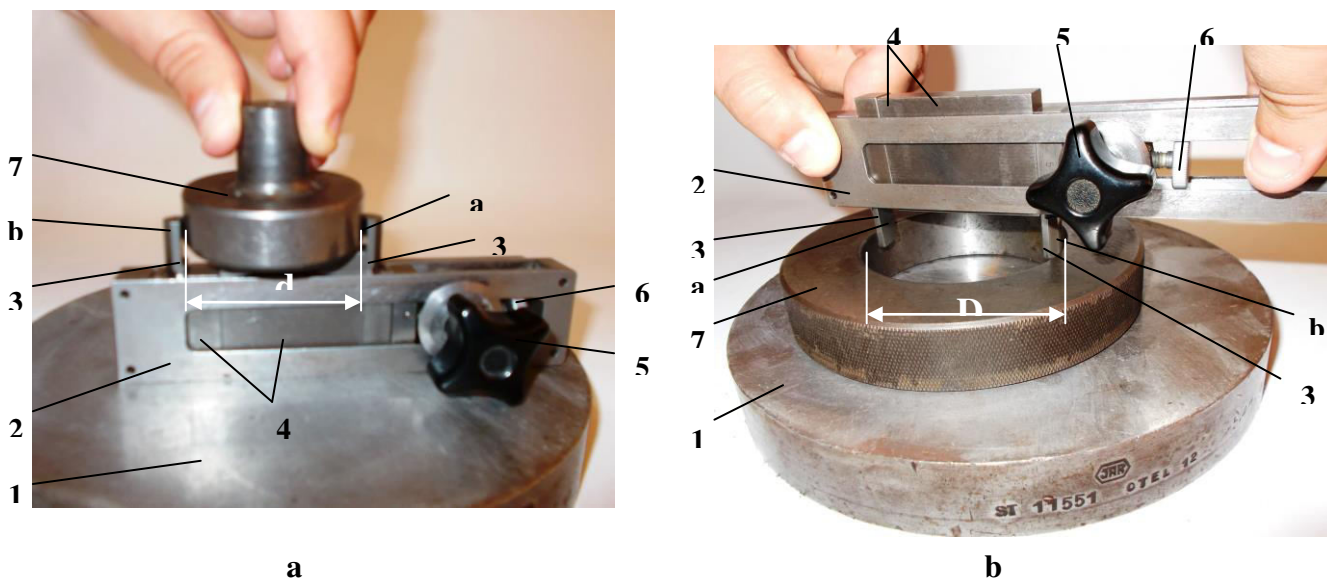
Prin această metodă, se compară dimensiunea care trebuie măsurată cu un bloc de cale plan- paralele de valoare cunoscută.

### 2.1.1. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu cale plan- paralele.

**Echipamente și accesorii necesare:** trusa de cale plan- paralele, trusa de accesorii pentru cale plan- paralele, placă de verificare cu suprafață activă.

**Tehnica măsurării.** Pentru măsurarea diametrului  $d$ , al piesei de controlat 7, se formează un bloc de cale plan- paralele 4, cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară; acesta se introduce în cadrul 2, între două cale marginale 3 și, cu șuruburile 5 și 6, se blochează calele plan- paralele în cadrul 2 (fig.2.a.).

În acest fel, între suprafețele active plane **a**, ale caleilor marginale 3, se materializează valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară. Întreg ansamblul se așază pe suprafața activă a plăcii de verificare 1.



**Fig. 4. Verificarea dimensiunilor cu cale plan- paralele**  
a.- verificarea dimensiunilor exterioare; b- verificarea dimensiunilor interioare

Pentru stabilirea valorii efective a dimensiunii  $d$ , se introduce piesa de controlat între suprafețele active ale caleilor marginale, astfel încât aceasta să intre ușor, fără joc, cu o

frecare ușoară (dacă se respectă această condiție, se poate aprecia că dimensiunea efectivă este egală cu cea nominală, materializată de blocul de cale plan- paralele.

În urma acestei manevre, pot apărea următoarele situații:

- dacă se respectă condiția ca piesa controlată între ușor, fără joc, cu o frecare ușoară, între suprafețele active ale calelor marginale, se poate considera că dimensiunea efectivă este egală cu cea nominală, materializată de blocul de cale plan- paralele;
- dacă piesa intră cu joc între calele marginale, înseamnă că are dimensiunea efectivă mai mică decât valoarea nominală; atunci, se modifică (în minus) dimensiunea blocului de cale plan- paralele până când piesa va intra ușor, fără joc, între calele marginale, moment în care se obține valoarea efectivă, egală cu dimensiunea blocului de cale plan- paralele aflat în cadru pentru care s- a respectat condiția;
- dacă piesa nu intră deloc între calele marginale, înseamnă că are dimensiunea mai mare decât valoarea nominală; atunci, se modifică (în plus) dimensiunea blocului de cale plan- paralele până când piesa va intra ușor, fără joc, între calele marginale, moment în care se obține valoarea efectivă, egală cu dimensiunea blocului de cale plan- paralele aflat în cadru.

### **2.1.2. Măsurarea dimensiunilor interioare cu cale plan- paralele.**

**Tehnica măsurării** constă în materializarea unei dimensiuni egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară, între suprafețele active ale calelor marginale opuse suprafețelor plane ale acestora.

Pentru măsurarea dimensiunilor interioare se procedează în același mod, cu specificarea că, la formarea blocurilor de cale plan- paralele se vor lua în considerare grosimile ciocurilor calelor marginale 3, care se scad din valoarea nominală, iar dimensiunea rezultată va fi materializată de blocul de cale plan- paralele 4, între suprafețele active cilindrice b, ale calelor marginale 3 (fig.2.b).

În acest fel, între suprafețele active ale ciocurilor calelor marginale se materializează o dimensiune exterioară egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.

Trusa de accesorii pentru cale plan- paralele conține seturi de cale marginale cu cioc, cu grosimea ciocului de 3 mm, respectiv, 6 mm.

Pentru stabilirea valorii efective a dimensiunii interioare, se introduc ciocurile calelor marginale în interiorul piesei de controlat, aducându- se suprafețele ative ale ciocurilor în contact cu suprafața cilindrică a piesei, astfel încât acestea să intre ușor, fără joc, cu o frecare ușoară (fig.2.b.).

În continuare, se procedează ca și la măsurarea dimensiunilor exterioare.

**Notă:** metoda este precisă (sunt folosite numai calele plan- paralele care au precizie dimensională mare), dar este laborioasă, deoarece sunt necesare câteva încercări în care se modifică dimensiunea blocului de cale plan- paralele.

### 3. Verificarea alezajelor și arborilor ISO cu calibre limitative

#### 3.1. Considerații generale

Calibrele sunt măsuri terminale de lungime care se utilizează la verificarea dimensiunilor pieselor între operații/ faze ale prelucrării lor, sau după prelucrarea acestora, fiind prevăzute cu suprafețe de măsurare de aceeași formă cu forma suprafeței verificate.

Avantajele utilizării calibrelor la verificarea dimensiunilor sunt: simplitate constructivă, timp redus al controlului, asigurarea interschimbabilității pieselor, la un preț de cost redus al controlului.

#### 3.2. Clasificarea calibrelor limitative

Calibrele se clasifică după o serie de criterii din care, mai importante sunt:

##### C1. După complexitatea suprafeței controlate:

- calibre pentru verificarea dimensiunilor suprafețelor cu formă simplă (arborilor și alezajelor ISO) și anume:
  - calibre pentru verificarea diametrelor suprafețelor cilindrice;
  - calibre pentru verificarea dimensiunilor dintre suprafețe plane.
- calibre pentru verificarea suprafețelor conice;
- calibre pentru verificarea suprafețelor filetate;
- calibre pentru verificarea suprafețelor canelate;
- calibre pentru verificarea distanței dintre axele găurilor.

##### C2. După natura suprafeței controlate:

- calibre pentru verificarea suprafețelor exterioare (arborilor);
- calibre pentru verificarea suprafețelor interioare (alezajelor).

##### C3. După destinație:

- calibre de lucru, care sunt calibre noi și se utilizează pentru controlul pieselor în timpul producerii acestora pe mașinile-unelte;
- calibrele de control care sunt parțial uzate și se utilizează de controlor pentru verificarea pieselor prelucrate în punctele special amenajate din secția sau atelierul de producție;
- calibrele de recepție care sunt calibre uzate, având dimensiunile efective egale cu cele ale limitelor, „trece,, respectiv „nu trece,, fiind folosite de controlori (recepționeri) pentru recepția finală a produselor;
- contracalibrele sunt calibre destinate verificării calibrelor caracterizându-se printre altele, și prin precizia lor deosebită;

##### C4. După numărul de piese componente din structura calibrului:

- calibre dintr-o singură bucată, soluție care se utilizează în cazul calibrelor plate și a celor tampon destinate verificării pieselor având dimensiunile suprafeței controlate sub 10mm;
- calibre compuse, din mai multe bucăți.

**C5.** După construcție:

- calibre simple, având numai partea **trece** sau numai partea **nu trece**;
- calibrele duble, având atât partea „**trece**”, cât și partea „**nu trece**”.

**C6.** După posibilitatea de modificare a domeniului de dimensiuni verificate:

- calibre fixe;
- calibre reglabile.

**C7.** După normalizare/ standardizare:

- calibre standardizate;
- calibre nestandardizate.

În tabelul 1 sunt prezentate forme standardizate de calibre pentru verificarea arborilor ISO, iar în tabelul 2, sunt prezentate forme standardizate de calibre pentru verificarea alezajelor ISO

Fiecare formă de calibru are avantaje și dezavantaje; în situația practică dată, trebuie să se aleagă soluția optimă, cu respectarea cerințelor ce se impun în privința efectuării corespunzătoare a controlului.

### **3.3. Verificarea arborilor și alezajelor cu calibre limitative.**

Calibrele pentru verificarea arborilor și alezajelor ISO sunt limitative deoarece cu ajutorul lor se verifică cele două limite ale dimensiunii de verificat (corespunzătoare limitelor intervalului de valori prescris): limita maximumului de material și limita minimumului de material.

Fiecare din cele două limite ale dimensiunii considerate se verifică cu câte un element distinct al calibrului (cu câte o parte a acestuia) numită astfel:

- calibrul **trece** sau partea **trece**, folosită pentru verificarea limitei maximumului de material;
- calibrul **nu trece** sau partea **nu trece**, folosită pentru verificarea limitei minimumului de material.

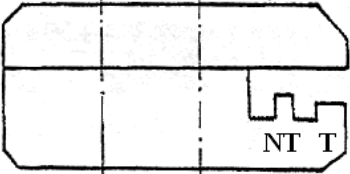
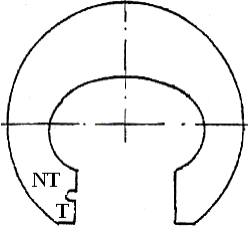
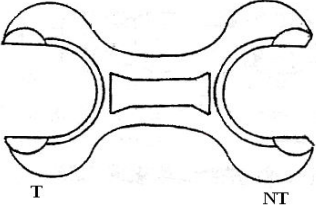
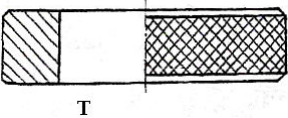
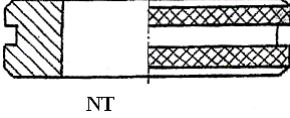
Verificarea dimensiunilor cu calibre limitative este simplă și se realizează ușor; deasemenea, sunt scoase în evidență unele abateri de formă greu sesizabile la măsurarea cu mijloace de măsurare universale.

La verificarea cu calibre limitative trebuie respectat principiul lui Taylor, conform căruia:

- la verificarea limitei **trece** să fie cuprinsă întreaga suprafață;
- verificarea limitei **nu trece** să se facă în puncte, pentru a se identifica abaterile de formă.

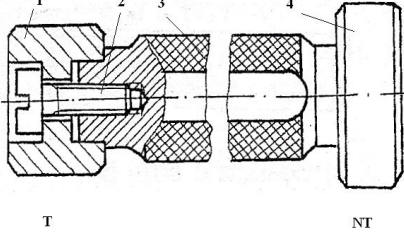
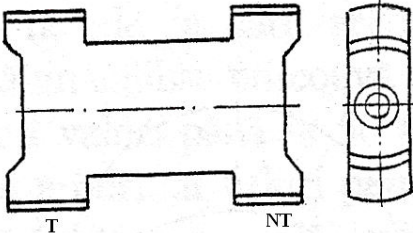
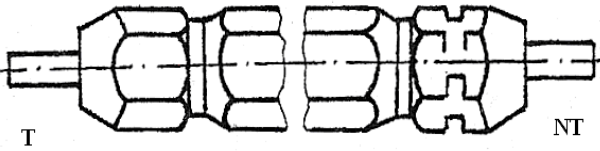
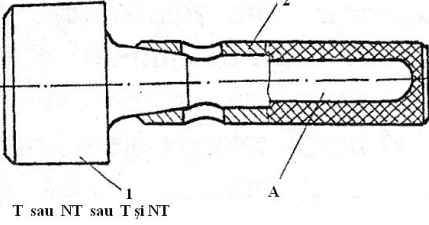
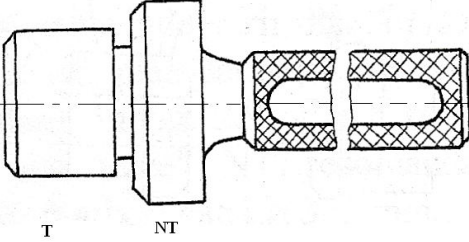
Calibre limitative pentru verificarea arborilor

Tabelul 1.

Tipul calibrului	Schița	Observații
0	1	2
Calibru potcoavă asamblat T și NT		STAS 2991 - 86 Domeniu de dimensiuni: 1 – 3 mm
Calibru potcoavă plat dublu T și NT		STAS 2991 - 86 Domeniu de dimensiuni: 3 – 180 mm
Calibru potcoavă dublă (calibru furcă) matrițat T și NT		STAS 3507 - 80 Domeniu de dimensiuni: 3 – 310 mm;
Calibru inel T		STAS 3938 - 87 Domeniu de dimensiuni: 1 – 315 mm
Calibru inel NT		STAS 3938 - 87 Domeniu de dimensiuni: 1 – 315 mm

## Calibre limitative pentru verificarea alezajelor

Tabelul 2.

0	1	2
<p>Calibru tampon dublu T și NT, cu șurub de fixare</p>		<p>STAS 2981 - 88            Domeniu de dimensiuni:            30 – 100 mm;            1 – parte T;            2 - șurub de fixare;            3. – mâner;            4 – parte NT.</p>
<p>Calibru tampon plat dublu T și NT</p>		<p>SR EN 844-2:2000            Domeniu de dimensiuni:            18 – 100 mm;            STAS</p>
<p>Calibru tampon cep T și NT</p>		<p>STAS 2992/2 - 85            Domeniu de dimensiuni:            până la 18 mm</p>
<p>Calibru tampon cu coadă conică simplu T sau NT sau dublu T și NT</p>		<p>STAS 2981/1 - 88            Domeniu de dimensiuni:            până la 30 mm;            1 – parte activă;            2 – mâner;            A – loc pentru inscripționare</p>
<p>Calibru tampon cu coadă conică dublu T și NT, cu părțile active de aceeași parte a mânerului</p>		<p>STAS 2981/2 - 88            Domeniu de dimensiuni:            până la 30 mm</p>



În timpul verificării, este necesar ca:

- partea *trece* trebuie să alunece (prin greutatea proprie) în interiorul suprafeței controlate (în cazul alezajelor), (fig. 5.a.), sau peste suprafața controlată (în cazul arborilor), (fig. 6.a.);
- partea *nu trece* nu trebuie să pătrundă în interiorul suprafeței controlate (în cazul alezajelor), (fig. 5.b.), sau să depășească diametrul suprafeței controlate (în cazul arborilor), (fig. 6.b.).



a



b

Fig. 5. Verificarea alezajelor cu calibrul tampon cilindric



a



b

Fig. 6. Verificarea arborilor cu calibrul furcă T și NT

Apăsarea de măsurare și temperatura influențează rezultatele verificării, mai ales la controlul pieselor executate cu toleranțe restrânse; de aceea folosirea calibrelor se limitează la controlul dimensiunilor pentru care sunt prescrise trepte de toleranțe 5 – 16.

## II. Controlul dimensiunilor cu instrumente comparatoare

### 1. Considerații generale

Mijloace de măsurare comparatoare sunt instrumente și aparate care se folosesc la măsurarea lungimilor prin metoda diferenței.

Ele, întotdeauna, se reglează la zero cu măsuri de lungime (cale plan- paralele, calibre), sau piese model, care materializează, de regulă, valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.

#### 1.2. Clasificarea mijloacelor de măsurare comparatoare

Criterii de clasificare a mijloacelor de măsurare comparatoare:

##### C1. După construcție:

- aparate cu pârghii: minimetrul cu pârghii;
- aparate cu pârghii și șurub: pupitastul;
- aparate cu roți dințate: comparatorul cu cadran;;
- aparate cu pârghii și roți dințate: microcomparatorul, ortotestul, pasametul, pasimetrul;
- aparate cu elemente elastice: microcatorul;
- aparate optico- mecanice: optimetrul, ultraoptimetrul, aparatul Abbe;
- aparate electrice și electronice;
- aparate pneumatice.

**C.2. După precizia de citire** ( valoare diviziunii scării de repere ): 0,01 mm; 0,005 mm; 0,002 mm; 0,001 mm; 0,0005 mm; 0,0002mm.

##### C.3. După precizia de măsurare:

- aparate comparatoare de lucru: sunt aparatele comparatoare utilizate exclusiv pentru măsurarea lungimilor;
- aparate comparatoare etalon: sunt aparatele comparatoare utilizate pentru etalonarea altor mijloace de măsurare cu precizie inferioară lor.

##### C4. După modul de redare a dimensiunii măsurate:

- instrumente comparatoare cu scară de repere (cu cadran);
- instrumente comparatoare digitale.

O parte dintre instrumentele comparatoare mecanice, des utilizate la măsurarea lungimilor, sunt date în fig. 1. și 2.



**Fig. 1. Instrumente comparatoare I**

- a- comparator cu cadran, v.d.= 0,01 mm;
- b- b- microcomparator, v.d.= 0,001 mm;
- c- c- comparator digital, rez.= 0,01 mm;
- d- d- comparator digital, rez.= 0,001 mm;
- e- e- pupitast; v.d.=0,002/ 0,005 mm;
- f- f- ortotest, v.d.= 0,001 mm;
- g- g- pasamtru, v.d.= 0,002 mm.



**Fig. 2. Comparatoare de interior**

- a, b-comparator de interior cu cadran, v.d.= 0,01, 0,002mm;  
 c- pasimetru, v.d.= 0,005, 0,002 mm;  
 d, e- mecanism de transmitere cu pârghie;  
 f- mecanism de transmitere tijă conică;  
 g- mecanism de transmitere cu sfere calibrate;  
 h- mecanism de transmitere cu bucsă extensibilă.

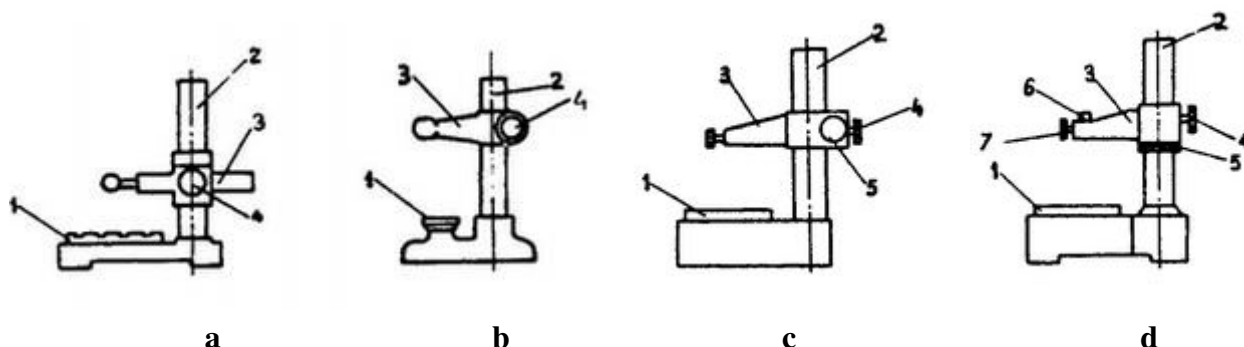
### 1.3. Suportii pentru instrumente și aparate comparatoare

Mijloacele de măsurare comparatoare se reglează la zero în mai multe trepte de reglare (grosieră, intermediară, fină); ele sunt prevăzute cu mecanisme de reglare fină, celelalte trepte de reglare fiind asigurate de suportii la care acestea se fixează.

Suportii instrumentelor și aparatelor comparatoare sunt construcții formate din soclu, măsută cu suprafață plană 1 (pentru așezarea piesei de controlat), coloană 2, la care se montează o consolă 3 (care se blochează pe coloană prin acționarea unei roți de mână 4) pe care se fixează instrumentul comparator (fig. 3.).

În funcție de precizia instrumentelor comparatoare, suportii acestora (prevăzuți cu coloane cu rigiditate sporită) asigură una sau două trepte de reglare:

- o singură treaptă de reglare, reglarea grosieră (pentru instrumente cu precizie obișnuită), prin deplasarea consolei 3 (cu mâna) pe coloana 2 și blocarea acesteia cu roata 4 (fig.3.a, b.);



**Fig. 3 Suporturi pentru instrumente comparatoare**

- două trepte de reglare (pentru instrumente cu precizie mare):
  - o reglare grosieră; constă în deplasarea consolei 3, pe coloana 2, prin acționarea elementului 5, care poate fi: o roată de mână, la coloane netede cu cremalieră (fig. 3.c.), sau o piuliță zimțată, la coloane filetate ( fig.3.d. );
  - o reglare intermediară; constă în ridicarea/coborârea instrumentului prin acționarea unei came cu elementul 6 și blocarea acestuia cu șurubul 7.

## 2. Măsurarea dimensiunilor liniare cu instrumente comparatoare

Măsurarea dimensiunilor cu mijloace de măsurare comparatoare se realizează prin aplicarea metodei diferenței.

**Metoda diferenței** constă în stabilirea diferenței dintre o măsură cu valoare cunoscută și mărimea de măsurat; măsura (cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii de măsurat) este folosită pentru reglarea la zero a instrumentului sau aparatului comparator utilizat.

**Notă:** la măsurarea lungimilor prin metoda diferenței, măsurile pentru reglarea la zero a instrumentelor și aparatelor comparatoare, sunt: calele plan- paralele, calibre, piese model.

### 2.1. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatoare cu cadran și digitale

Comparatoarele cu cadran și cele digitale pot fi utilizate la măsurarea lungimilor, dacă sunt montate și fixate la suporturi de atelier sau de laborator, în funcție de precizia de citire a lor.

**Tehnica măsurării:** instrumentul comparator, fixat la un suport corespunzător, se reglează la zero cu un bloc de cale plan- paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară

**Reglarea la zero a instrumentului:** pe măsura 1, de pe soclul 2, se așază blocul de cale plan- paralele 3 (fig. 4.a); se coboară consola 4 (pe coloana 5, a suportului), odată cu instrumentul indicator 6, până când vârful de măsurare 7, al acestuia, vine în contact cu suprafața liberă a blocului de cale plan- paralele 3. Se continuă coborârea instrumentului cu 1- 2 mm, după care, se blochează consola 5, pe coloana 4, prin acționarea roții de mână 8.

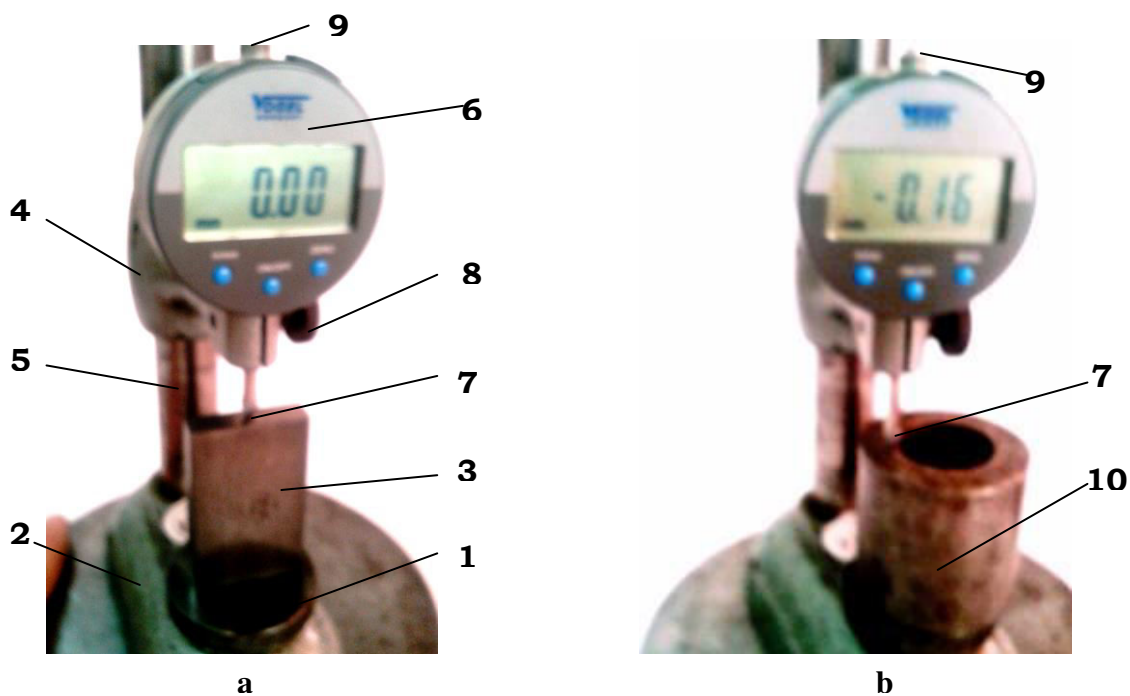
În această poziție, se reglează la zero instrumentul indicator 6.

**Notă:** instrumentele comparatoare digitale sunt prevăzute cu un buton care, prin apăsarea lui asigură reglarea la zero; instrumentele comparatoare analogice (cu cadran și arătător) se reglează la zero prin rotirea cadranului și aducerea reperului "0" al acestuia în dreptul arătătorului.

După reglarea la zero, se verifică stabilitatea indicațiilor instrumentului, astfel: se acționează, o dată, de două ori, elementul de retragere a vârfului de măsurare cu care este prevăzut instrumentul sau suportul: trăgător, pîrghie sau buton (în acest caz, trăgătorul 9) și se urmărește indicația instrumentului, care trebuie să fie "0"; dacă indicația este diferită de zero, se aduce la zero.

După reglarea la zero a instrumentului comparator, se retrage vârful de măsurare 7, se scoate blocul de cale plan- paralele, instrumental fiind pregătit pentru măsurare.

**Măsurarea dimensiunii cu instrumentul comparator:** pentru măsurarea înălțimii piesei 10, se ridică vârful de măsurare 7 (prin acționarea trăgătorului 9) și, în locul blocului de cale plan- paralele folosit pentru reglare, se introduce piesa de controlat 10; se readuce vârful de măsurare 7, în contact cu suprafața liberă a piesei (prin eliberarea elementului de retragere al acestuia) și se notează indicația  $i$ , a instrumentului (fig. 4.b).



**Fig. 4. Reglarea la zero și măsurarea cu instrument indicator**

a-reglarea la zero cu cale plan- paralele;  
b- măsurarea dimensiunii piesei (înălțimea).

Dimensiunea efectivă (măsurată) se obține ca sumă algebrică dintre valoarea nominală  $N$  și indicația instrumentului comparator:

$$d_e = N + i. \quad (1)$$

**Notă:** în cazul comparatoarelor cu cadran, la citirea indicației  $i$ , a instrumentului, se vor nota:

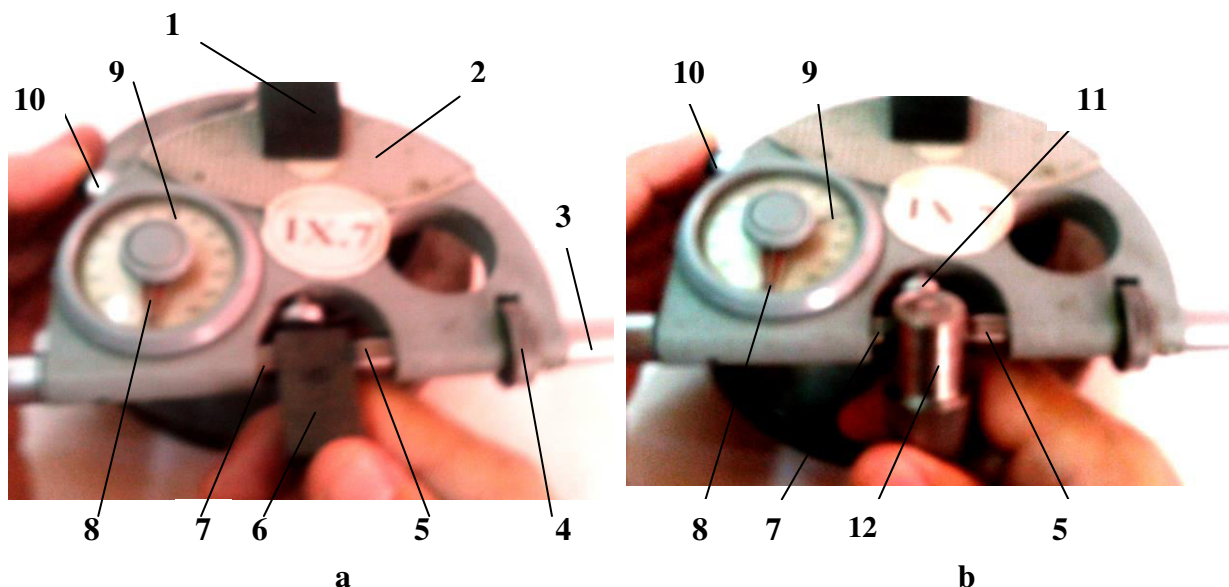
- valoarea absolută a indicației, care se citește pe scara circulară de pe cadranul instrumentului, în dreptul arătătorului;
- semnul indicației, astfel: dacă arătătorul este deplasat în dreapta reperului “0”, al scării circulare, semnul indicației este pozitiv; dacă arătătorul este deplasat spre stânga reperului “0”, semnul indicației este negativ.

**Notă:** drept măsuri de lungime pentru reglarea la zero a mijloacelor de măsurare comparatoare se pot utiliza: cale plan- paralele, calibre, piese model care materializează valoarea nominală a dimensiunii de măsurat.

## 2.2. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasometrul

Pasometrele sunt instrumente comparatoare cu mecanism de măsurare cu pârghii și roți dințate și valoarea diviziunii de 0,002 mm. Sunt folosite pentru măsurarea precisă a dimensiunilor exterioare.

**Tehnica măsurării.** Pasometrul, fixat la un suport corespunzător (support special pentru pasometre), se reglează la zero cu un bloc de cale plan- paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.



**Fig. 5. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasometrul**  
a- reglarea la zero a instrumentului;  
b- măsurarea diametrului exterior la un arbore

**Reglarea la zero a pasometrului:** pasometrul 2, fixat la suportul 1, este prevăzut cu un palpator fix 5 și unul mobil 7, cu suprafețe plane active (fig. 5.a). Se slăbește contrapiulița 3 și se acționează piulița 4, pentru deplasarea palpatorului fix 5, astfel încât,

între acesta și palpatorul mobil 7 să fie introdus blocul de cale plan- paralele 6. După introducerea blocului de cale plan- paralele 6 între palpatoarele 5 și 7, se acționează. Din nou piulița 4 și se aduc cele două palpatoare în contact cu suprafețele libere ale blocului de cale; se continuă acționarea iuliței 4, până când arătătorul 8, ajunge în dreptul reperului “0” al cadranului 9. Se acționează elementul de retragere a palpatorului mobil 7 (butonul 10), pentru a verifica stabilitatea indicațiilor. Dacă arătătorul 8, revine la “0”, se blochează palpatorul fix cu ajutorul contrapiuliței 3.

Se apasă butonul 10, care retrage palpatorul mobil 7 și se scoate blocul de cale plan- paralele. Pasometrul este reglat la zero și pregătit pentru măsurare.

**Măsurarea dimensiunii exterioare cu pasometrul:** pentru măsurarea diametrului piesei 11, se retrage palpatorul mobil 7, prin apăsarea butonului 10 și se introduce piesa de controlat 12, între palpatoarele 5 și 7, sprijinind-o, în același timp, pe opritorul 11 (pentru a se asigura contactul dintre palpatoare și piesă, după un diametru al ei). Se eliberează butonul 10 și se notează indicația  $i$ , a instrumentului (fig. 4.b).

Dimensiunea efectivă (măsurată) se obține ca sumă algebrică dintre valoarea nominală  $N$  și indicația instrumentului comparator:

$$d_e = N + i.$$

**Notă:** drept măsuri de lungime pentru reglarea la zero a mijloacelor de măsurare comparatoare se pot utiliza: cale plan- paralele, calibre, piese model care materializează valoarea nominală a dimensiunii de măsurat.

**Notă:** în cazul pieselor cu gabarit mare, pasometrul se poate folosi pentru măsurare și fără a fi atașat la suport ținându- se în mână.

### 2.3. Măsurarea diametrelor interioare cu comparatorul de interior.

Comparatoarele de interior sunt instrumente folosite pentru măsurarea dimensiunilor interioare (diametrelor interioare, distanțe dintre suprafețe interioare), iar unele din ele numai pentru măsurarea diametrelor suprafețelor ilindrice interioare. Ele sunt echipate cu instrumente indicatoare (comparatoare cu cadran sau comparatoare digitale, cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, 0,005 mm, 0,002 mm).

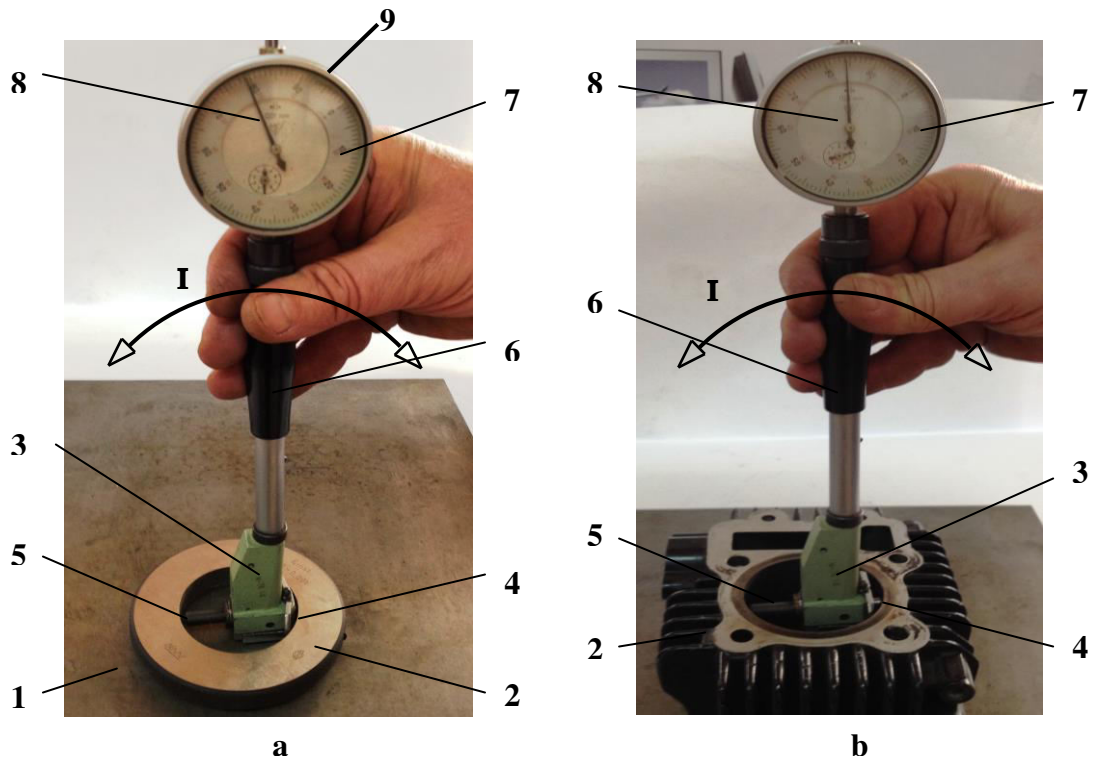
Comparatoarele de interior se livrează în truse care acoperă un domeniu specificat de dimensiuni care ot fi măsurate.

**Tehnica măsurării.** Comparatorul de interior se reglează la zero cu un calibre inel, având diametrul egal cu valoarea nominală a diametrului care se măsoară (fig. 6).

**Reglarea la zero a comparatorului de interior:** calibrul inel 2, se așază pe suprafața activă a unei plăci de verificare 1; se introduce corpul 3, al instrumentului în interiorul calibrului inel, astfel încât palpatoarele 4 și 5, ale acestuia să vină în contact cu suprafața cilindrică interioară a calibrului (fig. 6.a). Se basculează instrumental (ținându- se de mânerul 6) în plan vertical (mișcarea I), până ce se obține punctul de întoarcere al arătătorului 8, care se rotește în fața cadranului 7. În acel moment, se reglează la zero instrumental, prin rotirea cadranului 7 (se acționează porțiunea exterioară 9, a cadranului) și se aduce arătătorul 8, în dreptul reperului “0” al cadranului 7.

Se basculează din nou instrumental (mișcarea I), pentru a se verifica stabilitatea indicațiilor (indicația “0” a arătătorului în punctul de întoarcere al acestuia).





**Fig. 6 Reglarea la zero și măsurarea cu comparatorul de interior**  
a-reglarea la zero cu calibrul inel; b- măsurarea diametrului interior.

Se scoate instrumentul din calibrul inel 2 (prin înclinarea în plan vertical); comparatorul de interior este reglat la zero și pregătit pentru măsurare.

**Măsurarea diametrului interior cu comparatorul de interior:** pentru măsurarea diametrului interior al piesei 2 (care se așază pe suprafața activă a plăcii de verificare 1), se introduce corpul 3, al instrumentului în interiorul piesei, astfel încât palpatoarele 4 și 5, ale acestuia să vină în contact cu suprafața cilindrică interioară a piesei (fig. 6.b).

Se basculează instrumentul (ținându- se de mânerul 6) în plan vertical (mișcarea I), până ce se obține punctul de întoarcere al arătătorului 8, în fața cadranului 7. În acel moment, se notează indicația **i**, a instrumentului, care reprezintă abaterea diametrului piesei față de valoarea nominală a acestuia.

Diametrul efectiv (măsurat) al piesei se obține ca sumă algebrică dintre valoarea nominală  $N$  și indicația instrumentului comparator:

$$D_e = N + i.$$

**Notă:** datorită mecanismului de transmitere a deplasării palpatorului mobil 4, la comparatorul cu cadran, la citirea indicației **i**, a acestuia, se va schimba semnul abaterii indicate de acesta.

**Notă:** unele comparatoare de interior (cele cu mecanism de transmitere cu pârghie) se pot regla la zero și cu blocuri de cale plan- paralele introduce în cadrul din trusa de accesorii.

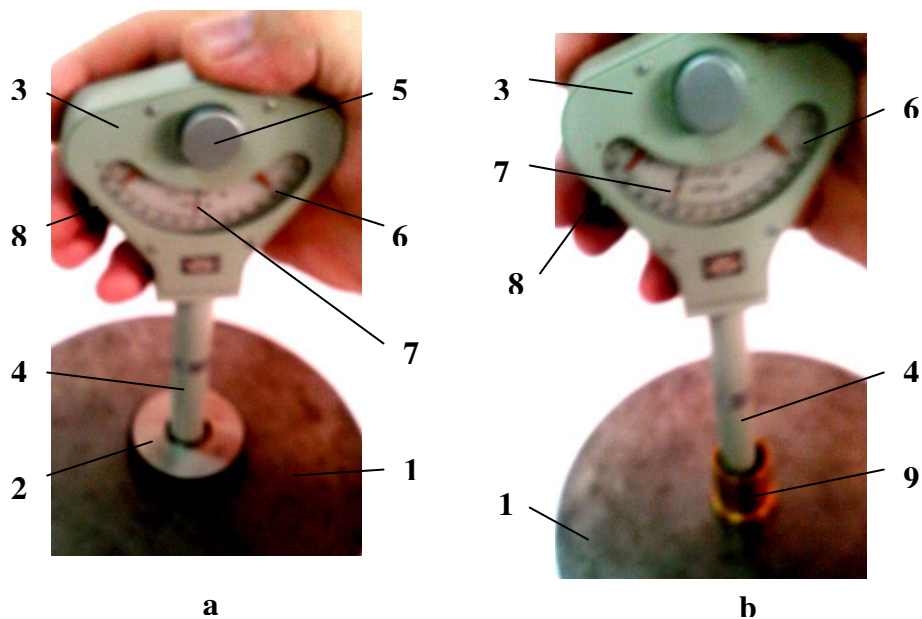
## 2.4. Măsurarea diametrelor interioare cu pasimetre

Pasimetrele sunt instrumente comparatoare prevăzute cu trei puncte de contact cu suprafața piesei de controlat: două sunt fixe, iar al treilea corespunde unui vîrf de măsurare mobil: Sunt folosite numai pentru măsurarea diametrelor interioare și au valoarea diviziunii de 0,005 mm și 0,002 mm.

Spre deosebire de comparatoarele de interior, pasimetrele au interval de măsurare mic. Se livrează în truse, pentru acoperirea unui domeniu specificat de dimensiuni măsurate. O trusă conține un pasimetru și mai multe capuri de măsurare interschimbabile; fiecare cap de măsurare este însoțit de vârful de contact corespunzător și de calibrul inel necesar pentru reglarea la zero.

**Tehnica măsurării.** Pasimetrele se reglează la zero cu un calibre inel, conținut în trusa pasimetrului, având diametrul egal cu valoarea nominală a diametrului care se măsoară (fig. 7).

**Reglarea la zero a pasimetrului:** calibrele inel 2, se așază pe suprafața activă a unei plăci de verificare 1. Pasimetru se ține cu mâna dreaptă de corpul 3 și se introduce capul de măsurare (aflat la capătul tijei cilindrice 4) în interiorul calibrei inel 2 (fig. 7.a).



**Fig. 7. Reglarea la zero și măsurarea cu pasimetrul**

a-reglarea la zero cu calibrele inel;  
b- măsurarea diametrului interior.

Se urmărește indicația arătătorului 7, pe scara de repere 6, a instrumentului; dacă indicația este diferită de "0", se desșurubează capacul 5 și, cu o cheie specială, se acționează mecanismul de rotire a scării 6 până când reperul "0", al ei ajunge în dreptul arătătorului 7. Se verifică stabilitatea indicațiilor, apăsând și eliberând, o dată- de două ori butonul 8, de retragere a vârfului de măsurare; arătătorul trebuie să revină la "0", când se eliberează butonul 8.

Se scoate pasimetrul din calibrul inel și se montează la loc, capacul 5; pasimetrul este reglat la zero și pregătit pentru măsurare.

**Măsurarea diametrului interior cu pasimetrul:** pentru măsurarea diametrului interior al piesei 9 (care se așază pe suprafața activă a plăcii de verificare 1), se procedează astfel: cu pasimetrul ținut în mâna dreaptă și butonul 8, apăsat, se introduce capul de măsurare (nefigurat în figură), în interiorul piesei de controlat (fig. 7.b).

Se eliberează butonul 8 și se notează indicația **i**, a instrumentului, care se observă pe scara de repere 6, în dreptul arătătorului 7 și care reprezintă abaterea diametrului piesei față de valoarea nominală a acestuia.

Diametrul efectiv (măsurat) al piesei se obține ca sumă algebrică dintre valoarea nominală **N** și indicația instrumentului comparator:

$$D_e = N + i.$$

**Notă:** datorită mecanismului de transmitere a deplasării palpatorului mobil 4, la comparatorul cu cadran, la citirea indicației **i**, a acestuia, se va schimba semnul abaterii indicate de acesta.

**Notă:** unele comparatoare de interior (cele cu mecanism de transmitere cu pârghie) se pot regla la zero și cu blocuri de cale plan- paralele introduce în cadrul din trusa de accesorii, între cale marginale cu cioc.

#### 4. Alegerea mijloacelor de măsurare a dimensiunilor liniare

Pentru a asigura măsurarea corectă a dimensiunilor și relevanța rezultatelor măsurărilor, se vor considera următoarele criterii de alegere a mijloacelor de măsurare:

##### C.1. Toleranța dimensiunii de măsurat

Se are în vedere faptul că eroarea de măsurare a unei metode aplicate, nu trebuie să depășească  $1/10 - 1/6$  din toleranța prescrisă parametrului măsurat, IT (în funcție de precizia de măsurare impusă); datorită faptului că, în cadrul lucrării de laborator se vor aplica, de regulă, metode de atelier (cazul măsurărilor obișnuite), la care nu este necesară stabilirea erorii de măsurare, pentru alegerea corectă a mijloacelor de măsurare, se va lua în considerare eroarea tolerată a acestora,  $\delta L$ , care nu trebuie să depășească 16,66% din toleranța dimensiunii care se măsoară:

$$\delta L \leq \frac{1}{6} IT_L. \quad (2)$$

**Notă:** numai în cadrul lucrării de laborator, atunci când nu este cunoscută eroarea tolerată a instrumentului utilizat, se ia în considerare valoarea diviziunii acestuia:

$$v_{\text{div}} \leq \frac{1}{6} IT_L. \quad (3)$$

##### C.2. Tipul dimensiunii de măsurat

Se identifică tipul dimensiunii care trebuie măsurată:

- dimensiuni exterioare: diametre exterioare, înălțimi, grosimi, alte distanțe între suprafețe exterioare;
- dimensiuni interioare: diametre interioare, adâncimi, lățimi de canale și alte distanțe între suprafețe interioare.

##### C.3. Ordinul de mărime al dimensiunii de măsurat

Se identifică ordinul de mărime al dimensiunii care se măsoară în scopul alegerii unui mijloc de măsurare cu domeniul de măsurare corespunzător.

## 5. Verificați- vă cunoștințele.

- ce sunt calele plan- paralele și care sunt principalele proprietăți ale lor?
- câte serii de cale plan- paralele sunt în trusa din laborator și care sunt aceste serii (precizați rațiile seriilor)?
- formați blocul de cale plan- paralele cu lungimea  $L= 199,999$  mm; se poate forma cu 5 cale plan- paralele?
- Cum se utilizează calele plan- paralele la măsurarea directă a dimensiunilor liniare? Ce se mai utilizează în afară de trusa de cale plan- paralele?
- ce sunt calibrele limitative? Ce limite ale dimensiunii verifică acestea?
- ce tipuri constructive de calibre pentru verificarea alezajelor sunt?
- ce tipuri constructive de calibre pentru verificarea arborilor sunt?
- cum se verifică un alezaj cilindric cu calibrul tampon cilindric complet?
- cum se verifică un arbore cilindric cu calibrul potcoavă sau furcă?
- ce sunt mijloacele de măsurare comparatoare și ce metodă este aplicată la măsurarea dimensiunilor cu acestea?
- ce tipuri de suporturi sunt utilizate pentru fixarea instrumentelor comparatoare?
- cu ce se reglează la zero instrumentele comparatoare?
- cum se măsoară o dimensiune exterioară cu comparatorul cu cadran sau digital?
- cum se măsoară o dimensiune exterioară cu pasimetrul?
- cum se măsoară o dimensiune interioară cu comparatorul de interior?
- cum se măsoară un diametru interior cu pasimetrul?
- Ce criterii trebuie respectate la alegerea mijloacelor de măsurare?

**Modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării.**

**5.2. Pentru verificarea dimensiunilor cu cale plan- paralele, se parcurg etapele:**

**E1.** se identifică, pe desenul de execuție, dimensiunea care se va măsura (valoarea nominală și abaterile limită);

**E2.** se calculează toleranța și valorile limită pentru dimensiunea care se va verifica cu cale plan- paralele (se trec în fișa de control);

**E3.** se formează blocul de cale plan- paralele care se introduce în cadrul din trusa de accesorii pentru cale plan- paralele. Blocul de cale plan- paralele va avea lungimea astfel calculată încât, între suprafețele active ale cailor marginale din cadru să fie materializată valoarea nominală a dimensiunii care se va măsura;

**E4.** se măsoară dimensiunea considerată și se obține valoarea efectivă (măsurată a dimensiunii), **De** (pentru alezaje), respectiv, **de** (pentru arbori); se trec în fișa de control;

**Notă:** dacă este necesară formarea mai multor blocuri de cale plan- paralele, se vor trece în caiet toate calculele făcute.

**E5.** Se compară dimensiunea efectivă cu valorile limită calculate și se trage concluzia: dimensiunea efectivă **se încadrează/ nu se încadrează** în toleranța prescrisă.

**Notă:** o dimensiune efectivă se încadrează în toleranța prescrisă dacă respectă una din condițiile:

**$D_{min} \leq D_e \leq D_{max}$** , pentru alezaje (dimensiuni interioare);

**$d_{min} \leq d_e \leq d_{max}$** , pentru arbori (dimensiuni exterioare).

**E6.** Se ia decizia cu privire la piesa controlată: **piesa controlată este admisă** pentru utilizare, sau **respinsă de la utilizare**.

**E7.** se completează fișa de control pentru **lucrarea nr. 1**.

**5.3. Pentru verificarea arborilor și alezajelor cu calibre limitative se parcurg etapele:**

**E1.** Se verifică limitele **trece și nu trece** ale unei suprafețe cilindrice interioare, la un număr specificat de piese, cu calibrul tampon cilindric complet.

**E2.** Se verifică limitele **trece și nu trece** ale unei suprafețe cilindrice exterioare, la un număr specificat de piese, cu calibrul potcoavă.

**E3.** Se ia decizia cu privire la fiecare pieselă controlată: **piesa controlată este admisă** pentru utilizare, sau **respinsă de la utilizare (recuperabilă sau nerecuperabilă)**.

**Deciziile cu privire la piesele verificate cu calibrele limitative se trec în tabelul “REZULTATE LUCRAREA NR. 1”.**

**CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 1**

Referatul întocmit de student va cuprinde:

**1. conspectul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:

- modul de formare a blocurilor de cale plan- paralele cu exemple;
- măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare cu cale plan- paralele; tehnica măsurării;

- verificarea cu calibre limitative;
- modul de efectuare a lucrării de laborator nr. 1;
- tabelul “**REZULTATE LUCRAREA NR 1**”;

**2. rezultatele măsurărilor** efectuate în laborator:

- completarea **FIȘEI DE CONTROL**;
- completarea tabelului “**REZULTATELE VERIFICĂRII CU CALIBRE**

**LIMITATIVE**;

**Notă:** conspectul va fi scris de mână, iar desenele vor fi făcute sub formă de schiță de mână.

## REZULTATELE VERIFICĂRII CU CALIBRE LIMITATIVE

<b>Verificarea dimensiunilor interioare cu calibrul tampon cilindric complet</b>		<b>Verificarea dimensiunilor exterioare cu calibrul potcoavă</b>	
<b>Dimensiunea de controlat</b>			
<b>Tipul calibrului utilizat pentru verificare</b>			
<b>Nr. piesă</b>	<b>Rezultatul verificării</b>	<b>Nr. piesă</b>	<b>Rezultatul verificării</b>
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	