

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

Florentin Cioată

Adriana Munteanu

TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL
Lucrarea de laborator nr. 1

Iași, 2016

CONTROLUL DIMENSIUNILOR CU MĂSURI TERMINALE DE LUNGIME

Controlul dimensiunilor exterioare și interioare cu cale plan- paralele și cu calibre limitative

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

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

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; utilizarea 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 utilizare a calibrelor tampon, furcă, potcoavă și inel; cunoașterea modului de verificare a suprafețelor netede exterioare și interioare cu aceste calibre limitative.

2. 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). 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.).

2.1. 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.

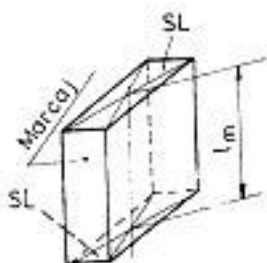


Fig. 1

Tabelul 1.

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

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

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.

2.2. 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 1);

Exemplul I:

$$\begin{array}{r}
 178,231 \text{ mm} - \\
 \underline{\quad 1,001} \\
 177,23 \quad - \\
 \underline{\quad 1,23} \\
 176 \quad - \\
 \underline{\quad 6} \\
 170 \quad - \\
 \underline{\quad 70} \\
 \mathbf{100}
 \end{array}$$

Exemplul al II- lea:

$$\begin{array}{r}
 178,939 \text{ mm} - \\
 \underline{\quad 1,009} \\
 177,93 \quad - \\
 \underline{\quad 1,43} \\
 176,5 \quad - \\
 \underline{\quad 6,5} \\
 170 \quad - \\
 \underline{\quad 70} \\
 \mathbf{100}
 \end{array}$$

- 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 2).

Concluzii:

- exemplul 1: 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 2: 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;

3. 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;

Note: - 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;

- 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.

Observație: 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.

3.1. 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.

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 calelor marginale 3, se materializează valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară. Întreg ansamblul se așază pe suprafața activă a plăcii de verificare 1.

Pentru stabilirea valorii efective a dimensiunii d , se introduce piesa de controlat

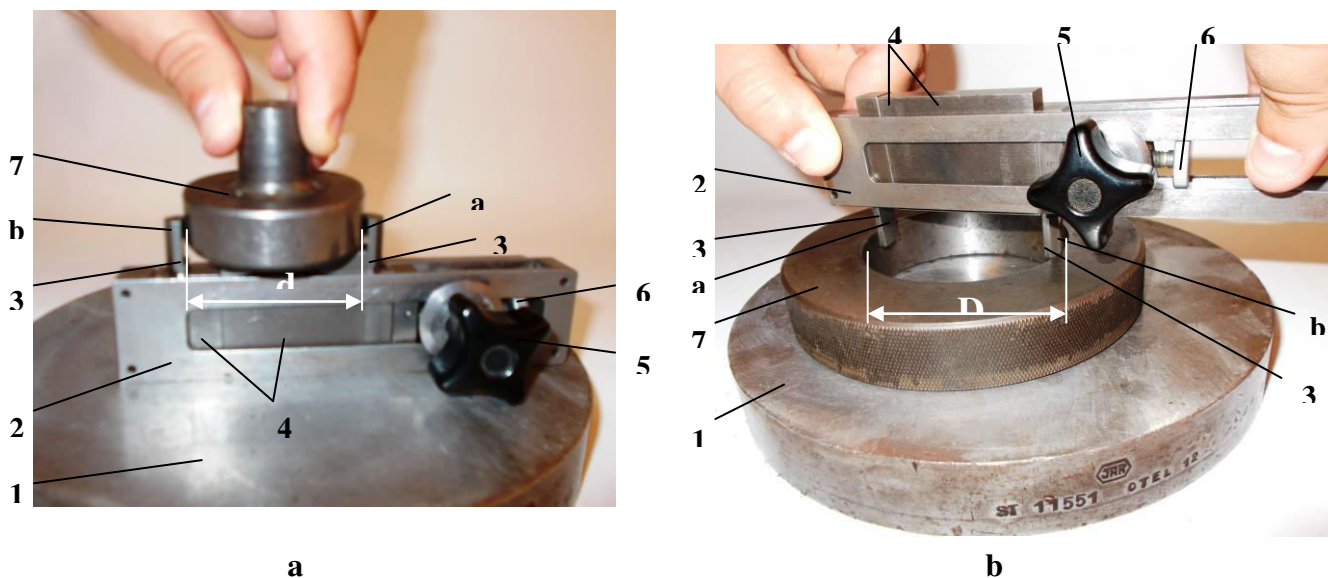


Fig. 4. Verificarea dimensiunilor cu cale plan- paralele

a.- verificarea dimensiunilor exterioare; b- verificarea dimensiunilor interioare

între suprafețele active ale calelor 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.

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 cailor marginale 3 (fig.2.b).

În acest fel, între suprafețele active ale ciocurilor cailor 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 cailor 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 caile 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.

4. Verificarea alezajelor și arborilor ISO cu calibre limitative

4.1. 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 cailor la verificarea dimensiunilor sunt: simplitate constructivă, timp redus al controlului, asigurarea interschimbabilității pieselor, la un preț de cost redus al controlului.

4.2. Clasificarea cailor 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).

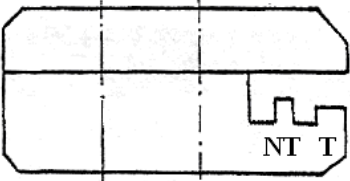
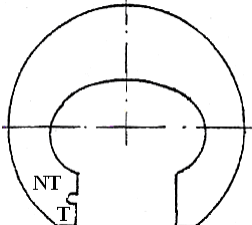
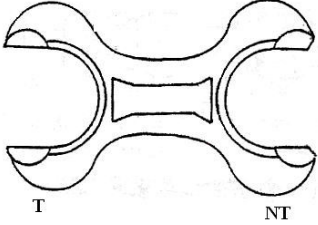
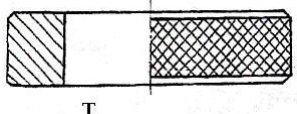
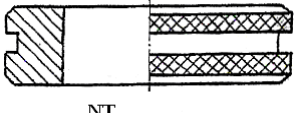
C3. După destinație:

- 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;

Calibre limitative pentru verificarea arborilor

Tabelul 2.

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

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.

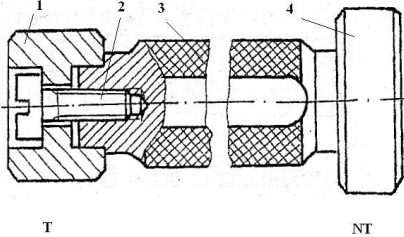
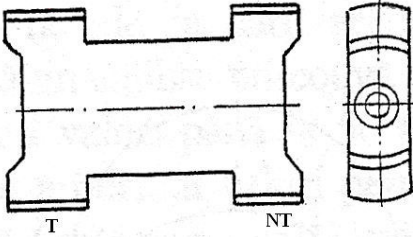
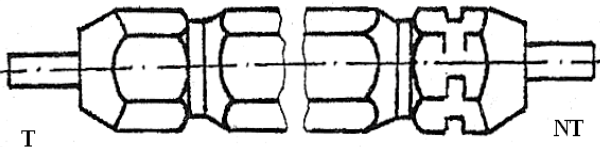
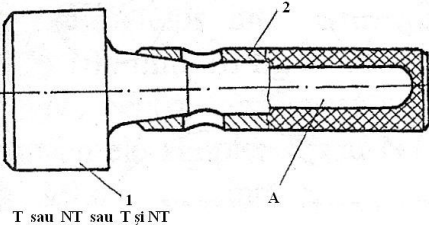
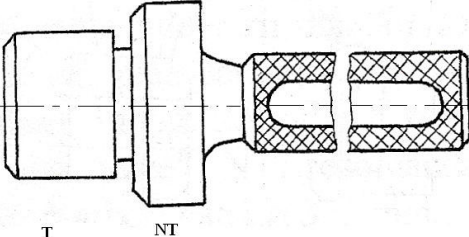
C5. După construcție:

- - calibre simple, având numai partea **trece** sau numai partea **nu trece**;

- calibrele duble, având atât partea **„trece„**, cât și partea **„nu trece„**.

Calibre limitative pentru verificarea alezajelor

Tabelul 3.

0	1	2
Calibru tampon dublu T și NT, cu șurub de fixare		STAS 2981 - 88 Domeniu de dimensiuni: 30 – 100 mm; 1 – parte T; 2 - șurub de fixare; 3. – mâner; 4 – parte NT.
Calibru tampon plat dublu T și NT		SR EN 844-2:2000 Domeniu de dimensiuni: 18 – 100 mm; STAS
Calibru tampon cep T și NT		STAS 2992/2 - 85 Domeniu de dimensiuni: până la 18 mm
Calibru tampon cu coadă conică simplu T sau NT sau dublu T și NT		STAS 2981/1 - 88 Domeniu de dimensiuni: ână la 30 mm; 1 – parte activă; 2 – mâner; A – loc pentru inscripționare
Calibru tampon cu coadă conică dublu T și NT, cu părțile active de aceeași parte a mânerului		STAS 2981/2 - 88 Domeniu de dimensiuni: până la 30 mm

C6. După posibilitatea de modificare a domeniului de dimensiuni verificate:

- calibre fixe;
- calibre reglabile.

C7. După normalizare/ standardizare:

- calibre standardizate;
- calibre nestandardizate.

În tab. 2 sunt prezentate forme standardizate de calibre pentru verificarea arborilor ISO, iar în tab. 3, 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.

5. Verificarea cu calibre

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 maximului de material și limita minimului 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 maximului de material;
- calibrul *nu trece* sau partea *nu trece*, folosită pentru verificarea limitei minimului 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: *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.*

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.).

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.

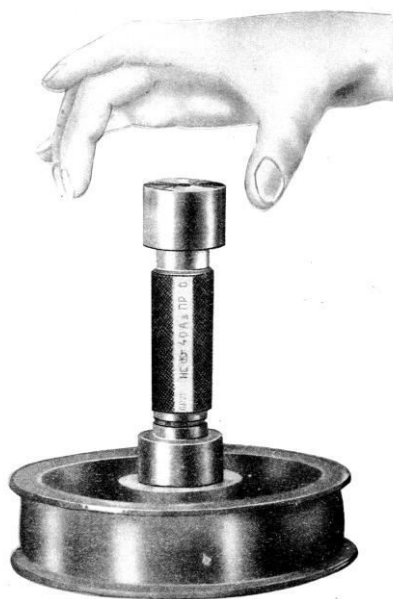
Modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării.

5.1. 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;



a



b

Fig. 5. Verificarea alezajelor cu calibrul tampon cilindric



a



b

Fig. 6. Verificarea arborilor cu calibrul furcă T și NT

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**.

E.7. se completează fișa de control pentru **lucrarea nr. 1.**

5.2. 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

Verificarea dimensiunilor interioare cu calibrul tampon cilindric complet		Verificarea dimensiunilor exterioare cu calibrul potcoavă	
Dimensiunea de controlat			
Tipul calibrului utilizat pentru verificare			
Nr. piesă	Rezultatul verificării	Nr. piesă	Rezultatul verificării
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	

FIȘĂ DE CONTROL; lucrarea nr. 1.

Facultatea	CONSTRUCȚII DE MAȘINI ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL	Desene piese					
Laboratorul	Toleranțe și control dimensional						
Denumire piesă:							
Nr. desen:							
Nr. lucrare de laborator	L2						
Data efectuării lucrării							
Data recuperării lucrării							
Nr. operației de control	Caracteristica controlată			Echipamente de control		Valoare efectivă [mm]	Observații/Decizia
	Denumire/Simbol	Valori limită [mm]	Toleranța [mm]	Măsurii, instrumente, aparate, etc.	Accesorii		
0	1	2	3	4	5		6
1.							
2.							

FIȘĂ DE CONTROL; lucrarea nr. 1 (continuare)

Nr.ope rației de control	Caracteristica controlată			Echipamente de control		Valoare efectivă [mm]	Observații/ Decizia
	Denumire/ Simbol	Valori limită [mm]	Toleranța [mm]	Măsurii, instrumente, aparate, etc.	Accesorii		
0	1	2	3	4	5		6
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
Decizia cu privire la piesa controlată							
		Nume, prenume	Grupa		Data	Observații	
OPERATOR							

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

Florentin Cioată

Adriana Munteanu

TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL
Lucrarea de laborator nr. 2

Iași, 2016

CONTROLUL DIMENSIUNILOR CU INSTRUMENTE ȘI APARATE COMPARATOARE

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

- măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatoare cu cadran sau digitale fixate la suport de atelier;
- măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasimetrul;
- măsurarea diametrelor interioare cu comparatorul de interior și cu pasimetrul.

1. Scopul lucrării

Cunoașterea instrumentelor și aparatelor comparatoare utilizate la măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare; cunoașterea modului de reglare la zero a instrumentelor comparatoare și a modului de măsurare cu acestea

2. Controlul dimensiunilor liniare cu mijloace de măsurare comparatoare

2.1. 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.

2.2. 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, pasimetrul, 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 precizie:

- 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.



a



b



c

d



e



f



g

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- pasmetru, 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.

2.3. 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.);
- două trepte de reglare (pentru instrumente cu precizie mare):

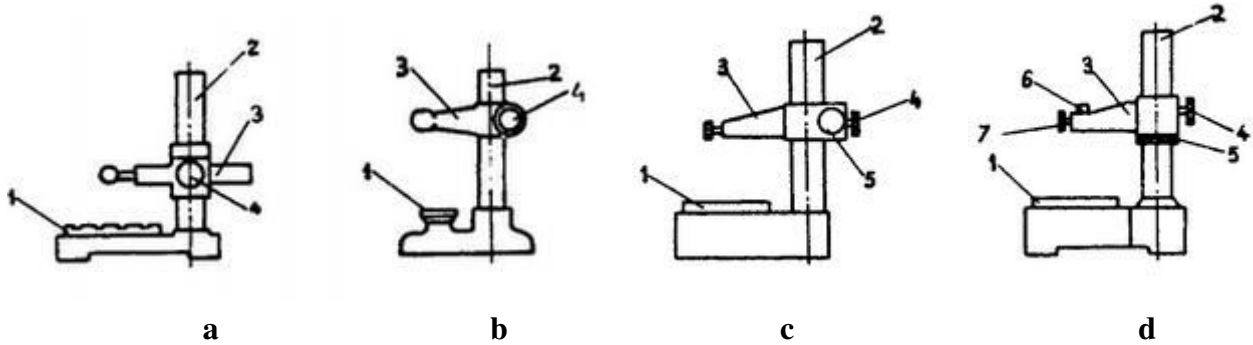


Fig. 3 Suporturi pentru instrumente comparatoare

- 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.

3. Măsurarea dimensiunilor cu mijloace de măsurare 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.

3.1. 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).

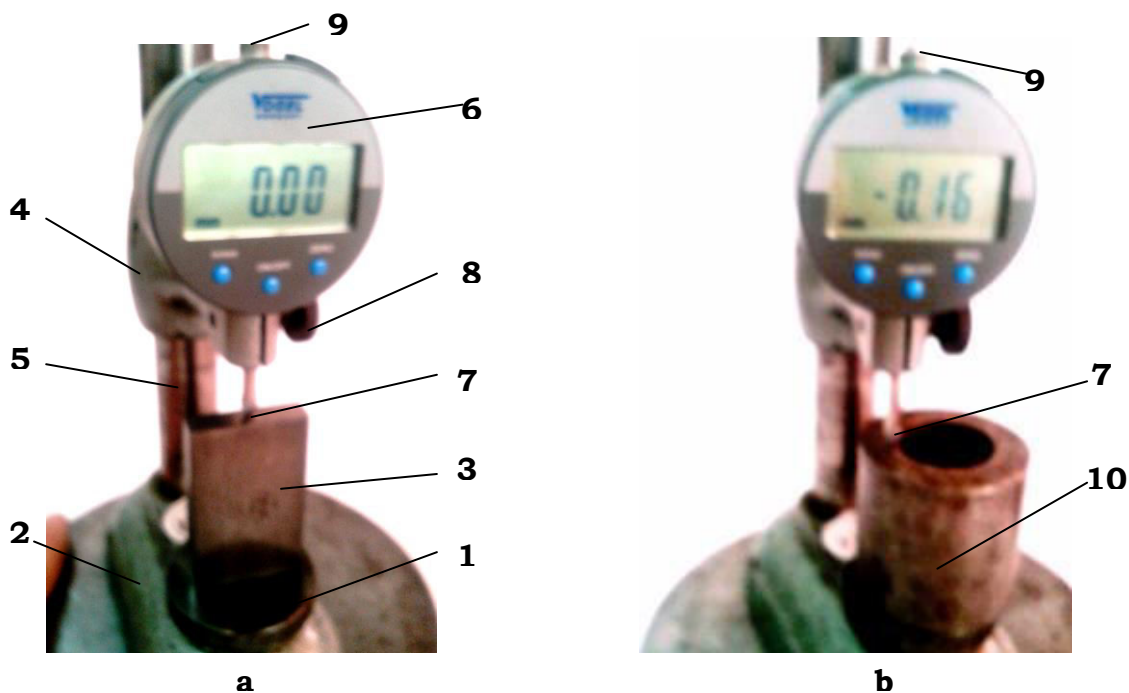


Fig. 4 Reglarea la zero și măsurarea cu instrument indicator

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:

$$d_e = N + i.$$

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.

3.2. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasametrul

Pasametrele 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. Pasametrul, fixat la un suport corespunzător (support special pentru pasametre), se reglează la zero cu un bloc de cale plan- paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.

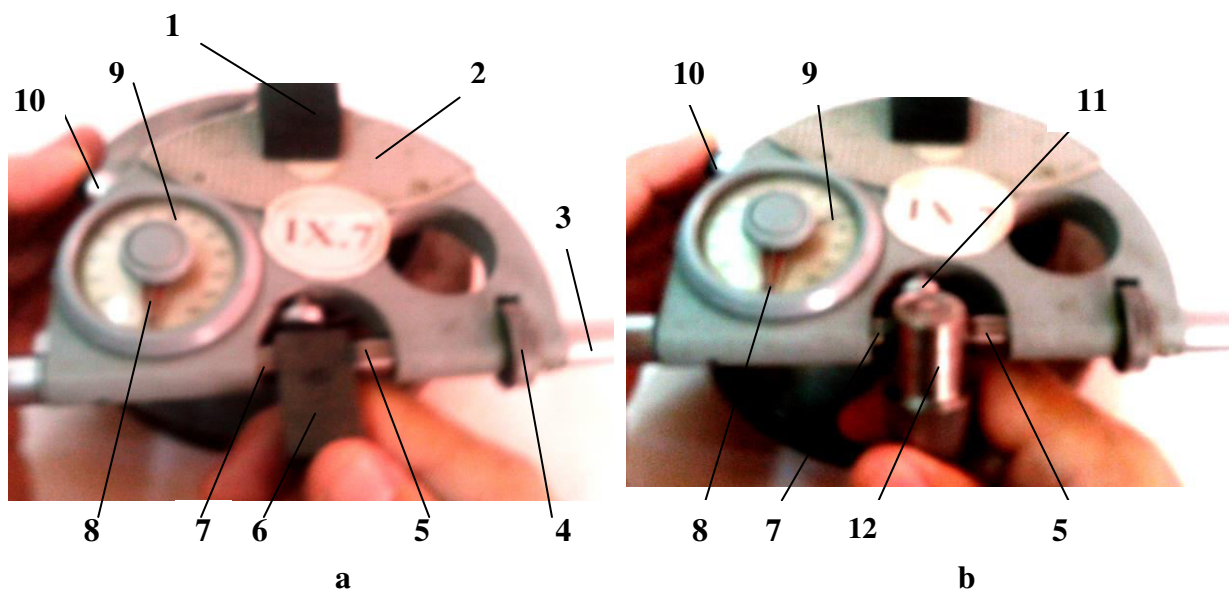


Fig. 5. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasometrul

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 retrace 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 comparator 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 support ținându- se în mână.

3.3. 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).

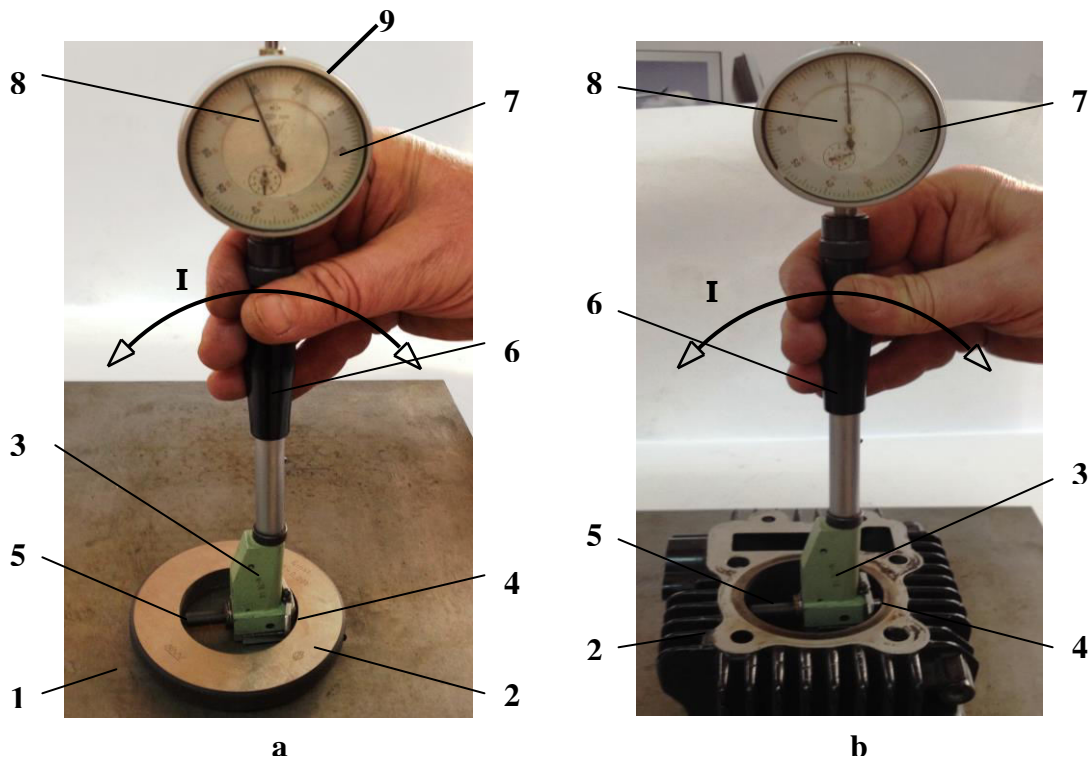


Fig. 6 Reglarea la zero și măsurarea cu comparatorul de interior
a-reglarea la zero cu calibrul inel; b- măsurarea diametrului interior.

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: calibre inel 2, se așază pe suprafața activă a unei plăci de verificare 1; se introduce corpul 3, al instrumentului în interiorul calibre inel, astfel încât palpatoarele 4 și 5, ale acestuia să vină în contact cu suprafața cilindrică interioară a calibre inel (fig. 6.a). Se basculează instrumentul (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 instrumentul (mișcarea I), pentru a se verifica stabilitatea indicațiilor (indicația "0" a arătătorului în punctul de întoarcere al acestuia).

Se scoate instrumentul din calibre 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.

3.4. 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).

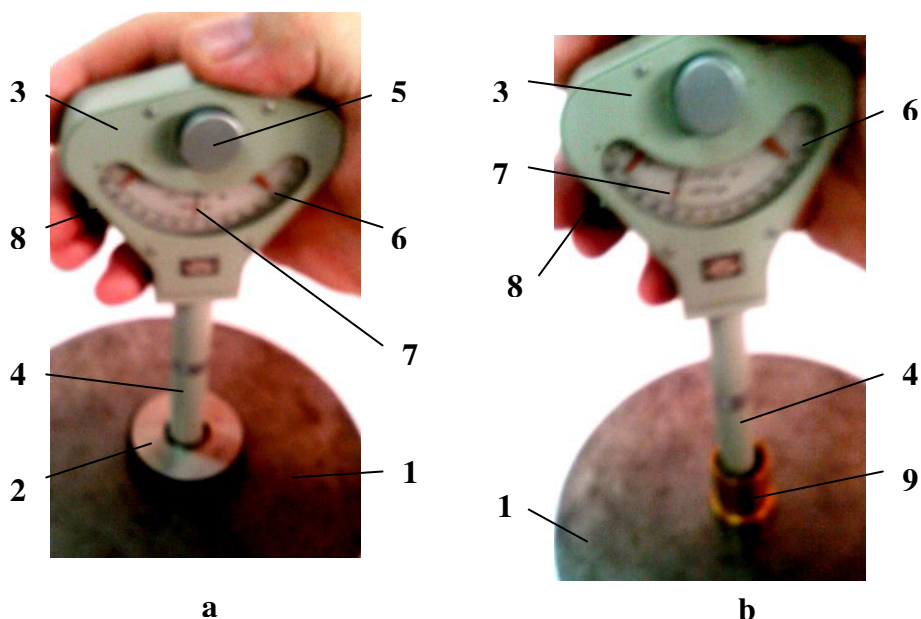


Fig. 7. Reglarea la zero și măsurarea cu pasimetrul

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, apăsând, 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, δL , care nu trebuie să depășească 16,66% din toleranța dimensiunii care se măsoară:

$$\delta L \leq \frac{1}{6} IT_L. \quad (1)$$

Notă: numai în cadrul lucrării de laborator, atunci când nu este cunoscută eroarea tolerată a instrumentului utilizat, se ia în considerare valoarea diviziunii acestuia:

$$v_{div} \leq \frac{1}{6} IT_L. \quad (2)$$

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. Modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. se identifică, pe desenul de execuție, dimensiunea care se va măsura (valoarea nominală și abaterile limită) și se trec în fișa de control;

E2. se calculează toleranța și valorile limită pentru dimensiunile care se vor măsura și se trec în fișa de control;

E3. se formează un bloc de cale plan- paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care trebuie măsurată.

E4. Se reglează la zero instrumentul indicator (comparatorul sau pasimetrul) cu blocul de cale format, respectiv, se reglează la zero comparatorul de interior sau pasimetrul cu calibrul inel corespunzător.

Notă: pentru reglarea la zero a instrumentului comparator fixat la suport, se pot folosi și calibre sau piese model.

E5. se măsoară dimensiunea piesei cu instrumentul indicator specificat (comparatorul cu cadran sau digital, pasimetru, comparatorul de interior, pasimetru) și se obține indicația acestuia.

Se obține valoarea efectivă (măsurată a dimensiunii), **de (De)** și se trece în fișa de control;

E6. se compară dimensiunea efectivă cu valorile limită calculate și se trage 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 arbori (dimensiuni exterioare).

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

E7. se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă* pentru utilizare, sau *respinsă de la utilizare*;

E.8. se completează fișa de control pentru **lucrarea nr. 2.**

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 2

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. conspectul lucrării de laborator cu următoarele puncte:

- măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatoare cu cadran și digitale;
- măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasimetrul;
- măsurarea dimensiunilor interioare cu comparatorul de interior;
- măsurarea diametrelor interioare cu pasimetrul;
- modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor;

2. rezultatele măsurărilor efectuate în laborator:

- completarea **fișei de control pentru lucrarea nr. 2**;
- calculele efectuate în timpul desfășurării lucrării de laborator: calcularea valorilor limită ale dimensiunilor tolerate înscrise pe desenul de execuție, formarea blocurilor de cale plan- paralele utilizate la reglarea instrumentelor comparatoare, calcularea valorilor efective obținute în urma măsurării;

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

FIȘĂ DE CONTROL; lucrarea nr. 2/3/4.

Facultatea	CONSTRUCȚII DE MAȘINI ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL		Desen piesă				
Laboratorul	Toleranțe și control dimensional						
Denumire piesă:							
Nr. desen:							
Nr. lucrare de laborator	L2						
Data efectuării lucrării							
Data recuperării lucrării							
Nr. operației de control	Caracteristica controlată			Echipamente de control		Valoare efectivă [mm]	Observații/Decizia
	Denumire/Simbol	Valori limită [mm]	Toleranța [mm]	Măsurii, instrumente, aparate, etc.	Accesorii		
0	1	2	3	4	5		6
1.							

FIȘĂ DE CONTROL; lucrarea nr. 2/3/4 (continuare)

Nr.ope rației de control	Caracteristica controlată			Echipamente de control		Valoare efectivă [mm]	Observații/ Decizia	
	Denumire/ Simbol	Valori limită [mm]	Toleranța [mm]	Măsuri, instrumente, aparate, etc.	Accesorii			
0	1	2	3	4	5		6	
2.								
3.								
4.								
5.								
DECIZIA								
	Nume, prenume			Grupa		Data		Observații
OPERATOR								

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

Florentin Cioată

Adriana Munteanu

TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL
Lucrarea de laborator nr. 3

Iași, 2016

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

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

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

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.

•

2. Controlul dimensiunilor liniare cu 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. 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:

$L = 150; 200; 300; 500; 800; 1000; 1500; 2000 \text{ mm.}$

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.

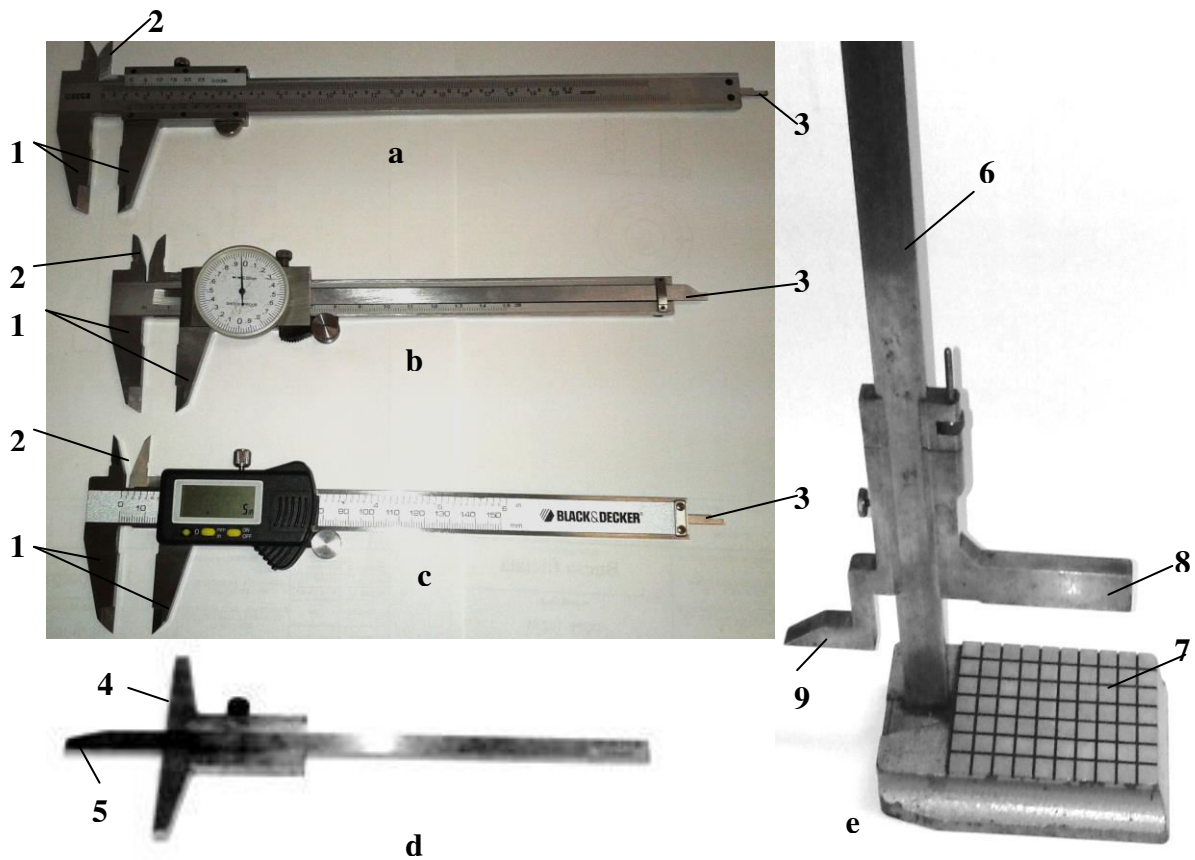


Fig. 1. Șublere obișnuite

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.

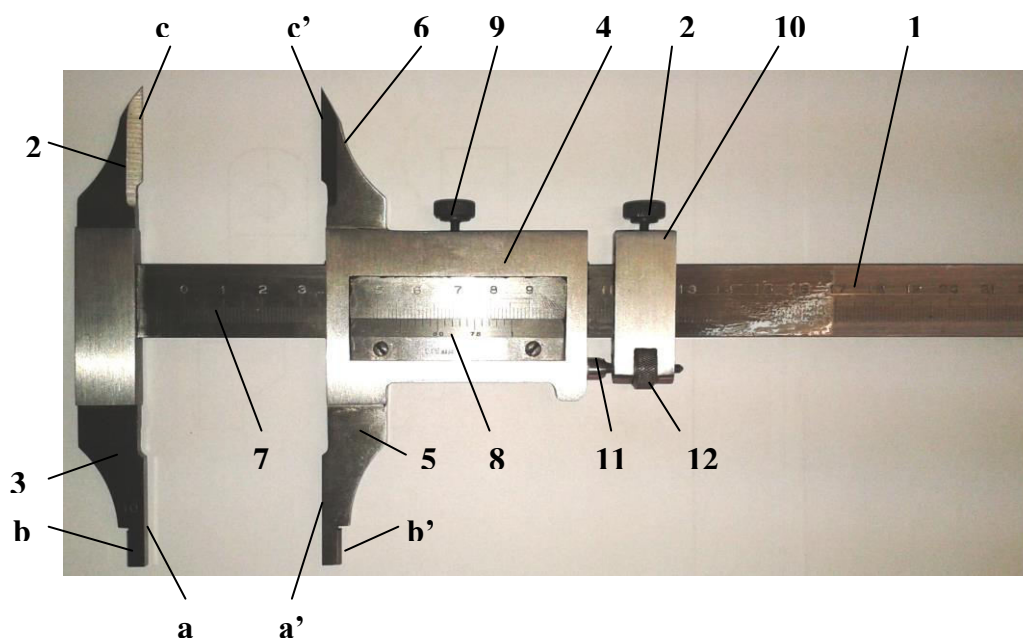


Fig. 2. Construcția unui șubler de exterior

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 tije 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.

3. Măsurarea dimensiunilor liniare cu instrumente cu vernier liniar

La măsurarea dimensiunilor liniare cu instrumente cu vernier liniar, se aplică metoda evaluării directe care 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.

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.

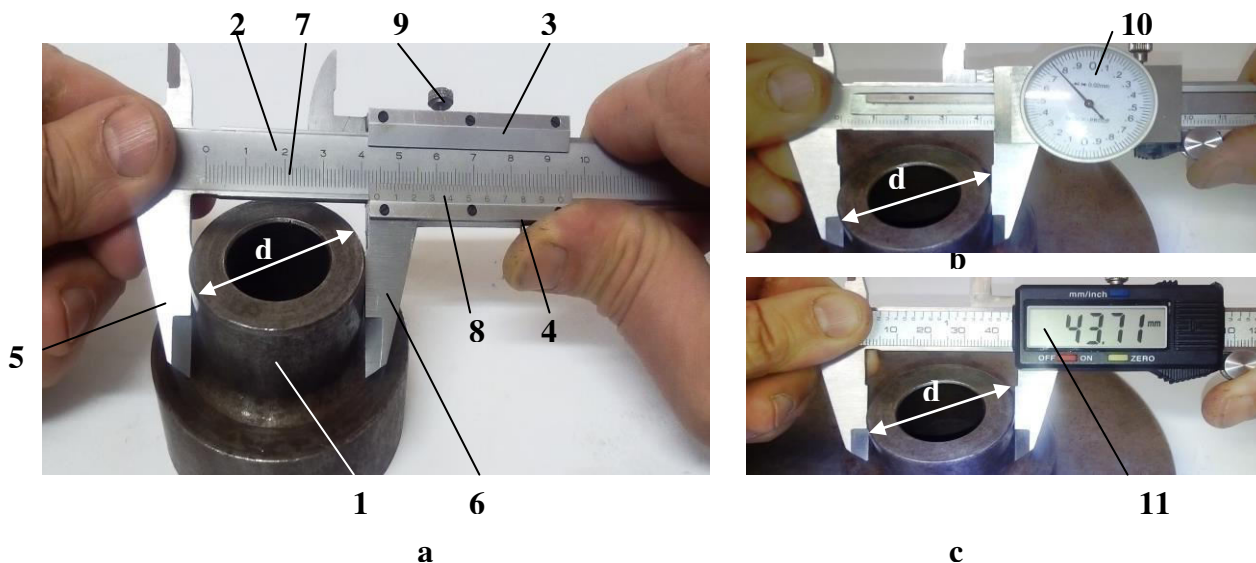


Fig. 3 Măsurarea dimensiunilor exterioare cu șubler de exterior
a.-măsurarea cu șubler cu vernier liniar;b.- măsurarea cu șubler cu cadran;
c.-măsurarea cu șubler digital

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 șublerul cu vernier liniar (fig. 3.a), cadranul 10, la șublerul cu cadran (fig. 3.b), display-ul 11, la șublerul digital (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.

3.2. Măsurarea dimensiunilor interioare.

Dimensiunile interioare (diametre interioare, distanțe dintre suprafețe interioare plane sau de altă formă) se măsoară cu tot cu șubler de exterior (nu există șubler 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.

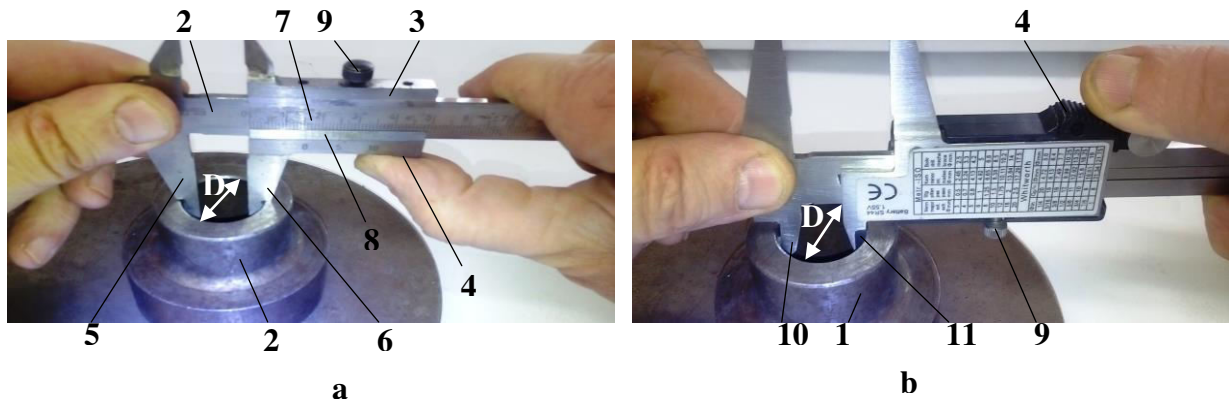


Fig. 4 Măsurarea dimensiunilor interioare cu șublerul de exterior
a.-măsurarea cu șubler cu suprafețe active cilindrice incomplete pentru interior;
b.- măsurarea cu șubler cu muchii active pentru interior.

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 cintrolat 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.

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 tălpii 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.

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.

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.

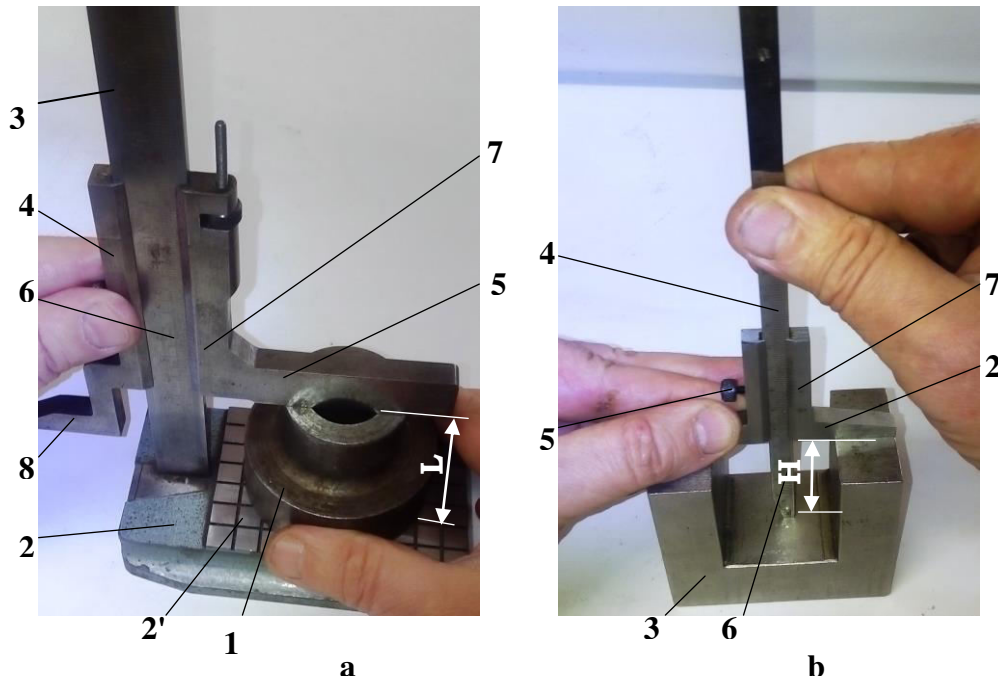


Fig. 5 Măsurarea înălțimii și adâncimii cu șublere

a-măsurarea înălțimii cu șublerul de înălțimii;

b- măsurarea adâncimii cu șublerul de adâncime.

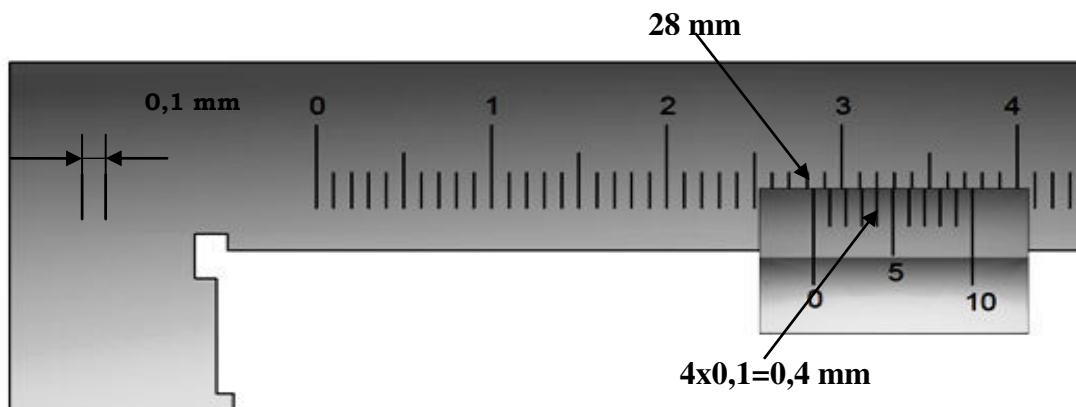
Tehnica măsurării: pentru măsurarea adâncimii H , a piesei de controlat 1, se sprijină talpa 2, cu suprafața activă plană inferioară a ei, pe suprafața superioară a piesei 1 (fig. 5. b); se coboară tija de măsurare 4 și se aduce capătul inferior al ei, în contact cu cealaltă suprafață (inferioară) a 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.

3.5. Citirea valorii măsurate cu instrumente cu vernier liniar

Citirea valorii dimensiunii măsurate cu șublere cu vernier.

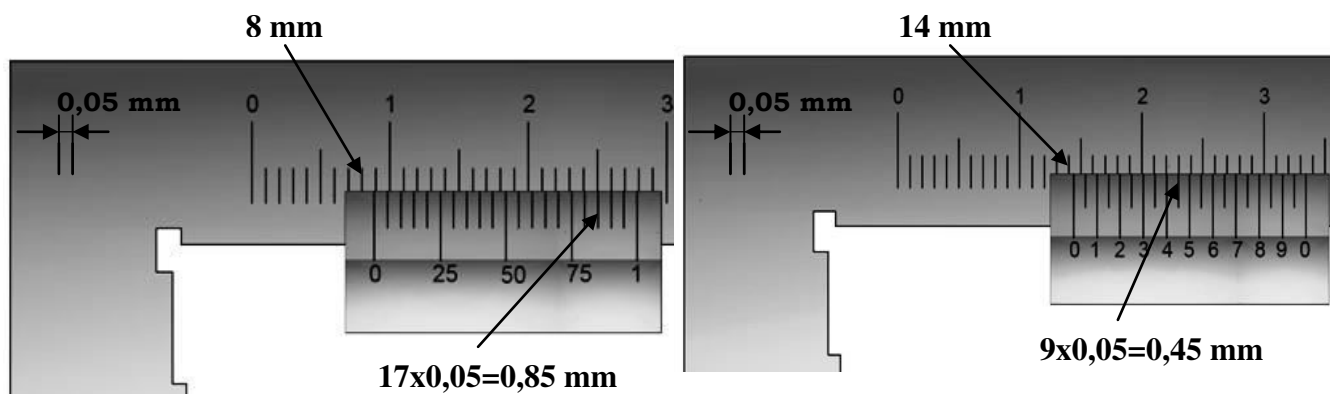
Indiferent de valoarea diviziunii vernierului, citirea valorii unei dimensiuni măsurată cu șublerul cu vernier se realizează astfel (fig. 6.a, b, c, d):

- **citirea numărului de milimetri:** numărul de milimetri se citesc pe scara milimetrilor, observându-se reperul cel mai apropiat al acestuia 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.



Citirea dimensiunii: 28,4 mm

a

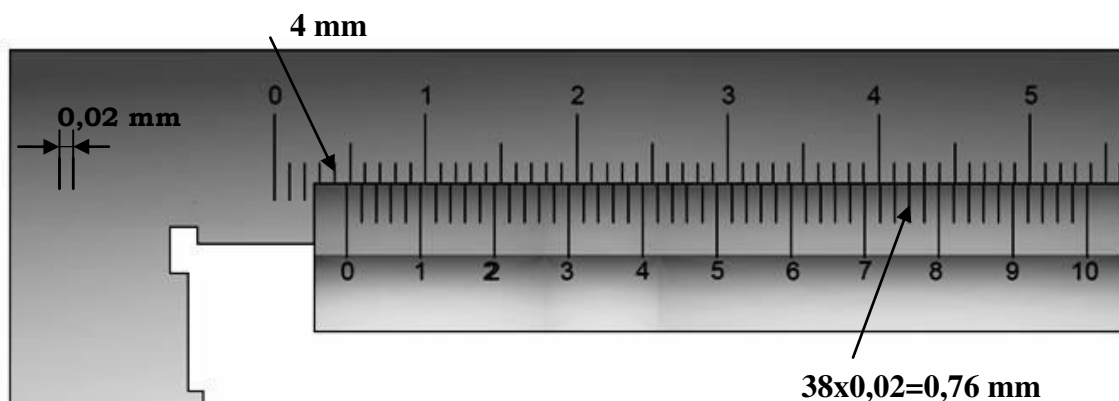


Citirea dimensiunii: 8,85 mm

b

Citirea dimensiunii: 14,45 mm

c



Citirea dimensiunii: 4,76 mm

d

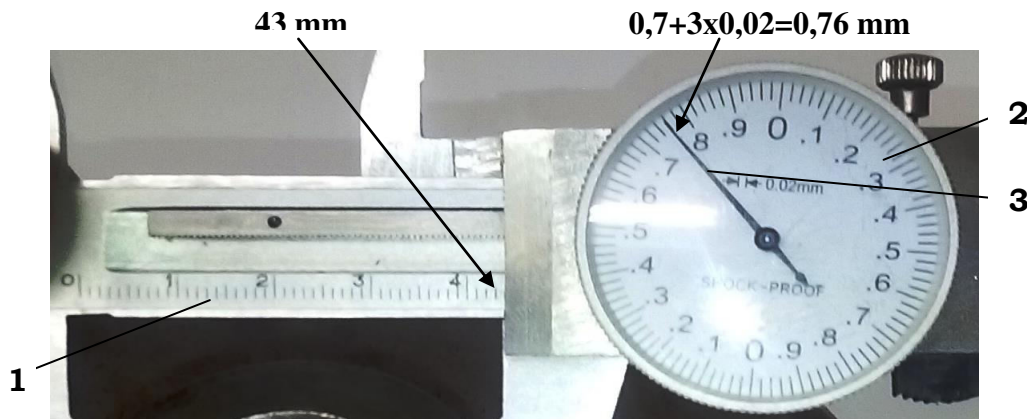
Fig. 6. Citirea dimensiunii măsurate cu șubler cu vernier
 a.-șubler cu vernier cu v.d.=0,1 mm; b., c.- șubler cu vernier cu v.d.=0,05 mm
 (cu diviziuni grupate diferit); d.-șubler cu vernier cu v.d.=0,02 mm.

Notă: în cazul vernierelor cu 20 diviziuni (cu valoarea de 0,05 mm), sau 50 diviziuni (cu valoarea de 0,02 mm), citirea fracțiilor 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 fracțiilor de milimetru, astfel:

- la șublerulele 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 două diviziuni: $2 \times 0,05 = 0,1$ mm (fig. 6.c);
- la șublerulele 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 fracțiilor 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.

4. Modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, 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 măsura.

E3. Se măsoară dimensiunea considerată cu instrumentul corespunzător și se obține valoarea efectivă (măsurată a dimensiunii), **De** (pentru alezaje), respectiv, **de** (pentru arbori).

E4. 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:

Dmin ≤ De ≤ Dmax, pentru alezaje (dimensiuni interioare);

dmin ≤ de ≤ dmax, pentru arbori (dimensiuni exterioare).

E5. Se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă* pentru utilizare sau *respinsă de la utilizare*.

Calculule, valorile numerice, concluziile și decizia se trec în “FIȘA DE CONTROL PENTRU LUCRAREA NR. 3”.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 3

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. Conспектul lucrării de laborator cu următoarele puncte:

- măsurarea dimensiunilor exterioare cu șublere de exterior (tehnica măsurării);
- măsurarea dimensiunilor interioare cu șublere de exterior (tehnica măsurării);
- măsurarea înălțimilor cu șublere de înălțime (tehnica măsurării);
- măsurarea adâncimilor cu șublere de adâncime (tehnica măsurării);
- citirea valorii măsurate cu instrumente cu vernier liniar cu fig. 7;
- modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor.

2. Rezultatele măsurărilor efectuate în laborator:

- completarea **FIȘEI DE CONTROL LA LUCRAREA NR. 3**.

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, 2016

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

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

- 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.

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.

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 tije șurubului micrometric de 6 mm și limita superioară de măsurare până la 200 mm;
- micrometre de tip greu, cu diametrul tije 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.

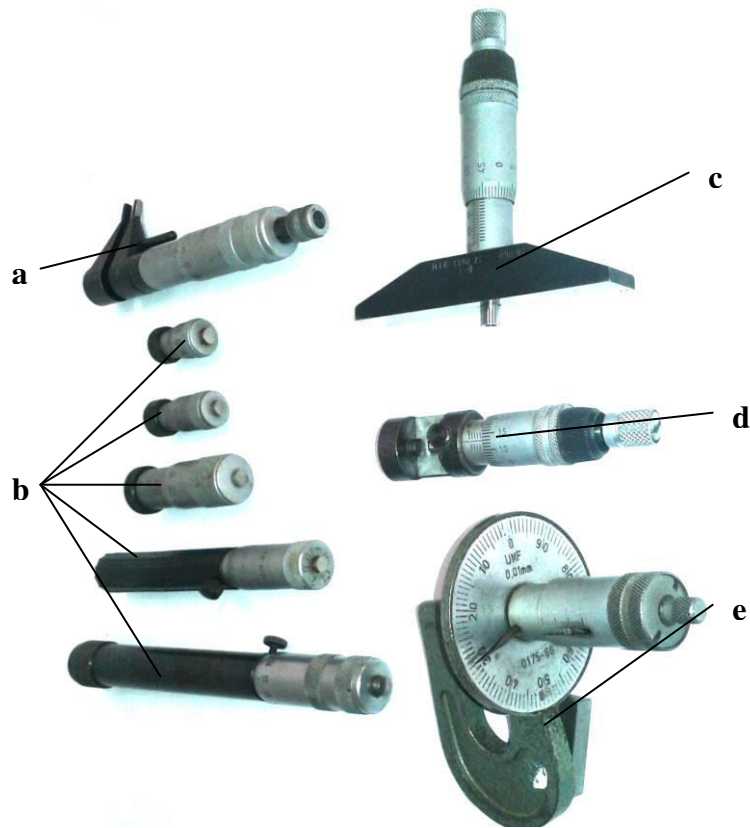


Fig. 1. Micrometre obișnuite

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 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).

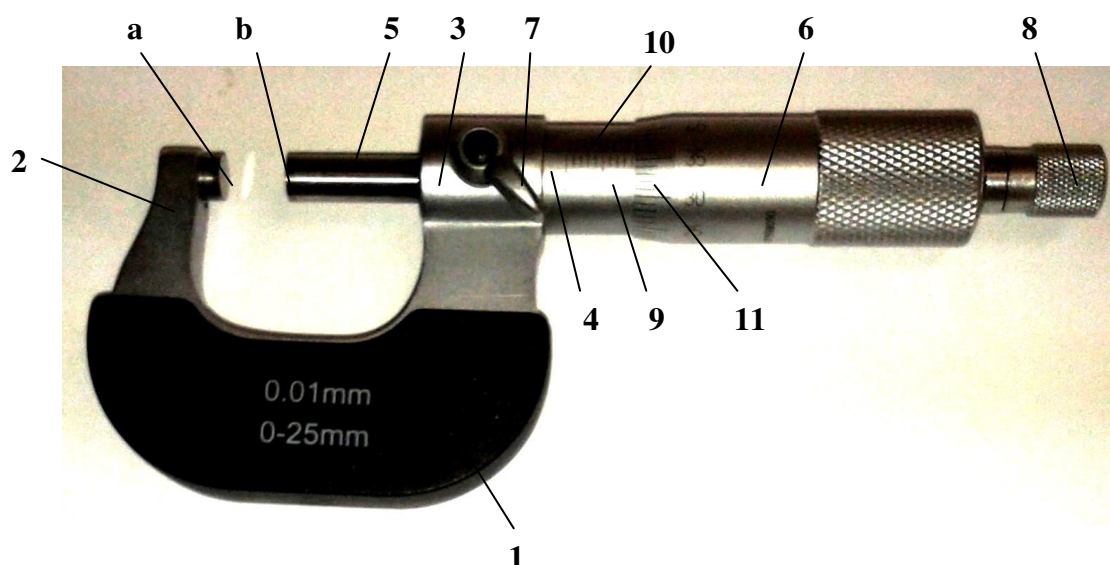


Fig. 2. Construcția micrometrului de exterior

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.

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.

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).

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.

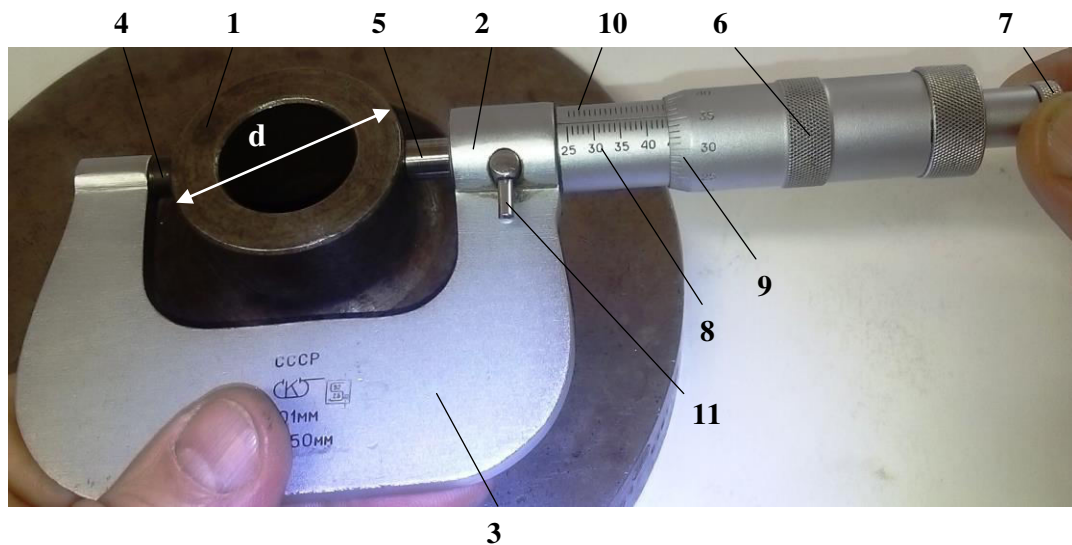


Fig. 3. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu micrometrul de exterior

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

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 prevăzute cu trei palpatoare mobile, tip “triobor”.

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

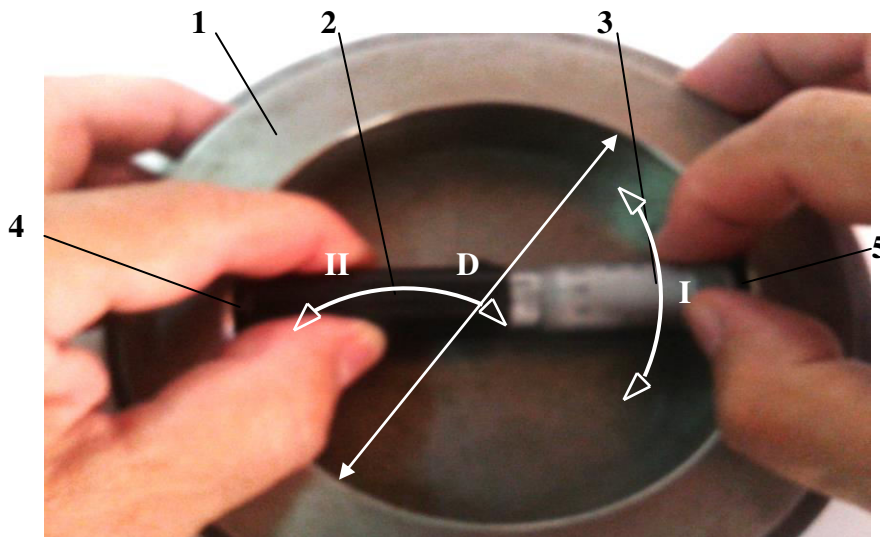


Fig. 4. Măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometrul de interior tip vergea

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 comparatoare de interior.

3.2.2. 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 mâna 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.

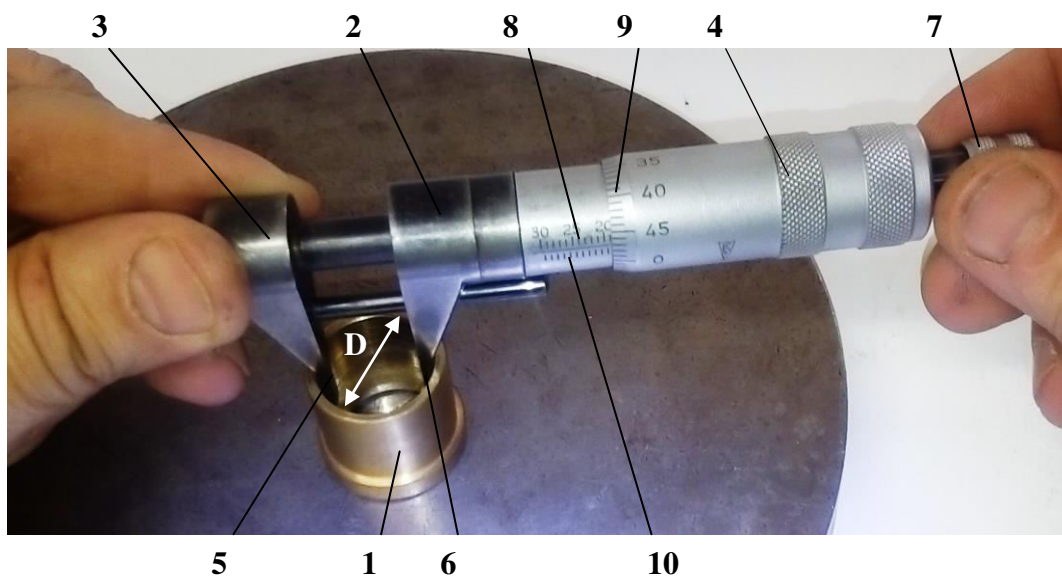


Fig. 5. Măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometrul de interior cu ciocuri

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.

3.2.3. 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 (calibreză) cu ajutorul unor calibre inel, care materializează una din limitele intervalului de măsurare ale instrumentului.



Fig. 6. Trusa de instrumente cu șurub micrometric tip „holtest”
a.- set de trei instrumente; b.- set de două calibre inel; c.- prelungitor

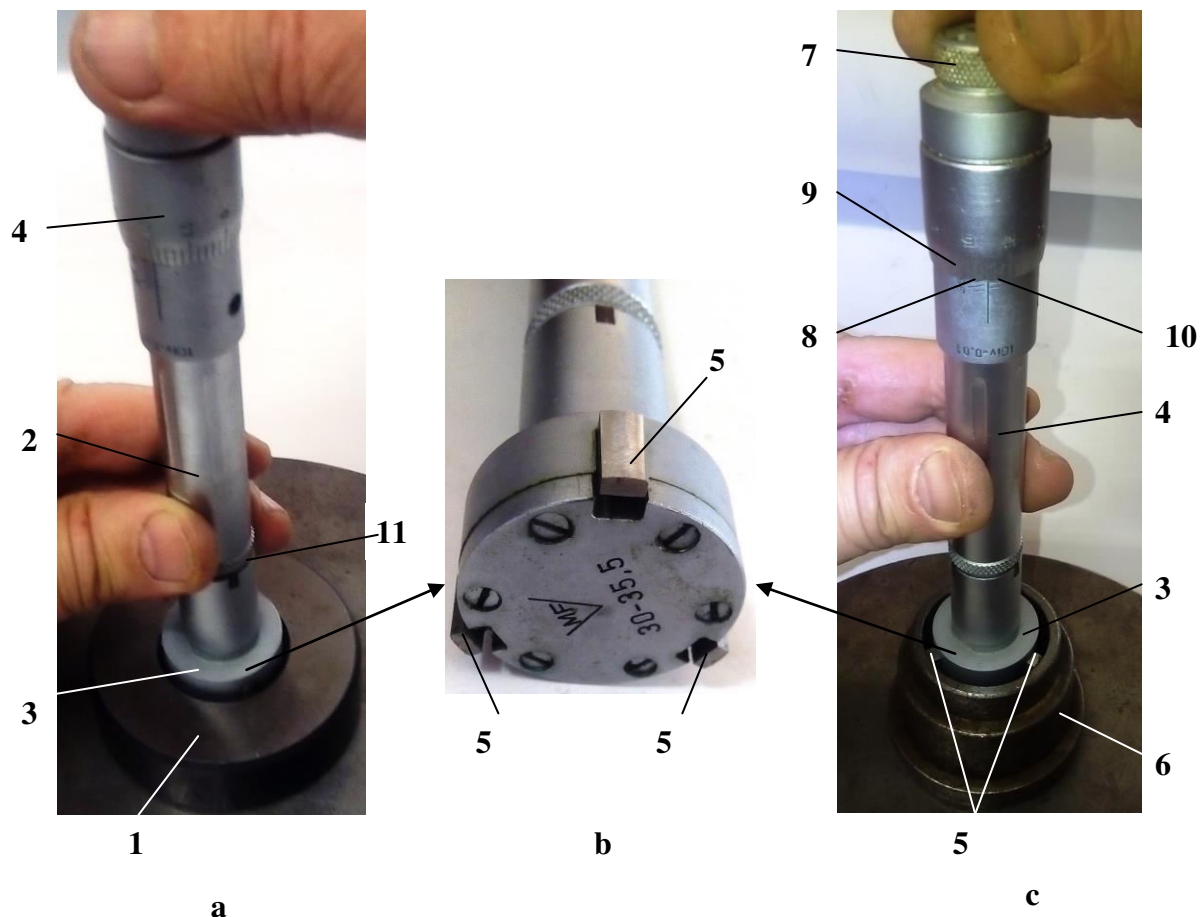


Fig. 7. Măsurarea diametrelor interioare cu instrumente cu șurub micrometric tip „holtest”

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

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.

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 instrumentul 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 tije 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.

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.

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.

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.

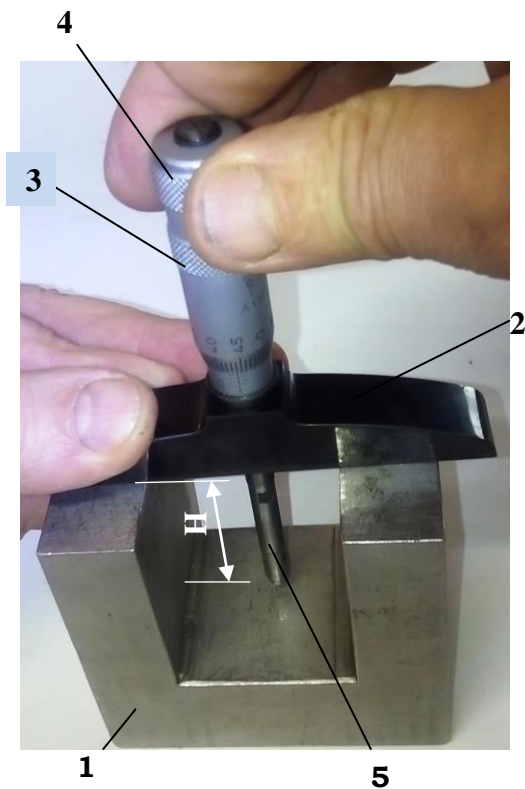


Fig. 8. Măsurarea adâncimilor cu micrometrul de adâncime

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 $0,5 \text{ mm}$: $35 \text{ mm} + 27 \times 0,01 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} = 35,77 \text{ mm}$ (fig. 9.b.).

- **Notă:** șurubul micrometric, având pasul de $0,5 \text{ mm}$, 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 $0,5 \text{ mm}$ (șurubul micrometric este la a doua rotație, respectiv în a doua jumătate a milimetrului).

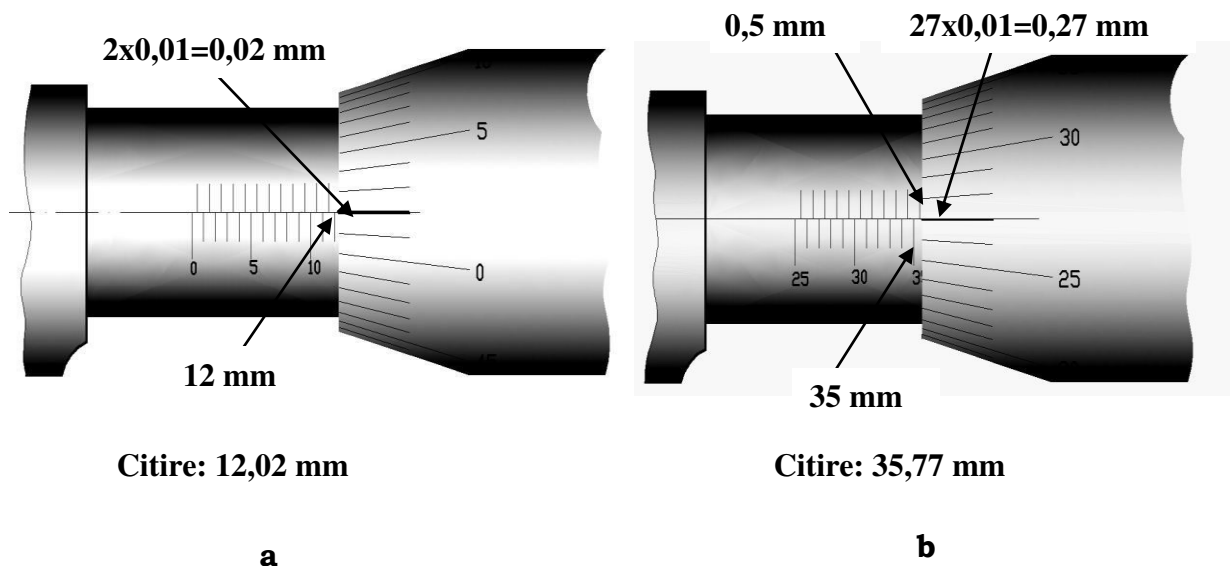


Fig. 9. Citirea dimensiunii măsurate cu micrometrul

a.- dimensiunea este în intervalul 12 - 12,5 mm;

b.- dimensiunea este în intervalul 35,50 - 36 mm.

5. Modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. Se identifică, pe desenul de execuție, dimensiunea/dimensiunile care se va/vor măsura (valoarea nominală și abaterile limită).

E2. Se calculează toleranța și valorile limită pentru dimensiunea care se va măsura.

E3. Se măsoară dimensiunea considerată cu micrometrul corespunzător și se obține valoarea efectivă (măsurată a dimensiunii), **De** (pentru alezaje), respectiv, **de** (pentru arbori).

E4. 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).

E5. Se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă* pentru utilizare, sau *respinsă de la utilizare*.

Calculule, valorile numerice, concluziile și decizia se trec în “FIȘA DE CONTROL PENTRU LUCRAREA NR. 4”.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 4

Referatul întocmit de student va cuprinde:

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

- construcția generală a unui micrometru, cu fig. 2;
- măsurarea dimensiunilor exterioare cu micrometre de exterior (tehnica măsurării);
- măsurarea dimensiunilor interioare cu micrometrul de interior cu ciocuri (tehnica măsurării);
- măsurarea dimetrelor interioare cu instrumente cu șurub micromer tip “holtest” (tehnica măsurării);
- măsurarea adâncimilor cu micrometre de adâncime (tehnica măsurării);
- citirea valorii măsurate cu micrometrul, cu fig. 9;
- modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor.

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

- completarea **FIȘEI DE CONTROL LA LUCRAREA NR. 4**.

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, 2016

TOLERANȚE DIMENSIONALE PENTRU PIESE CU FORMĂ SIMPLĂ

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

- 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.

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.

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.

3. 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 [μm].

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.

3.1. 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):

$$D_{\max} = N + ES$$

$$D_{\min} = N + EI$$

3.2. 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):

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

$$\text{Relația 2: } ITa = es - ei$$

Pentru alezaje (dimensiuni interioare):

$$\text{Relația 1: } ITA = D_{\max} - D_{\min}$$

$$\text{Relația 2: } ITA = ES - EI$$

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

3.3. 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 ordonatei, linia abaterilor exprimate în μm .

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.

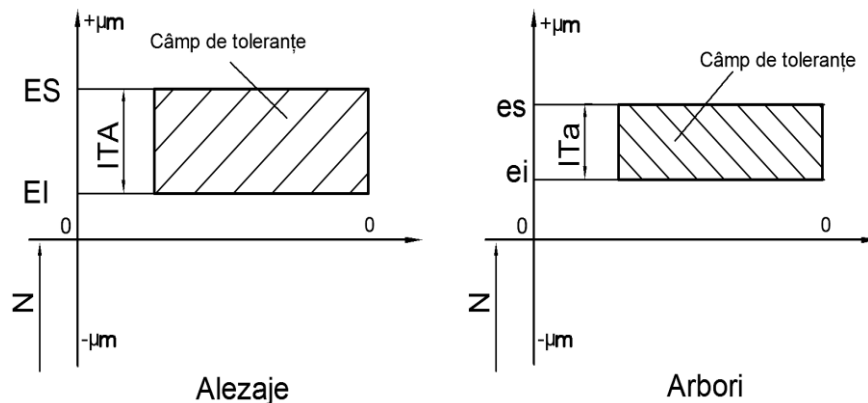


Fig. 1. Reprezentarea grafică a câmpului de toleranțe

Câmpul de toleranțe se hășurează astfel:

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

3.4. 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 μm), 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 μm) și valorile treptelor de toleranțe fundamentale (în μm), 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, I 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 de deasupra este abaterea superioară, **es**, iar valoarea de jos este abaterea inferioară ei.

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 ¹⁾		-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 -58	-50 -58	-50 -61		-25 -33	-25 -33	-9 -16	-9 -20	0 -28	0 -6	0 -9

Fig. 2

Ambele valori sunt în micrometri.

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

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

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 de deasupra este abaterea superioară, **ES**, iar valoarea de jos este abaterea inferioară **EI**. Ambele valori sunt în micrometri.

ANEXA II

Abateri limită pentru alezaje

Abateri in 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 ¹⁾		+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 μm, ei = 0 μm.

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

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

Pentru alezaj: $30H7=30_0^{+0,021}$ 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 μm , în mm).

Discuție:

•se consideră dimensiunea **30g6**; dimensiunea 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**; dimensiunea 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).

4. 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 apărea un joc sau o strângere.

Joc într-o îmbinare este diferența, înainte de montare între valorile efective ale alezajului și arborelui (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.)

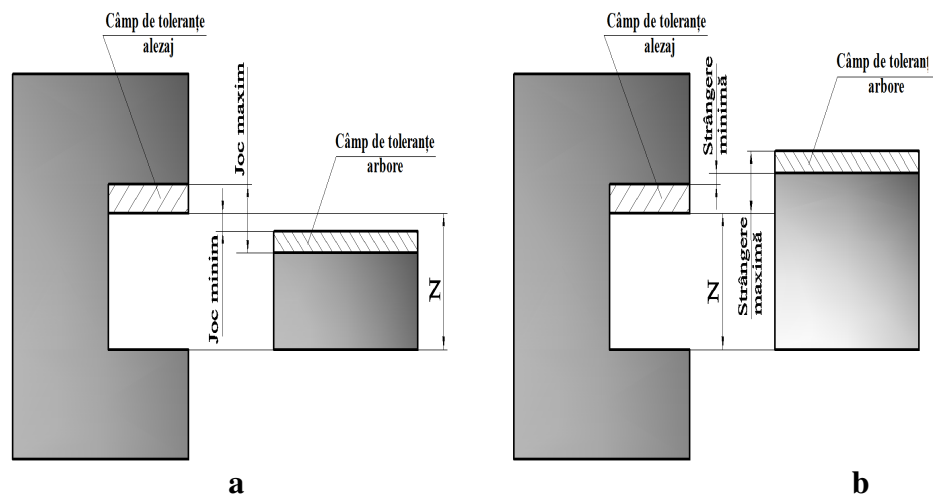


Fig. 4

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:

$$IT_{aj} = IT_a + IT_A.$$

4.1. 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:

$$J_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei.$$

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:

$$J_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es.$$

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

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

$$IT_{aj} = J_{\max} - J_{\min}.$$

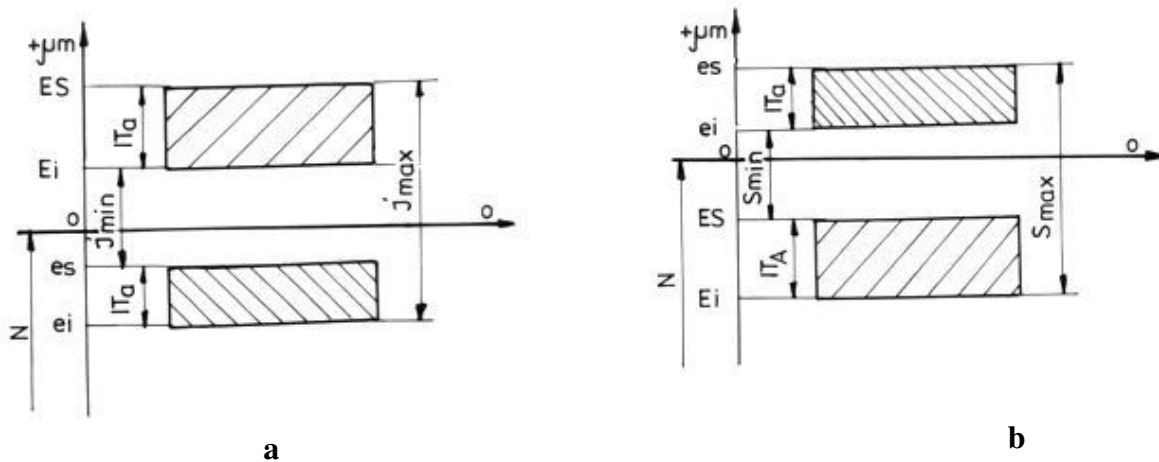


Fig. 5 Reprezentarea grafică a unui ajustaj
a.- ajustaj cu joc; b.- ajustaj cu strângere

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:

$$S_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI.$$

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:

$$S_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES.$$

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

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

$$IT_{aj} = IT_s = S_{max} - S_{min}$$

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.).

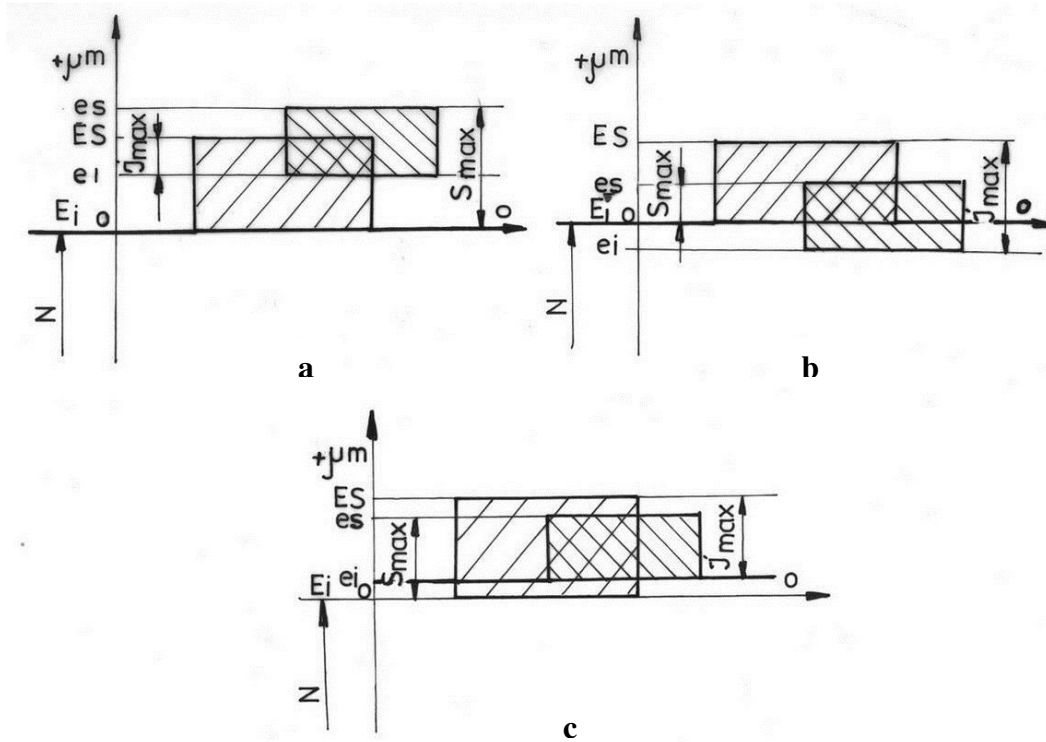


Fig. 6. Reprezentarea grafică a unui ajustaj intermediar

Ajustajul intermediar se caracterizează prin strângere maximă și joc maxim.

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

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

$$IT_{aj} = J_{max} + S_{max}$$

4.2. Sisteme de ajustaje.

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

- asociind unui singur arbore 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**.

- asociind unui singur alezaj 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**.

Deci se poate considera că, în sistemul ISO, sunt două sisteme (subsisteme) de ajustaje:

a. sistem de ajustaje arbore unitar, constituit din totalitatea ajustajelor obținute prin asocierea unui arbore unic, numit *arbore unitar*, cu toate alezajele din sistemul ISO;

b. sistem de ajustaje alezaj unitar, constituit din totalitatea ajustajelor obținute prin asocierea unui alezaj unic, numit *alezaj unitar*, cu toți arborii din sistemul ISO.

Se definesc, astfel două câmpuri unitare:

a. arborele unitar, care este arborele luat ca bază în subsistemul de ajustaje arbore unitar; câmpul de toleranță al *arborelui unitar* are o poziție particulară față de linia *zero*, fiind situat sub aceasta și alăturat ei;

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

b. alezaj unitar, care este alezajul luat ca bază în subsistemul de ajustaje alezaj unitar; câmpul de toleranță al *alezajului unitar* are o poziție particulară față de linia *zero*, fiind situat deasupra acesteia și alăturat ei.

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

5. Identificarea tipului de ajustaj și a sistemului de ajustaje din care face parte un ajustaj specificat.

5.1. Metode de identificare a tipului de ajustaj.

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.

5.1.1. 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 su strângerea.

Tabelul 1.

Tipul ajustajului	Poziția corespunzătoare a câmpurilor de toleranțe	Dimensiuni limită comparate
Ajustaj cu joc	Câmpul de toleranțe al alezajului este complet deasupra câmpului de toleranțe al arborelui.	$D_{\max} > d_{\min}$ (relație evidentă); $D_{\min} > d_{\max}$
Ajustaj cu strângere	Câmpul de toleranțe al alezajului este complet deasupra câmpului de toleranțe al arborelui.	$D_{\max} < d_{\min}$; $D_{\min} < d_{\max}$ (relație evidentă)
Ajustaj intermediar	Câmpul de toleranțe al alezajului se interpătrunde complet cu câmpul de toleranțe al arborelui.	$D_{\max} > d_{\max}$; $D_{\min} < d_{\max}$
	Câmpul de toleranțe al alezajului se interpătrunde parțial cu câmpul de toleranțe al arborelui (îl intersectează în partea de sus a acestuia)	$D_{\max} > d_{\max}$; $D_{\min} > d_{\min}$
	Câmpul de toleranțe al alezajului se interpătrunde parțial cu câmpul de toleranțe al arborelui (îl intersectează în partea de jos a acestuia)	$D_{\max} < d_{\max}$; $D_{\min} > d_{\min}$

5.1.2. Identificarea tipului de ajustaj prin compararea dimensiunilor limită.

Metoda de comparare a dimensiunilor limită ale alezajului și arborelui nu necesită reprezentarea grafică a ajustajului, fiind suficientă calcularea valorilor limită pentru alezaj (D_{\max} și D_{\min}) și pentru arbore (d_{\max} și d_{\min}), dimensiunile care formează ajustajul considerat.

În urma comparării valorilor limită ale alezajului cu valorile limită ale arborelui, se evidențiază trei situații posibile, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere și intermediare.

Aceste situații sunt prezentate în tabelul 2

Notă: din raportul valorilor limită ale alezajului și arborelui, se pot identifica cele trei cazuri ale ajustajului, corespunzătoare poziției de suprapunere totală sau parțială a celor două câmpuri de toleranțe.

5.1.3. Identificarea tipului de ajustaj prin compararea abaterilor limită.

Metoda de comparare a abaterilor limită ale alezajului și arborelui este asemănătoare cu metoda de comparare a valorilor limită, deoarece, în relațiile dimensiunilor limită (D_{max} , D_{min} , respectiv, d_{max} , d_{min}), unul din termeni este dimensiunea nominală N .

În urma comparării abaterilor limită ale alezajului cu abaterile limită ale arborelui, se evidențiază trei situații posibile, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere și intermediare.

Aceste situații sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2.

Tipul ajustajului	Abateri limită comparate	Poziția corespunzătoare a câmpurilor de toleranțe
Ajustaj cu joc	$ES > ei$ (relație evidentă); $EI > es$.	Câmpul de toleranțe al alezajului este complet deasupra câmpului de toleranțe al arborelui.
Ajustaj cu strângere	$ES < ei$; $EI < es$ (relație evidentă)	Câmpul de toleranțe al alezajului este complet deasupra câmpului de toleranțe al arborelui.
Ajustaj intermediar	$ES > es$; $EI < ei$	Câmpul de toleranțe al alezajului se interpă-trunde complet cu câmpul de toleranțe al arborelui.
	$ES > es$; $EI > ei$	Câmpul de toleranțe al alezajului se interpă-trunde parțial cu câmpul de toleranțe al arborelui (îl intersectează în partea de sus a acestuia)
	$ES < es$; $EI > ei$	Câmpul de toleranțe al alezajului se interpă-trunde parțial cu câmpul de toleranțe al arborelui (îl intersectează în partea de jos a acestuia)

Notă: din raportul valorilor limită ale alezajului și arborelui, se pot identifica cele trei cazuri ale ajustajului, corespunzătoare poziției de suprapunere totală sau parțială a celor două câmpuri de toleranțe.

5.1.4. Identificarea tipului de ajustaj după semnul jocurilor și strângerilor limită.

Această metodă necesită calcularea jocurilor sau strângerilor limită pentru ajustajul considerat.

Între jocurile limită și strângerile limită există anumite legături, evidențiate de relațiile acestora:

$$J_{max} = ES - ei = -S_{min};$$

$$J_{\min} = EI - es = -S_{\max};$$

$$S_{\max} = es - EI = -J_{\min};$$

$$S_{\min} = ei - ES = -J_{\max};$$

Din relațiile jocurilor și strângerilor limită, se observă următoarele legături între acestea:

- jocul maxim al unui ajustaj este egal și de semn contrar cu strângerea minimă;
- jocul minim al unui ajustaj este egal și de semn contrar cu strângerea maximă;

Pe această relație dintre jocurile și strângerile limită, se bazează și metoda de identificare a tipului de ajustaj

Metoda constă în calcularea jocurilor limită (sau a strângerilor limită) pentru ajustajul considerat și observarea semnului acestora (pozitiv sau negativ).

În funcție de semnul jocurilor limită (sau strângerilor limită) calculate, se evidențiază trei situații posibile, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere și intermediare.

Aceste situații sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3.

Tipul ajustajului	Aplicarea metodei prin calcularea jocurilor limită	Aplicarea metodei prin calcularea strângerilor limită
Ajustaj cu joc	$J_{\max} > 0;$ $J_{\min} > 0.$	$S_{\max} < 0;$ $S_{\min} < 0.$
Ajustaj cu strângere	$J_{\max} < 0;$ $J_{\min} < 0.$	$S_{\max} > 0;$ $S_{\min} > 0.$
Ajustaj intermediar	$J_{\max} > 0;$ $J_{\min} < 0.$	$S_{\max} > 0;$ $S_{\min} < 0.$

5.2. 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**).

6. Modul de efectuare a lucrării de laborator.

Lucrarea de laborator nr. 5, constă în aplicații numerice la partea de toleranțe; deci se vor efectua calcule cu toleranțe dimensionale, pornind de la un alezaj și un arbore specificate prin următoarele elemente: valoarea nominală, **N** și clasa de toleranțe.

Se parcurg următoarele etape:

E1. Se stabilesc abaterile limită ale celor două dimensiuni tolerate, folosindu-se standardul cu abateri limită pentru arbori și alezaje ISO.

E2. Se calculează valorile limită și toleranța pentru alezajul și arborele specificate.

E3. Se reprezintă grafic câmpurile de toleranțe pentru cele două dimensiuni.

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

E4. 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.

E5. Se calculează jocurile/strângerile limită pentru ajustajul format.

E6. Se calculează toleranța ajustajului format.

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

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

7. Aplicații numerice rezolvate

7.1. Ajustaj cu joc

Se dau dimensiunile: **30F8 și 30h7.**

Se cere:

1. Să se determine abaterile limită (se folosește standardul cu abateri limită pentru arbori și alezaje: SR EN 20286-2: 1997) și să se calculeze valorile limită și toleranța arborelui și alezajului;

2. Să se reprezinte grafic câmpurile de toleranțe ale arborelui și alezajului;

3. Să se precizeze ce tip de ajustaj formează cele două dimensiuni (cu joc, cu strângere sau intermediar) și în ce sistem de ajustaje se încadrează (sistem alezaj unitar sau sistem arbore unitar); argumentare;

4. Să se calculeze jocurile/strângerile limită și toleranța ajustajului.

Rezolvare.

E1. Pentru dimensiunea 30 F8:

$$ES = +53 \mu\text{m}, EI = +20 \mu\text{m}$$

(din standard)

$$D_{\max} = N + ES = 30 + 0,053 = 30,053 \text{ mm};$$

$$D_{\min} = N + EI = 30 + 0,020 = 30,020 \text{ mm};$$

$$IT_A = ES - EI = 53 - 20 = 33 \mu\text{m}.$$

Pentru dimensiunea 30 h7:

$$es = 0, ei = -21 \mu\text{m}$$

(din standard)

$$d_{\max} = N + es = 30 + 0 = 30 \text{ mm};$$

$$d_{\min} = N + ei = 30 - 0,021 = 29,979 \text{ mm};$$

$$IT_a = es - ei = 0 - (-21) = 21 \mu\text{m}.$$

E2. Reprezentarea grafică a câmpurilor de toleranțe pentru cele două dimensiuni este dată în fig.7.

Ajustajul 30F8/h7

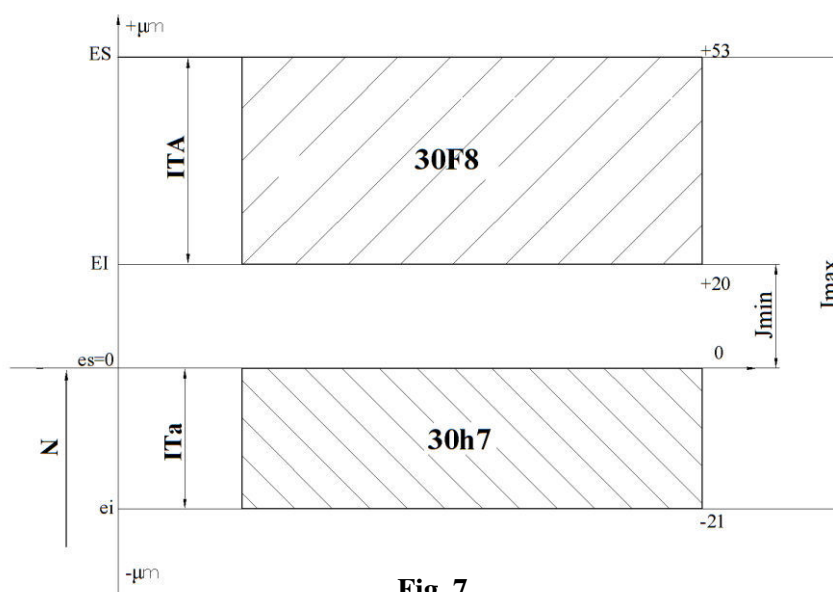


Fig. 7

E3. Cele două dimensiuni formează un ajustaj cu joc în sistem de ajustaje arbore unitar:

30F8/h7.

Argumentare: pe reprezentarea grafică a ajustajului 30F8/h7 (fig.7), câmpul de toleranță al alezajului este situat deasupra câmpului de toleranță al arborelui; este prezent arborele unitar **h**;

E4.

$$J_{\max} = ES - ei = 53 - (-21) = 74 \mu\text{m};$$

$$J_{\min} = EI - es = 20 - 0 = 20 \mu\text{m};$$

$$IT_{aj} = IT_A + IT_a = 33 + 21 = 54 \mu\text{m}.$$

Fiind un ajustaj cu joc:

$$IT_{aj} = IT_j = J_{\max} - J_{\min} = 74 - 20 = 54 \mu\text{m}.$$

7.2. Ajustaj cu strângere

Se dau dimensiunile: **45H8 și 45s7**.

Se cere:

1. Să se determine abaterile limită (se folosește standardul cu abateri limită pentru arbori și alezaje: SR EN 20286-2: 1997) și să se calculeze valorile limită și toleranța arborelui și alezajului;
2. Să se reprezinte grafic câmpurile de toleranțe ale arborelui și alezajului;
3. Să se precizeze ce tip de ajustaj formează cele două dimensiuni (cu joc, cu strângere sau intermediar) și în ce sistem de ajustaje se încadrează (sistem alezaj unitar sau sistem arbore unitar); argumentare;
4. Să se calculeze jocurile/strângerile limită și toleranța ajustajului.

Rezolvare.

E1. Pentru dimensiunea 45H8:

$ES = +39 \mu\text{m}$, $EI = 0 \mu\text{m}$
(din standard)

$D_{\text{max}} = N + ES = 45 + 0,039 = 45,039 \text{ mm}$;

$D_{\text{min}} = N + EI = 45 + 0 = 45 \text{ mm}$;

$IT_A = ES - EI = 39 - 0 = 39 \mu\text{m}$.

Pentru dimensiunea 45s7:

$es = +68 \mu\text{m}$, $ei = 43 \mu\text{m}$
(din standard)

$d_{\text{max}} = N + es = 45 + 0,068 = 45,068 \text{ mm}$

$d_{\text{min}} = N + ei = 45 + 0,043 = 45,043 \text{ mm}$;

$IT_a = es - ei = 68 - 43 = 25 \mu\text{m}$.

E2. Reprezentarea grafică a câmpurilor de toleranțe pentru cele două dimensiuni este dată în fig.8.

E3. Cele două dimensiuni formează un **ajustaj cu strângere: 45H8/s7**, în **sistem de ajustaje alezaj unitar**.

Argumentare: pe reprezentarea grafică a ajustajului **45H8/s7** (fig.8), câmpul de toleranță al alezajului este poziționat sub cel al arborelui, la o distanță egală cu S_{min} și este prezent alezajul unitar **H**.

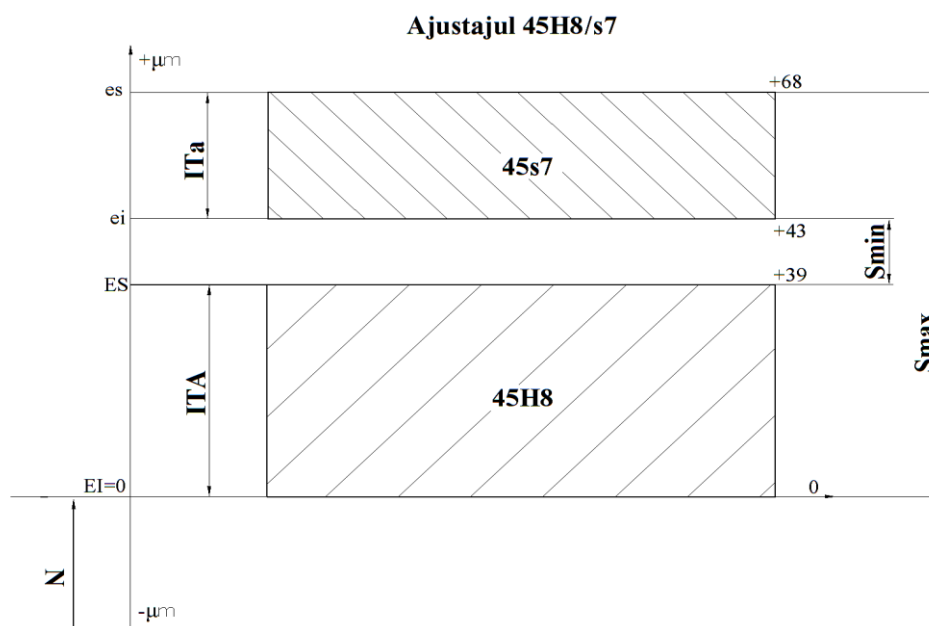


Fig. 8

E4.

$$S_{\max} = es - EI = 68 - 0 = 68 \mu\text{m};$$

$$S_{\min} = ei - ES = 43 - 39 = 4 \mu\text{m};$$

$$IT_{aj} = IT_A + IT_a = 39 + 25 = 64 \mu\text{m}.$$

Fiind un ajustaj cu strângere:

$$IT_{aj} = IT_s = S_{\max} - S_{\min} = 68 - 4 = 64 \mu\text{m}.$$

7.3. Ajustaj intermediar

Se dau dimensiunile: **30H8 și 30m7.**

Se cere:

1. Să se determine abaterile limită (se folosește standardul cu abateri limită pentru arbori și alezaje: SR EN 20286-2: 1997) și să se calculeze valorile limită și toleranța arborelui și alezajului;
2. Să se reprezinte grafic câmpurile de toleranțe ale arborelui și alezajului;
3. Să se precizeze ce tip de ajustaj formează cele două dimensiuni (cu joc, cu strângere sau intermediar) și în ce sistem de ajustaje se încadrează (sistem alezaj unitar sau sistem arbore unitar); argumentare;
4. Să se calculeze jocurile/strângerile limită și toleranța ajustajului.

Rezolvare.

Pentru dimensiunea 30H8:

$ES=+33 \mu\text{m}$, $EI=0$
(din standard)

$$D_{\max} = N + ES = 30 + 0,033 = 30,033 \text{ mm};$$

$$D_{\min} = N + EI = 30 + 0 = 30 \text{ mm};$$

$$IT_A = ES - EI = 33 - 0 = 33 \mu\text{m}.$$

Pentru dimensiunea 30m7:

$es=+29 \mu\text{m}$, $ei=+8 \mu\text{m}$
(din standard)

$$d_{\max} = N + es = 30 + 0,028 = 30,028 \text{ mm};$$

$$d_{\min} = N + ei = 30 + 0,008 = 30,008 \text{ mm};$$

$$IT_a = es - ei = 29 - 8 = 21 \mu\text{m}.$$

E2. Reprezentarea grafică a câmpurilor de toleranțe pentru cele două dimensiuni este dată în fig.9.

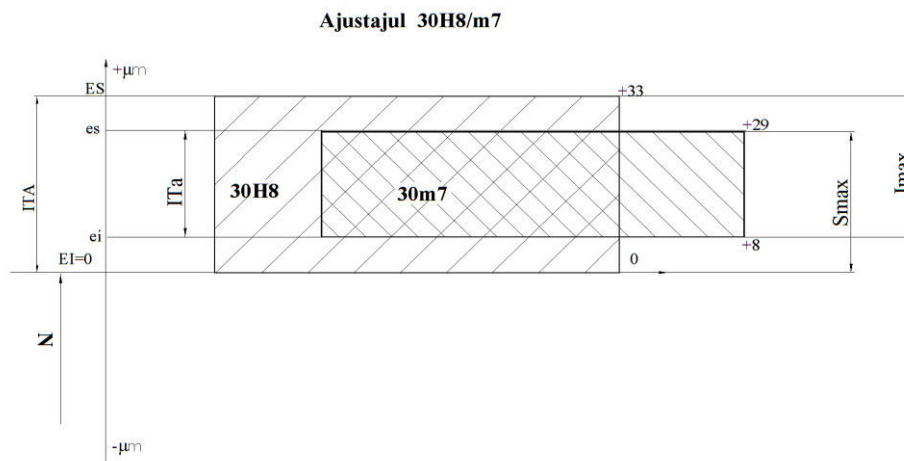


Fig. 9

E3. Cele două dimensiuni formează un **ajustaj intermediar: 30H8/m7**, în sistem de ajustaje alezaj unitar.

Argumentare: pe reprezentarea grafică a ajustajului **30H8/m7** (fig.9), câmpul de toleranță al alezajului și cel al arborelui se întrepătrund și este prezent alezajul unitar **H**.

E4.

$$J_{\max} = ES - ei = 33 - 8 = 25 \mu\text{m};$$

$$S_{\max} = es - EI = 29 - 0 = 29 \mu\text{m};$$

$$IT_{\text{aj}} = IT_A + IT_a = 33 + 21 = 54 \mu\text{m}.$$

Fiind un ajustaj intermediar:

$$IT_{\text{aj}} = IT_i = J_{\max} + S_{\max} = 25 + 29 = 54 \mu\text{m}.$$

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 5

Referatul întocmit de student va cuprinde:

- 1. **Conspectul lucrării de laborator**** cu următoarele puncte:
 - calcularea valorilor limită ale dimensiunii;
 - calcularea toleranței dimensionale;
 - reprezentarea grafică a câmpului de toleranțe pentru o dimensiune tolerată și fig. 1;
 - elementele caracteristice ale ajustajului;
 - tipuri de ajustaje: calcularea jocurilor și strângerilor limită, calcularea toleranței ajustajului cu joc, cu strângere, intermediar, reprezentarea grafică a ajustajelor (fig. 5 și 6);
 - sisteme de ajustaje;
 - modul de efectuare a lucrării de laborator;
 - aplicații rezolvate (facultativ).

- 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. 6

Iași, 2016

LANȚURI DE DIMENSIUNI

Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 6:

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

1. Scopul lucrării

Cunoașterea tipurilor de lanțuri de dimensiuni, cunoașterea problemelor privind rezolvarea 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 cotarea 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:

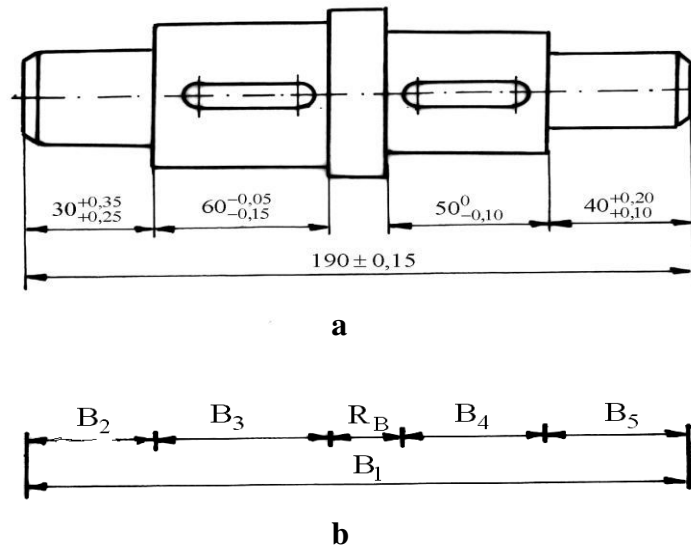


Fig.1

- 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).

2.1. Clasificarea lanțurilor de dimensiuni

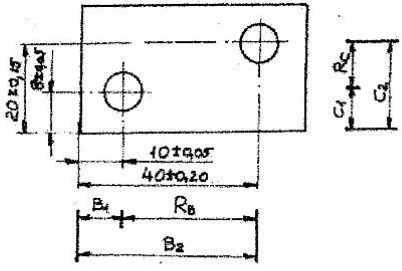
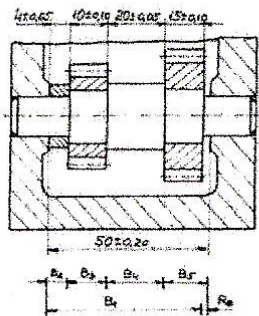

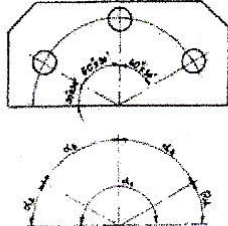
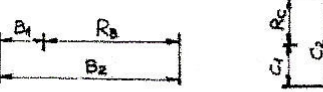
Lanțurile de dimensiuni se clasifică după mai multe criterii, cele mai importante fiind:

- 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.

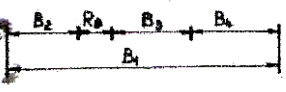
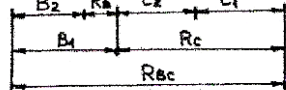
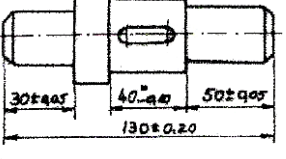
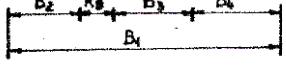
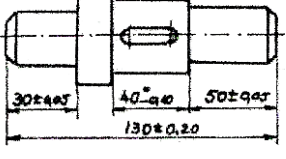
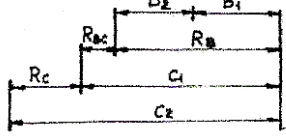
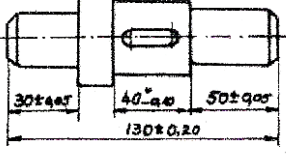
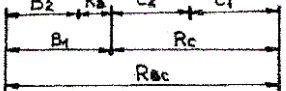
Clasificarea lanțurilor de dimensiuni, după criteriile prezentate, categoriile de lanțuri de dimensiuni, caracteristici definitorii ale acestora, exemple și reprezentarea convențională a acestora, sunt prezentate în tabelul 1.

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 Apartenența 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.	 

2.2.1.

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.

3.1. 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.

3.1.1. 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 și 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.

3.1.2. 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:

$$N_{RB} = \sum_{i=1}^m N_{Bi} - \sum_{j=m+1}^n N_{Bj} \quad . \quad (2)$$

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:

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

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

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

3.1.3. Metoda probabilistică de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni

Metoda probabilistică de rezolvare a problemei directe a lanțurilor de dimensiuni, constă în obținerea dimensiunii de închidere prin determinarea valorii nominale (cu ajutorul uneia din metodele prezentate), iar pentru calcularea abaterilor limită. se ține seama de faptul că dimensiunile componente efective sunt mărimi cu caracter întâmplător, având distribuții proprii.

Metoda probabilistică se aplică prin parcurgerea următoarelor etape:

E.1 se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni dat;

E.2. se calculează valoarea nominală a dimensiunii de închidere, folosind una din metodele:

- metoda algebrică: din ecuația lanțului de dimensiuni;
- metoda de maxim și minim: cu ajutorul relației (1);

E.3. se determină toleranța, calculată probabilistic, a dimensiunii de închidere, luând în considerare următoarele ipoteze:

- dimensiunile componente efective sunt mărimi cu caracter întâmplător și respectă legea de distribuție normală, Gauss-Laplace;
- amplitudinea intervalului de împrăștiere este egală cu toleranța dimensiunii de închidere.

Pentru cazul general, al unui lanț de dimensiuni cu n dimensiuni componente, B_i , $i = 1, \dots, n$, toleranța probabilă a dimensiunii de închidere, se obține relația:

$$IT_{RB_{pr}} = K_D \times \sqrt{\sum_{j=1}^n IT_{B_j}^2} , \quad (5)$$

unde K_D este un coeficient de dispersie, care se calculează cu relația:

$$K_D = (1,8 \div 0,8) \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n IT_{B_i}^2}}{\sum_{i=1}^n IT_{B_i}} . \quad (6)$$

Din relația (6) se evidențiază faptul că toleranța dimensiunii de închidere determinată prin metoda probabilistică, are valoare mai mică decât valoarea obținută prin aplicarea metodei algebrice sau a metodei de maxim și minim;

E.4. se calculează abaterile limită ale dimensiunii de închidere.

Abaterile limită se pot calcula în două moduri:

M1. pornind de la abaterile limită teoretice, determinate fie prin metoda algebrică fie prin metoda de maxim și minim (fig. 2.a.);

pentru calcularea abaterii superioare se aplică relația:

$$ES_{RB_{pr}} = ES_{RB} - \frac{IT_{RB} - IT_{RB_{pr}}}{2}; \quad (7)$$

pentru calcularea abaterii inferioare se aplică relația:

$$EI_{RB_{pr}} = EI_{RB} - \frac{IT_{RB} - IT_{RB_{pr}}}{2}; \quad (8)$$

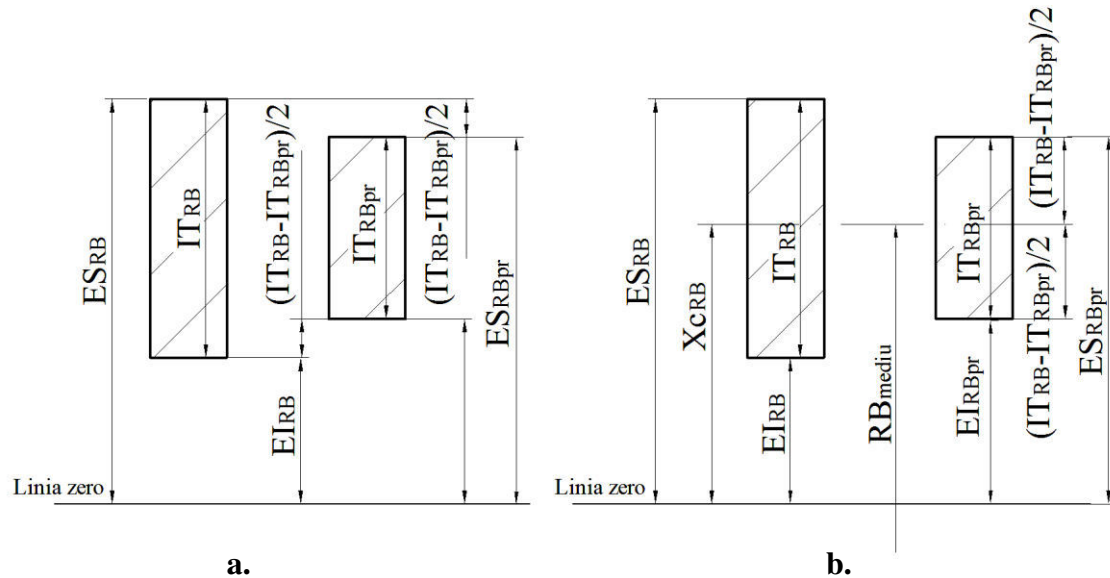


Fig. 2

M2. prin stabilirea unei valori centrale X_{CRB} , aflată la mijlocul câmpului de toleranță al dimensiunii de închidere, iar abaterile limită se calculează în funcție de această valoare centrală (fig. 2.b.);

pentru calcularea abaterii superioare se aplică relația:

$$ES_{RB_{pr}} = X_{CRB} + \frac{IT_{RB_{pr}}}{2}; \quad (9)$$

pentru calcularea abaterii inferioare se aplică relația:

$$EI_{RB_{pr}} = X_{CRB} - \frac{IT_{RB_{pr}}}{2}. \quad (10)$$

3.2. Metode de rezolvare a problemei inverse a lanțurilor de dimensiuni

Pentru rezolvarea problemei inverse a lanțurilor de dimensiuni (în scopul determinării toleranțelor și abaterilor limită ale dimensiunilor componente, atunci când se cunosc valorile nominale ale dimensiunilor componente, valoarea nominală și abaterile limită ale dimensiunii de închidere), se utilizează următoarele metode:

- metoda toleranței medii;
- metoda probabilistică.

3.2.1. Metoda toleranței medii de rezolvare a problemei inverse a lanțurilor de dimensiuni

Scopul metodei îl constituie determinarea toleranțelor și abaterilor limită ale dimensiunilor primare ale lanțului considerat, astfel încât, prin asamblarea neselectivă a pieselor componente, dimensiunea de închidere să aibă valorile limită prescrise prin proiectare.

Metoda se recomandă pentru rezolvarea lanțurilor de dimensiuni obținute în producția de serie mare și de masă.

Se parcurg următoarele etape:

E.1. se consideră ipoteza conform căreia toleranțele dimensiunilor componente sunt egale între ele ($IT_{B_1} = IT_{B_2} = \dots = IT_{B_n}$) și egale cu o valoare medie, IT_{med} , calculată cu relația:

$$IT_{med} = \frac{IT_{RB}}{n} \quad (11)$$

în care n reprezintă numărul de dimensiuni primare ale lanțului, iar IT_{RB} este valoarea, cunoscută, a toleranței dimensiunii de închidere., care se calculează cu relația (4).

E.2. se stabilește toleranța fiecărei dimensiuni componente (mai mică, egală sau mai mare decât toleranța medie) în funcție de importanța dimensiunii componente în cadrul lanțului de dimensiuni și de dificultățile tehnologice de realizare.

Notă: la stabilirea toleranțelor dimensiunilor componente se va respecta satisfacerea relației (4).

E.3. se identifică dimensiunile componente măritoare și dimensiunile componente reducătoare din lanțul de dimensiuni.

E.4. se calculează valorile abaterilor limită ale dimensiunilor componente, în cu ajutorul toleranțelor stabilite la etapa 2 și în funcție de poziția câmpului de toleranță al fiecărei dimensiuni componente față de linia zero, astfel:

- câmpul de toleranță al dimensiunilor măritoare vor avea aceeași poziție, în raport cu linia zero, ca și poziția câmpului de toleranță al dimensiunii de închidere;
- câmpul de toleranță al dimensiunilor reducătoare vor avea poziția inversă (în raport cu linia zero) față de poziția câmpului de toleranță al dimensiunii de închidere;

Notă: toleranțele dimensiunilor primare, determinate prin metoda toleranței medii, pot avea și alte poziții dacă, pornind de la soluția prezentată anterior, abaterile limită se micșorează sau se măresc, cu aceeași valoare și în același sens, atât la dimensiunile măritoare, cât și la cele reducătoare.

4. Aplicații numerice rezolvate

Aplicația nr. 1.

Se consideră piesa din fig.3.

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.

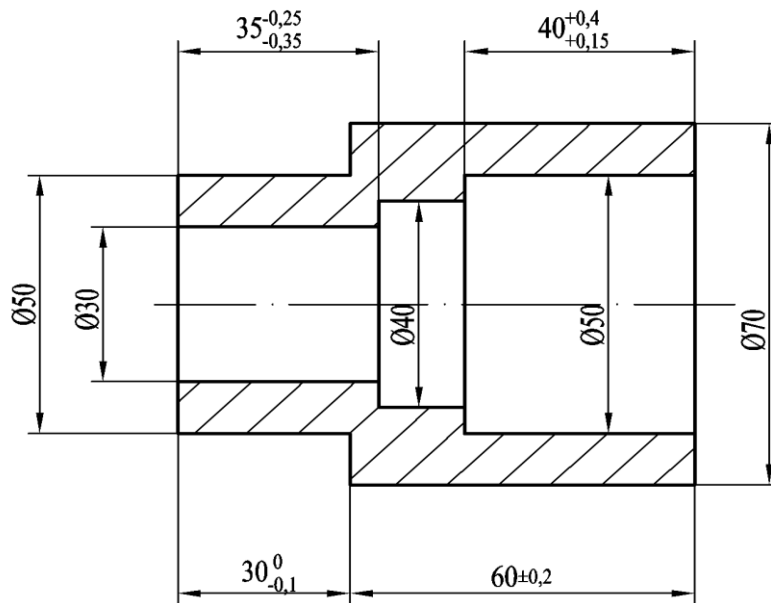


Fig. 3

Rezolvare

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

Aplicarea metodei algebrice

E.1. Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni; se stabilește originea și sensul de parcurs (fig.4);

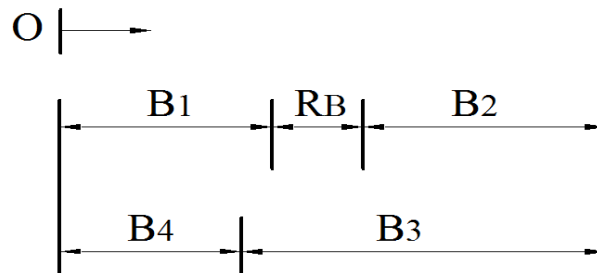


Fig. 4

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

$$B_1 + R_B + B_2 - B_3 - B_4 = 0.$$

E.3. Se scrie relația dimensiunii de închidere:

$$R_B = B_3 + B_4 - B_1 - B_2.$$

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

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

se obține:

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

Dimensiunea de închidere este:

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

Aplicarea metodei de de maxim și minim.

E.1. Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni (fig. 5).

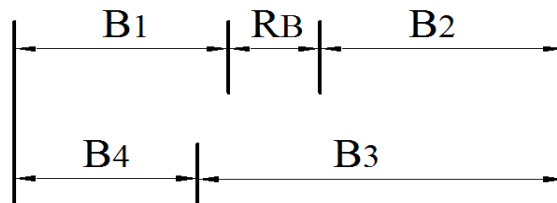


Fig. 5

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

- dimensiuni măritoare: **B₁, B₂**;
- dimensiuni reducătoare: **B₃, B₄**.

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

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

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

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

Abaterea superioară:

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

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

Abaterea inferioară:

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

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

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.

Aplicația nr. 2.

Se consideră piesa din fig.5.a.

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.

Rezolvare

Aplicarea metodei algebrice

E.1. Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni; se stabilește originea și sensul de parcurs (fig.5.b);

Notă: din desenul de execuție (fig. 5.a), se identifică dimensiunea de închidere (dimensiunea cotate cu "?", între paranteze); de asemenea, se obține valoarea dimensiunii B_2 , egală cu jumătate din diametrul suprafeței cilindrice interioare (aceeași regulă se aplică și la abaterile limită).

Deci: $B_2 = 10 \pm 0,05 \text{ mm.}$

E.2. Se scrie ecuația lanțului de dimensiuni (pe reprezentarea convențională din fig. 5.b, s-a stabilit o origine/ punct de plecare și un sens de parcurs):

$$B_1 - R_B - B_2 - B_3 - B_4 = 0$$

E.3. Se scrie relația dimensiunii de închidere:

$$R_B = B_1 - B_2 - B_3 - B_4$$

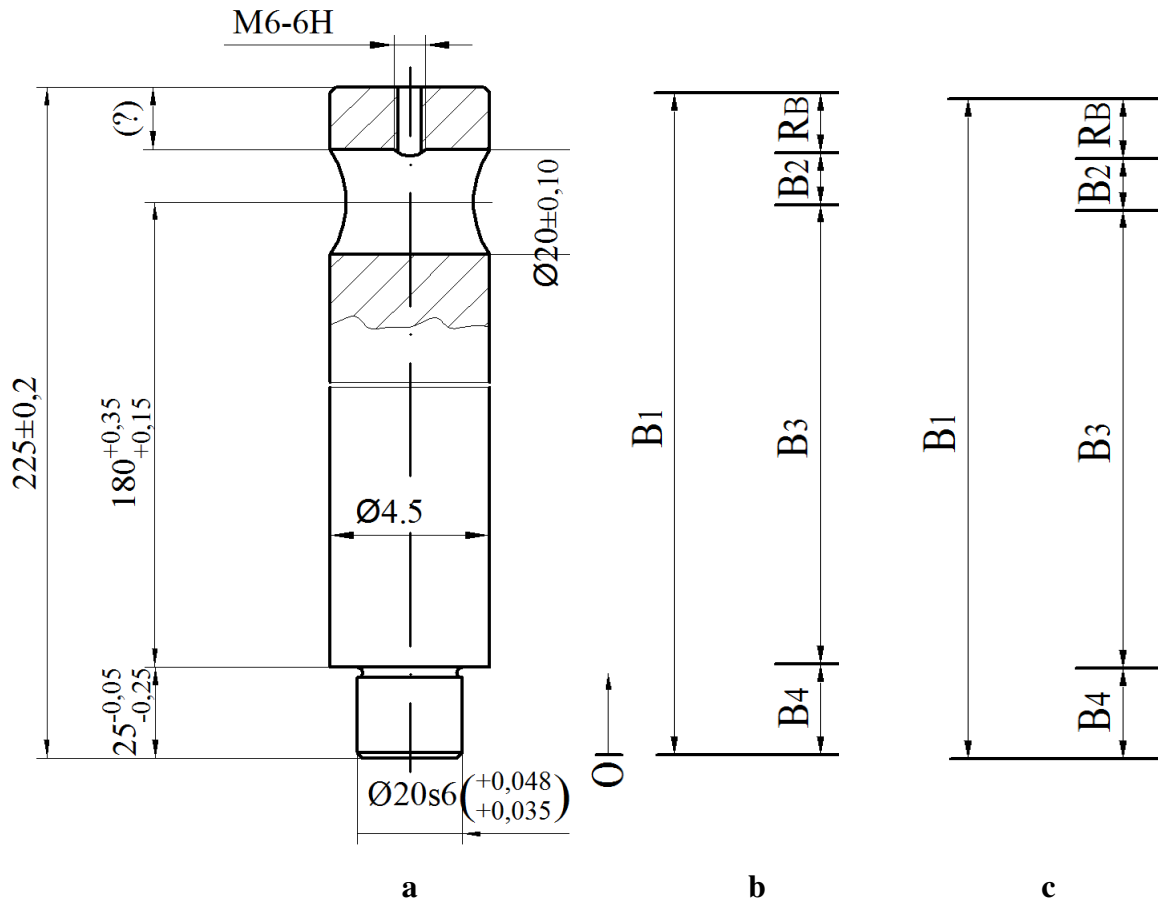


Fig. 5

E.4. Se calculează (simultan) valoarea nominală, abaterea superioară și abaterea inferioară pentru dimensiunea de închidere (se vor lua în considerare observațiile a și b):

$$R_B = 225^{+0,20}_{-0,20} - (10^{+0,05}_{-0,05}) - (180^{+0,35}_{+0,15}) - (25^{-0,05}_{-0,25}),$$

se obține:

$$R_B = (225 - 10 - 180 - 25)^{+0,20+0,05-0,15+0,25}_{-0,20-0,05-0,35+0,05}$$

Dimensiunea de închidere este:

$$R_B = 10^{+0,35}_{-0,55} \text{ mm}$$

Aplicarea metodei de de maxim și minim.

E.1. Se reprezintă convențional lanțul de dimensiuni (fig. 5.c).

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

- dimensiuni măritoare: B_1 ;
- dimensiuni reducătoare: B_2, B_3, B_4 .

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

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

$$N_{R_B} = 225 - (10 + 180 + 25) = 225 - 215 = 10\text{mm}$$

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

Abaterea superioară:

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

$$ES_{R_B} = 0,20 - (-0,05 + 0,15 - 0,25) = 0,20 + 0,15 = 0,35 \text{ mm.}$$

Abaterea inferioară:

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

$$EI_{R_B} = -0,20 - (0,05 + 0,35 - 0,05) = -0,20 - 0,35 = -0,55\text{mm}$$

Se obține dimensiunea de închidere:

$$R_B = 10^{+0,35}_{-0,55} \text{ mm}$$

Verificarea proprietății toleranței dimensiunii de închidere:

- se calculează toleranța dimensiunii de închidere:

$$ITR_B = ES - EI = 0,35 - (-0,55) = 0,90\text{mm}$$

- se calculează suma toleranțelor dimensiunilor componente:

$$\sum_{i=1}^4 ITB_i = 0,40 + 0,10 + 0,20 + 0,20 = 0,90\text{mm}$$

Deoarece:

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

se poate considera că proprietatea toleranței dimensiunii de închidere se verifică.

5. Modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării.

Lucrarea de laborator constă în rezolvarea problemei directe a unui lanț de dimensiuni la o piesă specificată, prin aplicarea metodei algebrice și a metodei de maxim și minim.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. se execută desenul de execuție al piesei (schiță de mână);

E2. se identifică tipul lanțului de dimensiuni care trebuie rezolvat (conform criteriilor de clasificare din tabelul 1);

E3. se rezolvă lanțul de dimensiuni prin metoda algebrică;

E4. se rezolvă lanțul de dimensiuni prin metoda de maxim și minim;

E5. 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.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 6

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. conspectul lucrării de laborator cu următoarele puncte:

- reprezentarea convențională a lanțurilor de dimensiuni, cu fig. 1;
- rezolvarea problemei directe a lanțurilor de dimensiuni prin metoda algebrică;
- rezolvarea problemei directe a lanțurilor de dimensiuni prin metoda de maxim și minim;
- modul de efectuare a lucrării de laborator;
- aplicații numerice rezolvate (facultativ).

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. 7

Iași, 2016

INDICAREA TOLERANȚELOR DIMENSIONALE ȘI GEOMETRICE ÎN DOCUMENTAȚIA DE EXECUȚIE

Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 7:

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

1. Scopul lucrării

- Cunoașterea specificațiilor convenționale 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 notarea 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 execuție și a ajustajelor pe desenul de ansamblu.

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.

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

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

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

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	40 h7;	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	-

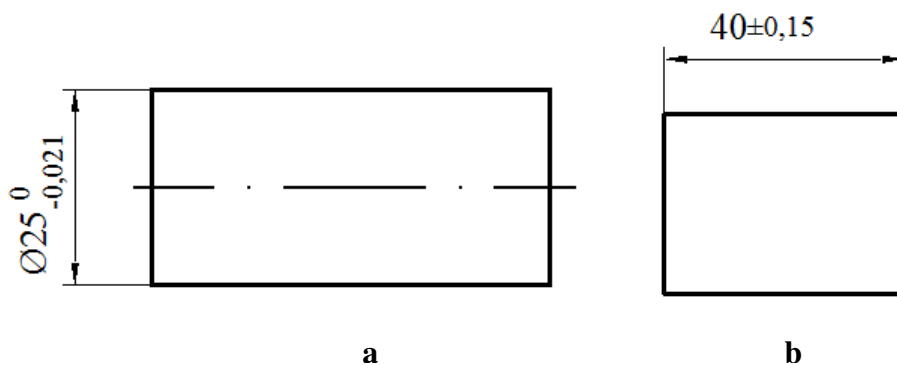


Fig. 1

Indicarea toleranței dimensionale prin înscrierea abaterilor limită

a. abateri limită diferite; b- abateri limită simetrice

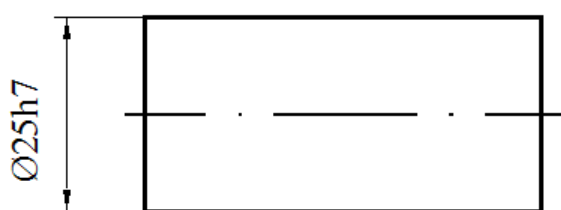


Fig. 2

Indicarea toleranței dimensionale prin înscrierea clasei de toleranțe

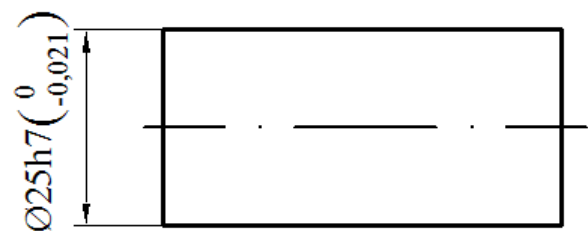


Fig. 3

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

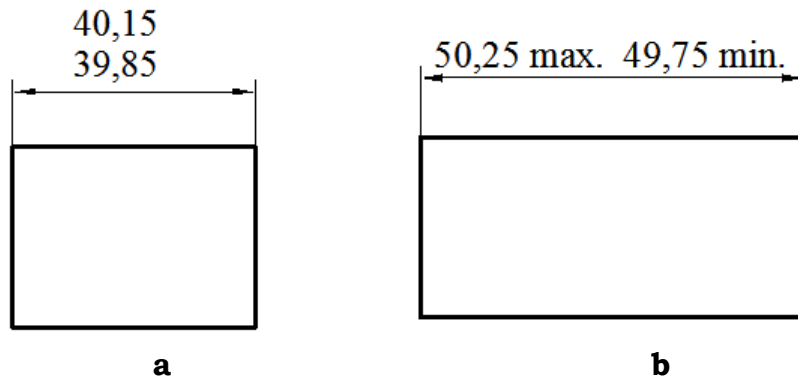


Fig. 4

Indicarea toleranței dimensionale prin înscrisura valorilor limită

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

3.1.2. Specificații de suplimentare utilizate la tolerarea dimensiunilor.

Specificațiile suplimentare sunt simbolurile grafice literale și numerice folosite pentru indicarea unor condiții suplimentare de execuție a dimensiunilor tolerate și care se referă la următoarele aspecte:

- toleranța dimensională prescrisă trebuie respectată pe întreg elementul dimensional sau pe o porțiune din lungimea acestuia;
- toleranța dimensională prescrisă trebuie respectată în orice secțiune transversală a elementului dimensional, sau într-o secțiune specificată a acestuia;
- toleranța dimensională prescrisă este comună mai multor elemente dimensionale;
- alte aspecte: aplicarea condiției de înfășurătoare, toleranțe prescrise pieselor nerigide, etc.

Aceste simboluri se înscriu pe desenul de execuție, după valoarea toleranței notată prin simbolurile de bază.

Specificațiile suplimentare sunt, în general restrictive, indicând faptul că toleranța dimensională trebuie respectată pe porțiuni specificate ale elementului dimensional.

Atunci când toleranța se aplică întregului element dimensional, specificațiile suplimentare sunt implicite și este permisă omiterea lor din desenul de execuție.

Specificațiile de suplimentare folosite la tolerarea dimensiunilor sunt prezentate în tabelul 2.

Notă: o serie de simboluri suplimentare pot fi considerate implicite, chiar prin modul de cotare și indicare pe desen, deci, pot să lipsească de pe desen; exemplu: specificația “ACS”. Totuși, pentru a nu exista nici o ambiguitate în interpretarea notațiilor, se recomandă înscrisura și a simbolurilor implicite.

Specificații suplimentare pentru dimensiuni tolerate

Tabelul 2

Nr crt	Descriere	Tipul specificației	Simbol	Exemple de indicare	Figura
1.	Toleranța este prescrisă pentru orice secțiune transversală	Specificație implicită	ACS	$10\pm 0,1 \text{ ACS}$	5.a, b
2.	Toleranța este prescrisă pentru o secțiune transversală specificată	Specificație restrictivă	SCS	$10\pm 0,1 \text{ SCS}$	6.a,b,c
3.	Toleranța este prescrisă pentru orice porțiune de lungime specificată a restrictivă a elementului	Specificație restrictivă	/lungime	$10\pm 0,1 / 5$	7.a, b
4.	Toleranța este prescrisă între (două puncte A și B)	Specificație restrictivă	\longleftrightarrow	$10\pm 0,1 \text{ A} \longleftrightarrow \text{B}$	8.a, b
5.	Aceeași toleranță pentru mult de un element	Specificație implicită	Numărul și simbolul „x”	$2 \times 10\pm 0,1$	9. a
6.	Toleranță comună mai multor elemente dimensionale	Specificație restrictivă	CT	$2 \times 10\pm 0,1 \text{ CT}$	9. b
7.	Condiția de înfășurătoare	Specificație restrictivă	\textcircled{E}	$10\pm 0,1 \textcircled{E}$	10.a, c
8.	Condiția de independență	Specificație restrictivă	\textcircled{F}	$10\pm 0,1 \textcircled{F}$	10.b, c

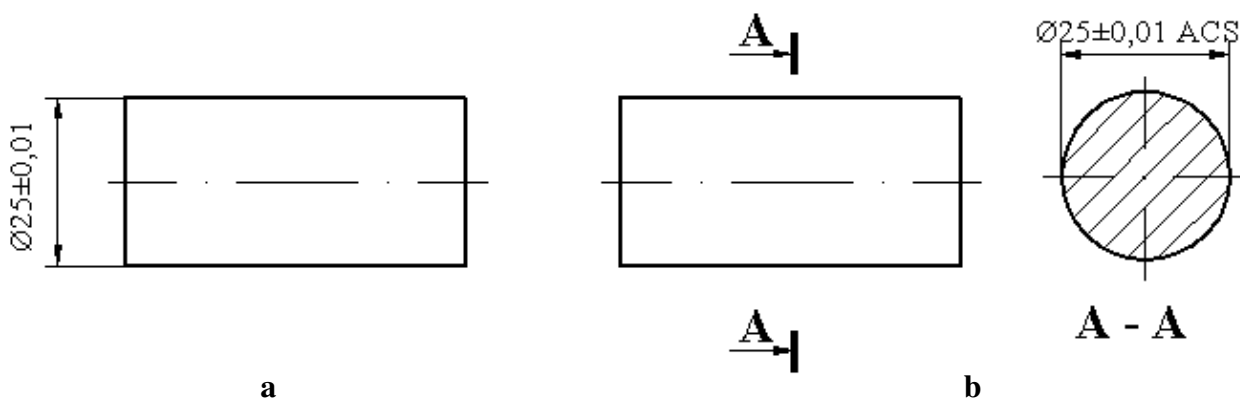


Fig. 5

Toleranța dimensională este prescrisă în orice secțiune transversală
 a.- specificația este implicită (simbolul „ACS” lipsă); b- simbolul „ACS” este prezent

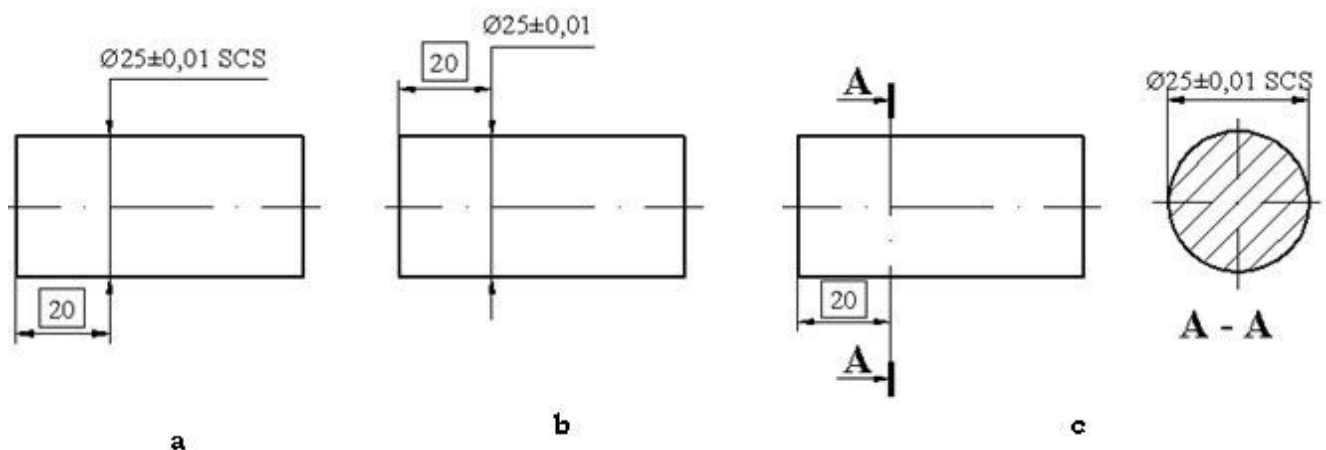


Fig. 6

Toleranța dimensională este prescrisă într-o secțiune transversală specificată

- a.- indicarea poziției secțiunii în aceeași vedere cu simbolul „SCS”; b.- indicarea poziției secțiunii în aceeași vedere (fără simbolul „SCS”); c.- indicarea poziției secțiunii în vedere, indicarea toleranței dimensionale în secțiune cu simbolul „SCS”

Notă: poziția secțiunii transversale față de baza de cotare se stabilește prin dimensiuni teoretic exacte (cote încadrate).

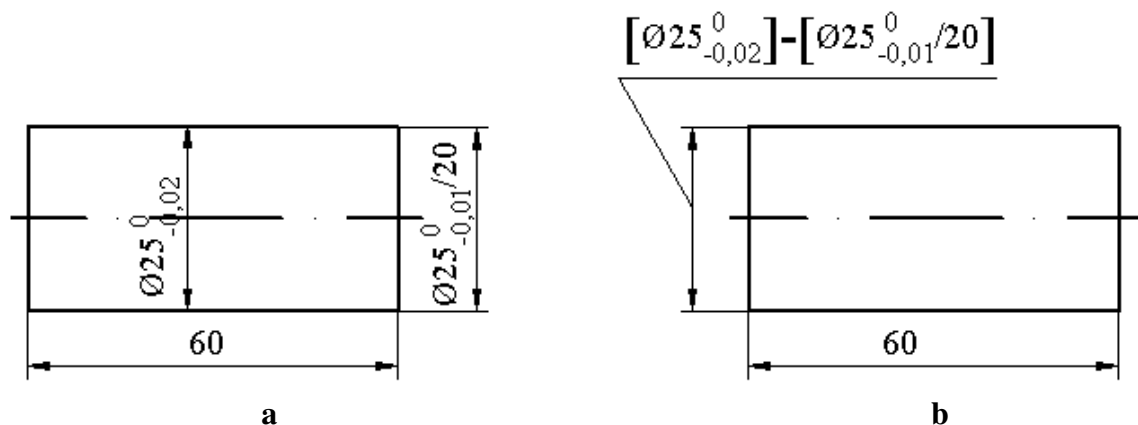


Fig. 7

Toleranța dimensională este prescrisă pentru o lungime specificată

- a.- indicarea toleranțelor dimensionale cu două linii de cotă;
b.- indicarea toleranțelor dimensionale cu o singură linie de cotă.

Interpretarea indicațiilor din fig. 7.a și b: toleranța dimensională de 0,02 mm este prescrisă pentru întreaga lungime a arborelui, iar toleranța de 0,01 mm trebuie respectată pentru fiecare 20 mm din lungimea arborelui.

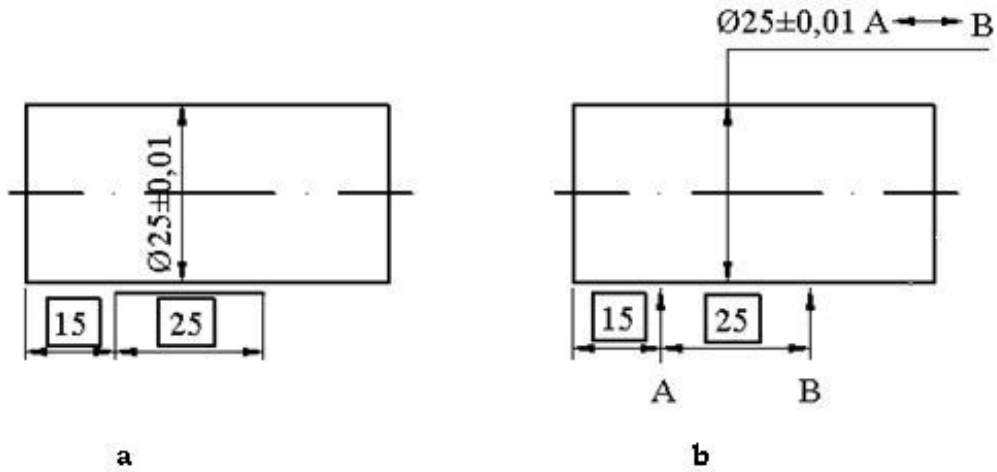


Fig. 8

Toleranța dimensională este prescrisă pe o lungime între două puncte specificate

- a.- indicarea poziției de început a porțiunii și a lungimii acesteia prin dimensiuni teoretic exacte;
- b.- indicarea poziției de început a porțiunii, a lungimii și a punctelor de început și sfârșit ale ei.

Notă: poziția secțiunii transversale față de baza de cotare se stabilește prin dimensiuni teoretic exacte (cote încărate).

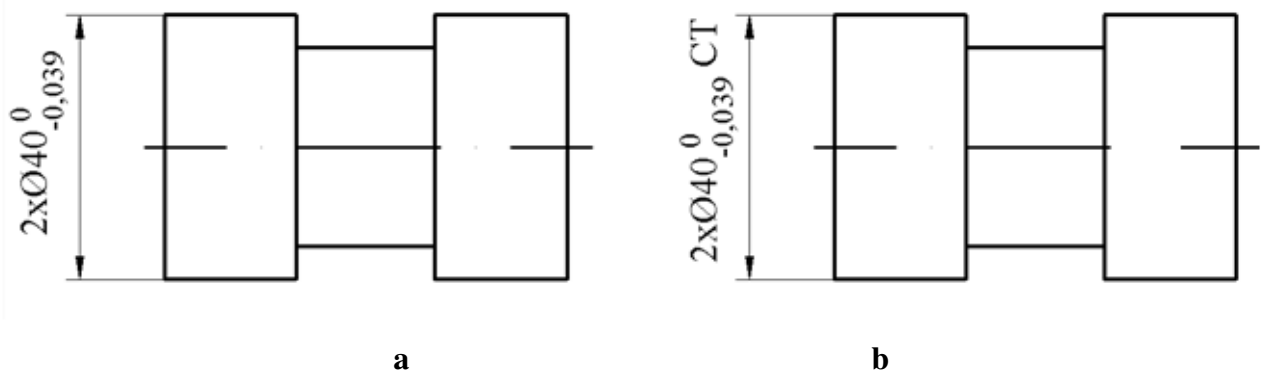


Fig. 9

Toleranța dimensională este comună pentru două elemente distincte

- a.- indicarea numărului de elemente care au toleranța comună;
- b.- indicarea numărului de elemente care au toleranța comună și a simbolului „CT”;

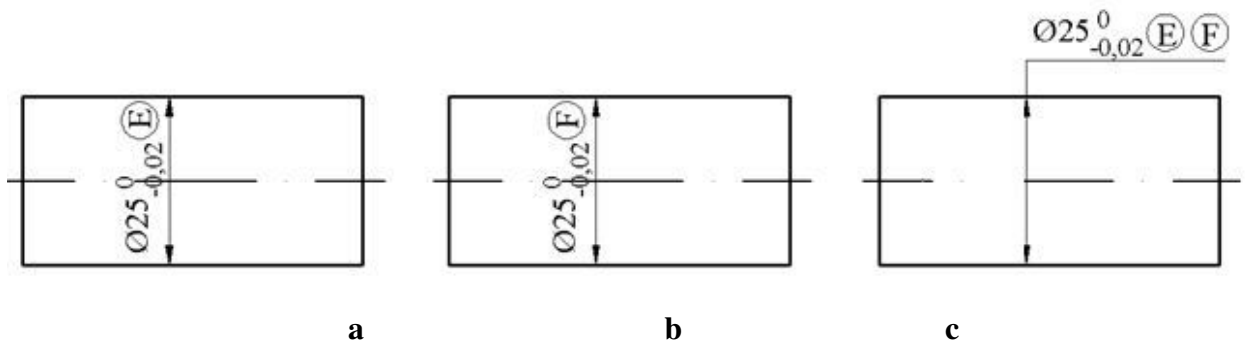


Fig. 10

- a.- indicarea condiției de înfășurătoare;
- b.- indicarea condiției de independență (indicarea toleranței pentru piese nerigide aflate în stare liberă);
- c.- indicarea simultană a celor două condiții.

3.2. 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.

Indicarea ajustajelor pe desenul de ansamblu, se realizează în două moduri distincte (tabelul 3):

- **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 (tabelul 3);

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

- **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 (tabelul 3).

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

Specificații pentru indicarea ajustajelor

Tabelul 3

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_{h7}^{H8} ; $30H8/h7$	11.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_{h7}^{H8}	11.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.	$40H8 \left(\begin{smallmatrix} +0,033 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ $40h7 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,021 \end{smallmatrix} \right)$	12.a
4.	Cu două linii de cotă	Valorile limită ale dimensiunii înscrise una sub alta	hole $40_0^{+0,033}$ schaft $40_{-0,021}^0$	12.b
5.	Cu două linii de cotă	Valorile limită ale dimensiunii înscrise una după alta	1 $40_0^{+0,033}$ 2 $40_{-0,021}^0$	12.c

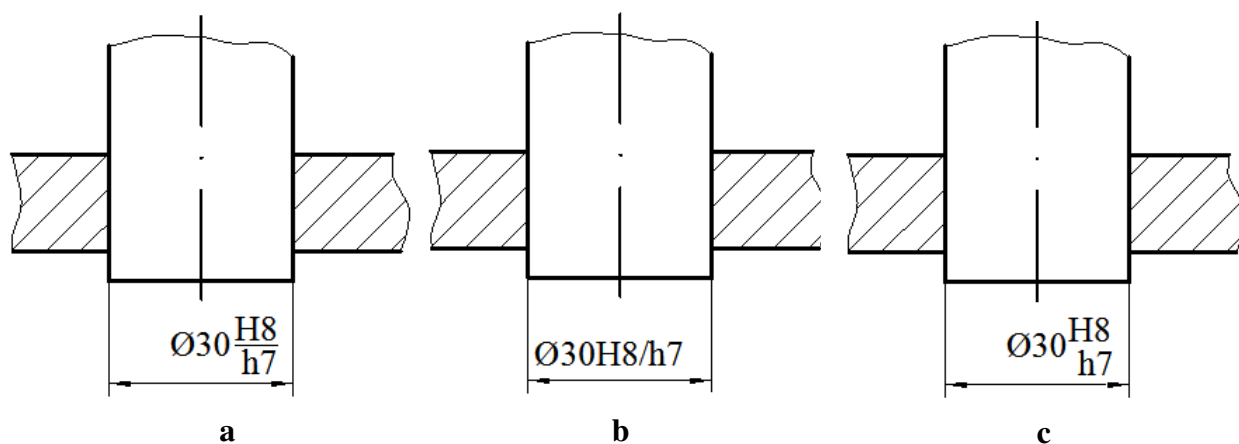


Fig. 11. Indicarea ajustajelor

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

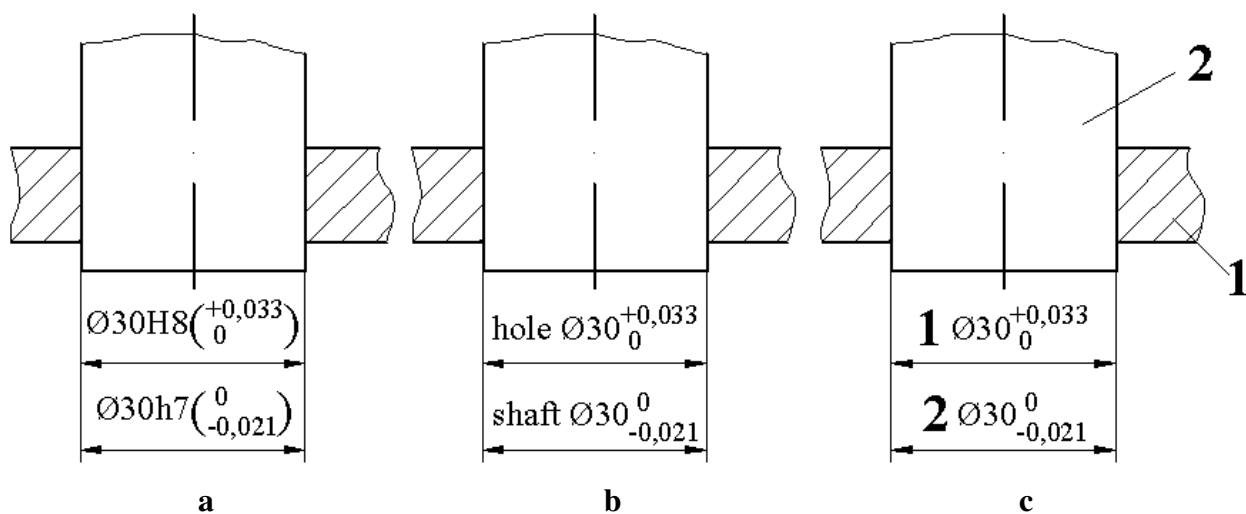


Fig. 12. Indicarea ajustajelor

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.

4. Indicarea toleranțelor geometrice pe desenele de execuție

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 (altă 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.

4.1. 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 folosite la tolerarea dimensiunilor sunt prezentate în tabelul 4.

Toleranțele geometrice individuale (de formă macrogeometrică, de orientare și de poziție relativă) sunt indicate printr-un simbol grafic de bază numit *cadru de toleranță* trasat cu linie subțire; acesta este legat de elementul geometric tolerat (pentru care se prescrie toleranța geometrică) printr-o linie de indicație cu săgeată.

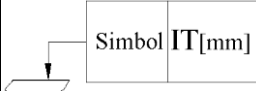
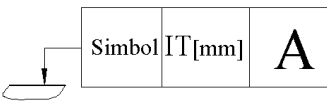
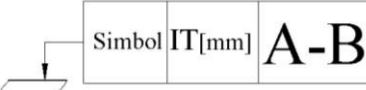
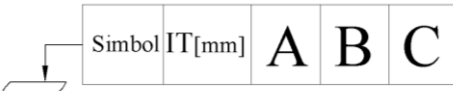
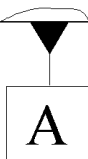
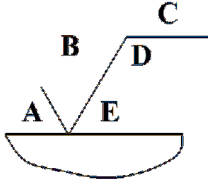

Cadrul de toleranță are două casete obligatorii, la care se pot atașa una până la trei casete în care se înscriu următoarele elemente:

- în prima casetă se înscrie simbolul grafic al caracteristicii geometrice tolerate;
- în a doua casetă se înscrie valoarea toleranței geometrice în milimetri,

- următoarele una până la trei casete sunt folosite pentru înscrierea simbolurilor literale ale bazelor de referință.

Specificații de bază pentru tolerare geometrică

Tabelul 4

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 5.

Simboluri pentru caracteristici geometrice

Tabelul 5

Caracteristica geometrică		Simbol grafic	Bază de referință necesară	Figura
Formă macro-geometrică	Rectilinitate		Nu	13, 14, 15
	Planitate		Nu	16
	Circularitate		Nu	17, 18
	Cilindricitate		Nu	19
	Forma dată a profilului		Nu	20, 21
	Forma dată a suprafeței		Nu/ Da	22
Formă micro-geometrică	Rugozitatea suprafețelor	Simboluri literale ale parametrilor de rugozitate		41.a
Orientare	Paralelism		Da	23, 24, 25
	Înclinare		Da	26
	Perpendicularitate		Da	27, 28, 29, 30
Poziție relativă	Poziția nominală		Da/ Nu	32
	Concentricitate (a centrelor)		Da	34
	Coaxialitate (a axelor)		Da	35
	Simetrie		Da	36
	Bătaie radială circulară		Da	37
	Bătaie frontală circulară		Da	38
	Bătaie radială totală		Da	39
	Bătaie frontală totală		Da	40

4.2. Specificații de suplimentare utilizate la tolerarea caracteristicilor geometrice

Specificațiile suplimentare sunt simbolurile grafice literale și numerice folosite pentru indicarea unor condiții suplimentare de execuție a caracteristicilor geometrice tolerate și care se referă la următoarele aspecte:

- toleranța geometrică prescrisă trebuie respectată pe întreg elementul geometric sau pe o porțiune din lungimea acestuia;
- toleranța geometrică prescrisă trebuie respectată în orice secțiune transversală a elementului geometric sau într-o secțiune specificată a acestuia;
- toleranța geometrică prescrisă este comună mai multor elemente geometrice;
- alte aspecte: indicarea aplicării unor condiții sau principii de tolerare, indicarea direcției sau orientării unor plane de secționare, toleranțe prescrise pieselor nerigide, etc.










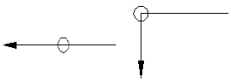
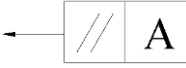


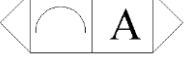
Aceste specificații suplimentare se înscriu prin simboluri grafice sau literale, fie în interiorul cadrului de toleranță, fie în afara acestuia.

Specificațiile de suplimentare folosite la tolerarea dimensiunilor sunt prezentate în tabelul 6.

Notă: o serie de simboluri suplimentare pot fi considerate implicite, chiar prin modul de cotare și indicare pe desen, deci, pot să lipsească de pe desen; exemplu: specificația “ACS”. Totuși, pentru a nu exista nici o ambiguitate în interpretarea notațiilor, se recomandă înscrierea și a simbolurilor implicite.

Specificații suplimentare pentru tolerate geometrică

Tabelul 6

Nr crt	Descriere	Simbol	Figura
1	Indicarea bazei de referință suplimentară		-
2	Indicarea unui element geometric median (plan median, axă de rotație, plan de simetrie)		-
3	Zonă de toleranță dispusă neegal.	UZ	-
4	Toleranța geometrică este prescrisă pe o porțiune a elementului geometric, între (două puncte). Semnificația „între”		-
5	Toleranța geometrică este prescrisă pe o porțiune a elementului geometric, între (două puncte). Semnificația „de la....la”		-
6	Indicarea zonei de toleranțe proiectată		-
7	Aplicarea principiului maximului de material		-
8	Aplicarea condiției minimului de material		-
9	Aplicarea condiției de înfășurătoare		-
10	Aplicarea condiției de stare liberă (pentru piese nerigide)		-
11	Toleranța geometrică este prescrisă în jurul elementului geometric (pe un contur închis)		-
12	Indicarea zonei de toleranțe comune	CZ	-
13	Indicarea direcției elementului geometric		Simboluri utilizate la tolerarea geometrică pe desene 3D
14	Indicarea reuniunii unor plane		
15	Indicarea planului de intersecție		
16	Indicarea orientării planului de intersecție		
17	Indicarea stării suprafețelor	Îndepărtare obligatorie de material	41.b,c
		Fără îndepărtare de material	

4.3. Indicarea toleranțelor de formă pe desenele de execuție

Pentru indicarea toleranței la forma macrogeometrică a elementelor geometrice, se utilizează cadrul de toleranțe cu primele două casete obligatorii în care se înscriu elementele (tabelul 4):

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

Cadrul de toleranțe se atașează, printr-o linie subțire de indicație cu săgeată la elementul geometric tolerat, astfel:

- direct de elementul geometric (pe conturul acestuia);
- indirect, pe o linie subțire ajutătoare;
- în continuarea liniei de cotă, atunci când elementul geometric tolerat este un plan median sau, axa unei suprafețe de rotație.

Notă: indicarea planului median sau a axei de rotație, se poate realiza și cu ajutorul simbolului suplimentar "A", înscris într-un cerc (tabelul 6).

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 într-o a treia casetă, care se atașează la cadrul de toleranțe, în dreapta casetei a II-a.

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

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

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

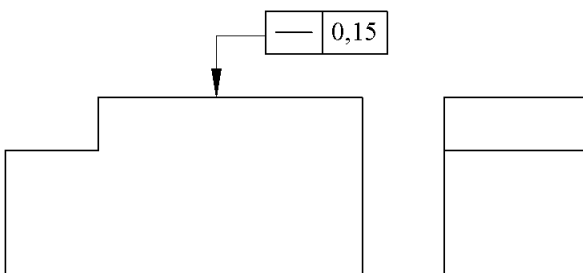


Fig. 13

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

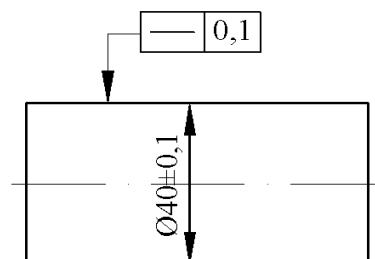


Fig. 14

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

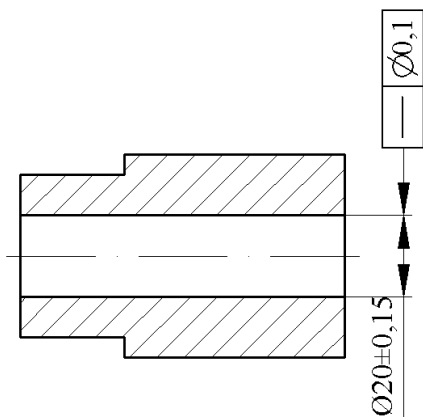


Fig. 15

Interpretare: toleranța la rectilinitate a axei suprafeței cilindrice interioare cu N=20mm, este 0,1 mm

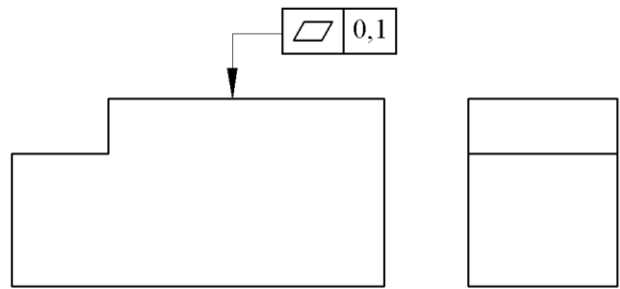


Fig. 16

Interpretare: toleranța la planitate a suprafeței plane superioare, este 0,1 mm

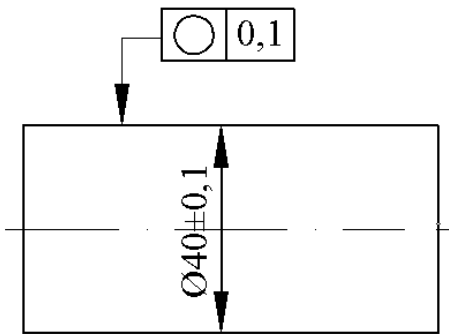


Fig. 17

Interpretare: toleranța la circularitate a fiecărei secțiuni transversale a suprafeței cilindrice, este 0,1 mm

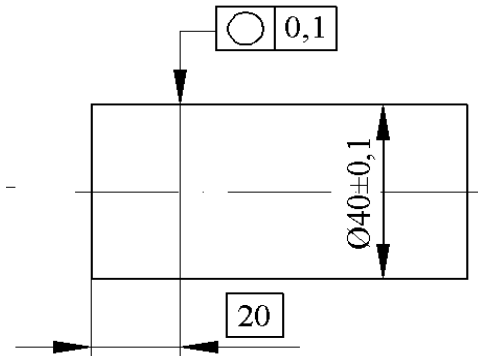


Fig. 18

Interpretare: toleranța la circularitate a secțiunii transversale a suprafeței cilindrice, poziționată la 20 mm de la baza de cotare din stânga, este 0,1 mm

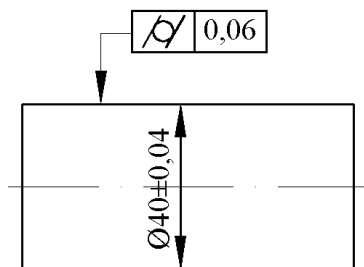


Fig. 19

Interpretare: toleranța la cilindricitate a suprafeței cilindrice, este 0,04 mm

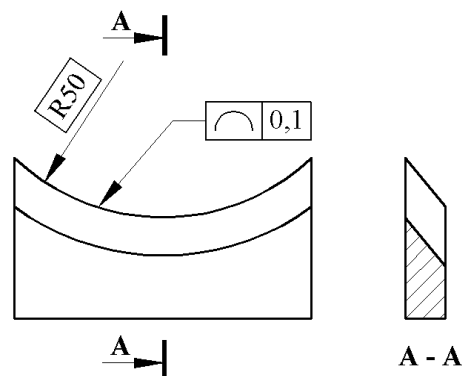


Fig. 20

Interpretare: toleranța la forma dată a profilului, este 0,1 mm

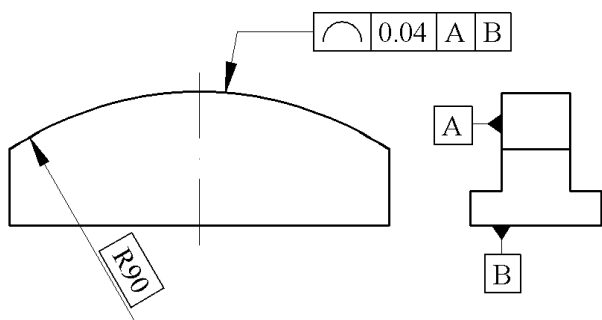


Fig. 21

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

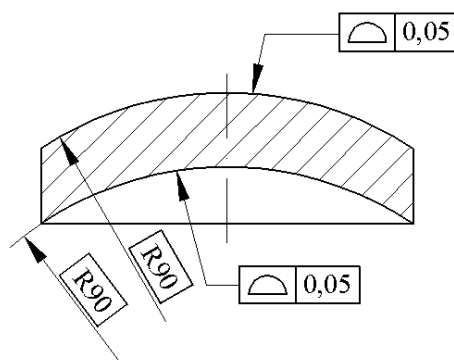


Fig. 22

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

4.4. Indicarea toleranțelor de orientare pe desenele de execuție

Pentru indicarea toleranței la orientare a elementelor geometrice, se utilizează cadrul de toleranțe cu primele două casete obligatorii și una până la trei casete, în care se înscriu elementele:

- în prima casetă din stânga se înscrie simbolul grafic al caracteristicii de orientare pentru care se prescrie toleranța de orientare;
- în a doua casetă se înscrie valoarea toleranței de orientare (mărimea zonei de toleranță), în milimetri;
- în a treia casetă 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, în casetele a III- a, a IV- a și a V- a se înscriu simbolurile literale ale bazelor de referință care compun sistemul de baze de referințe.

Notă: un cadru de toleranțe poate conține minim două casete și maxim cinci casete.

Baza de referință se indică, pe desenul de execuție, printr-o casetă în care se înscrie simbolul literal al elementului geometric specificat drept bază de referință; caseta se atașează printr-o linie subțire terminată cu triunghi înnegrit 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 execuție, împreună cu identificarea elementelor înscrise (interpretarea notațiilor de pe desen).

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

- caracteristica tolerată (ce caracteristică geometrică este tolerată pe desen): *se observă simbolul grafic în prima casetă;*
- elementul geometric tolerat (care a primit toleranță): *se observă de care element geometric este legat cadrul de toleranțe;*
- valoarea toleranței geometrice: *se observă valoarea numerică, dată în milimetri, din a doua casetă a cadrului de toleranțe;*
- baza de referință sau sistemul de baze de referință specificate: *se observă simbolul literal din caseta a III-a, respectiv, simbolurile literale și din casetele a IV- a și a V- a;*
- 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.

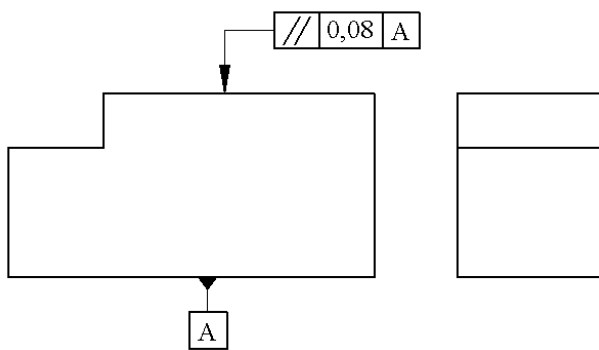


Fig. 23

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

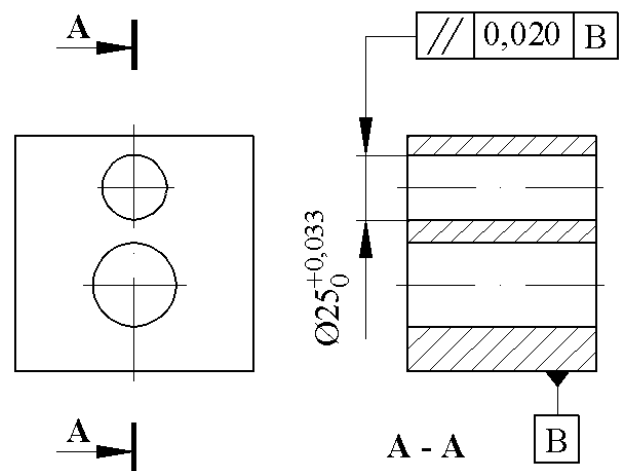


Fig. 24

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

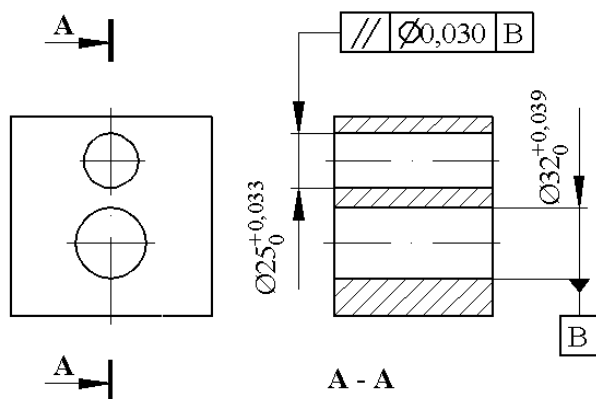


Fig. 25

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.

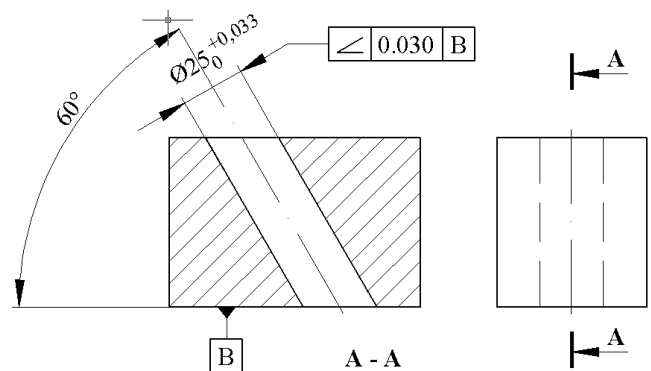


Fig. 26

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

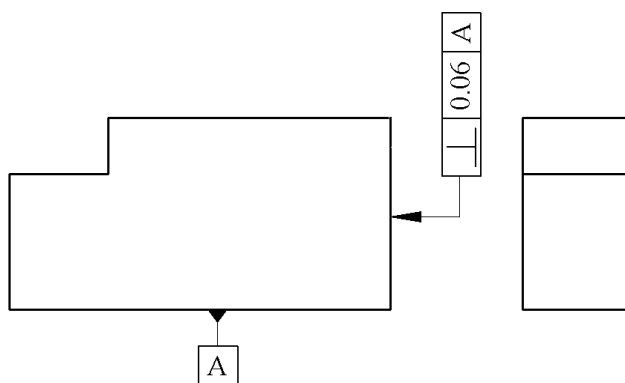


Fig. 27

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

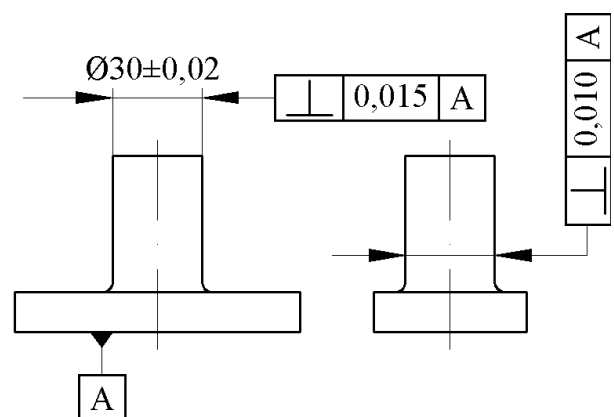


Fig. 28

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.

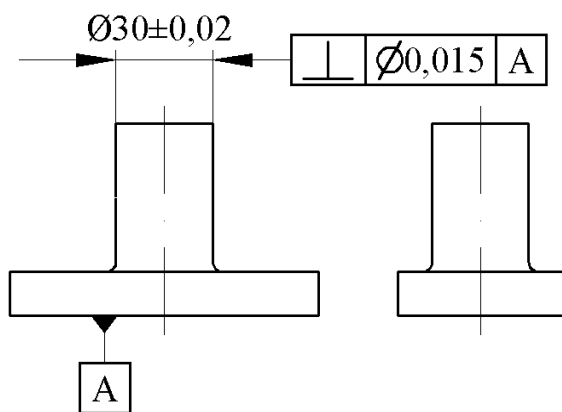


Fig. 29

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.

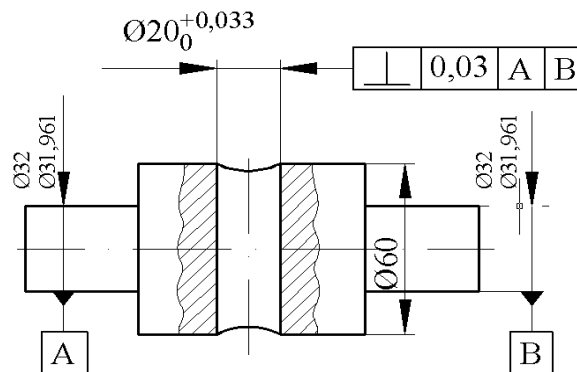


Fig. 30

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 (axele suprafețelor cilindrice cu $N=32$ mm), este 0,03 mm.

4.5. Indicarea toleranțelor de poziție relativă pe desenele de execuție

Pentru indicarea toleranței la poziția relativă a elementelor geometrice, se utilizează cadrul de toleranțe cu primele două casete obligatorii și una până la trei casete, în care se înscriu elementele:

- în prima casetă din stânga se înscrie simbolul grafic al caracteristicii de poziție relativă pentru care se prescrie toleranța de poziție relativă;
- în a doua casetă se înscrie valoarea toleranței de poziție relativă (mărimea zonei de toleranță), în milimetri;
- în a treia casetă 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, în casetele a III- a, a IV- a și a V- a se înscriu simbolurile literale ale bazelor de referință care compun sistemul de baze de referințe.

Notă: un cadru de toleranțe poate conține minim două casete și maxim cinci casete.

Baza de referință se indică, pe desenul de execuție, printr-o casetă în care se înscrie simbolul literal al elementului geometric specificat drept bază de referință; caseta se atașează printr-o linie subțire terminată cu triunghi înnegrit 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 poziție relativă pe desenele de execuție, împreună cu identificarea elementelor înscrise (interpretarea notațiilor de pe desen).

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

- caracteristica tolerată (ce caracteristică geometrică este tolerată pe desen): *se observă simbolul grafic în prima casetă;*
- elementul geometric tolerat (care a primit toleranță): *se observă de care element geometric este legat cadrul de toleranțe;*
- valoarea toleranței geometrice: *se observă valoarea numerică, dată în milimetri, din a doua casetă a cadrului de toleranțe;*
- baza de referință sau sistemul de baze de referință specificate: *se observă simbolul literal din caseta a III- a, respectiv, simbolurile literale și din casetele a IV- a și a V- a;*
- 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.

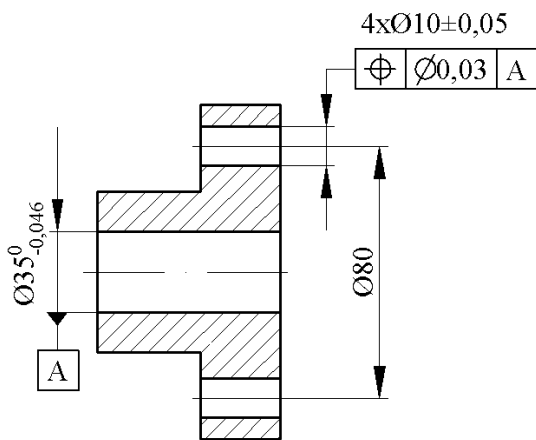


Fig. 31

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.

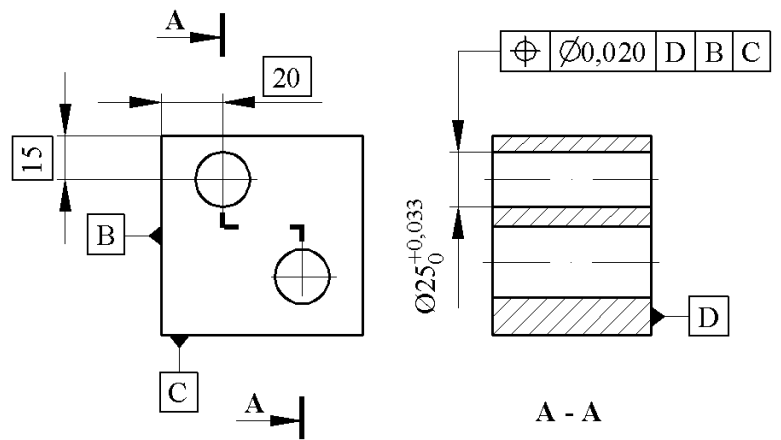


Fig. 32

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).

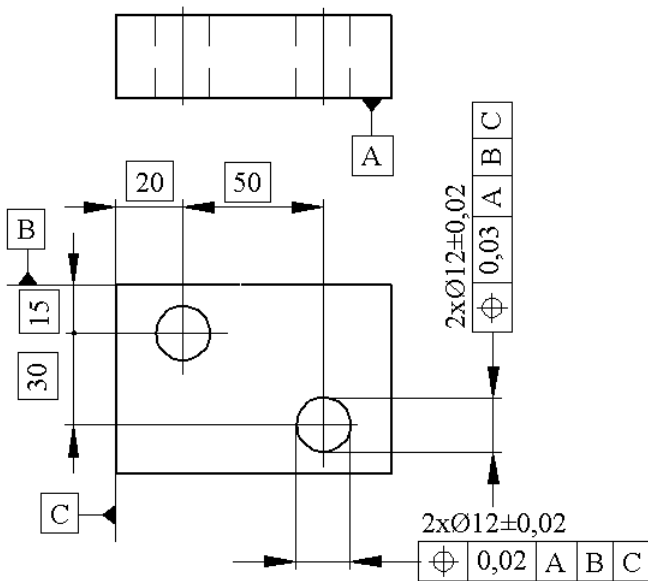


Fig. 33

Interpretare: toleranța la poziția nominală a axelor celor două suprafețe cilindrice interioare cu $N=12$ mm, în raport cu sistemul de baze de referințe 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.

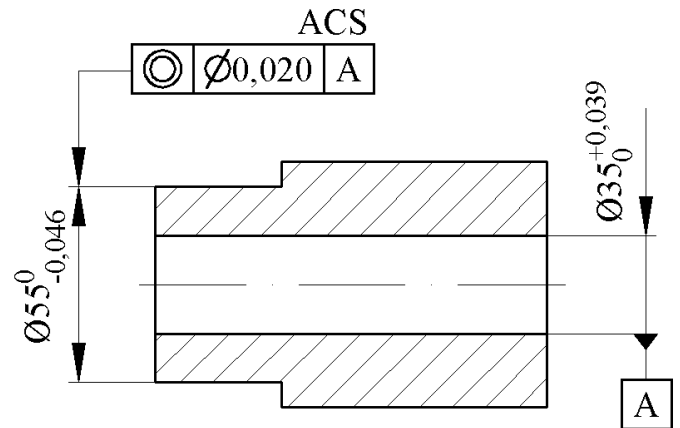


Fig. 34

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.

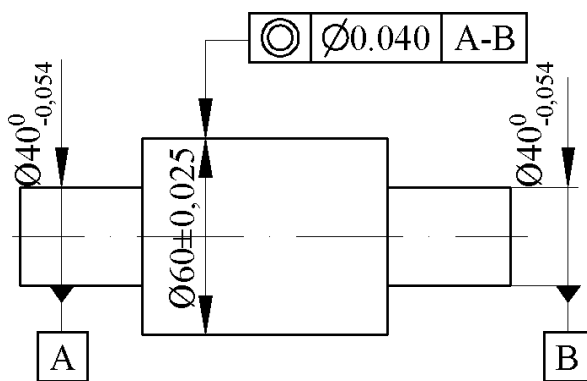


Fig. 35

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.

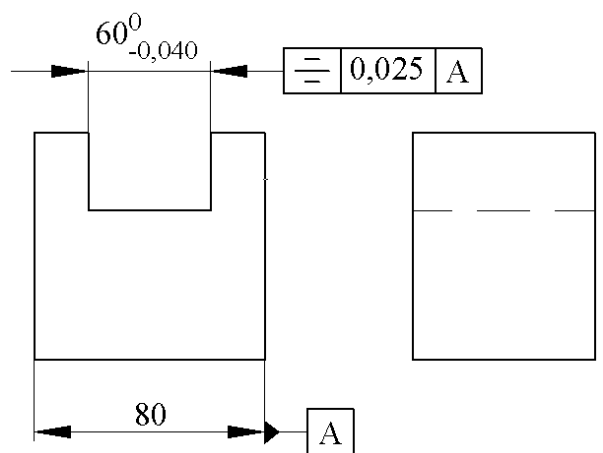


Fig. 36

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.

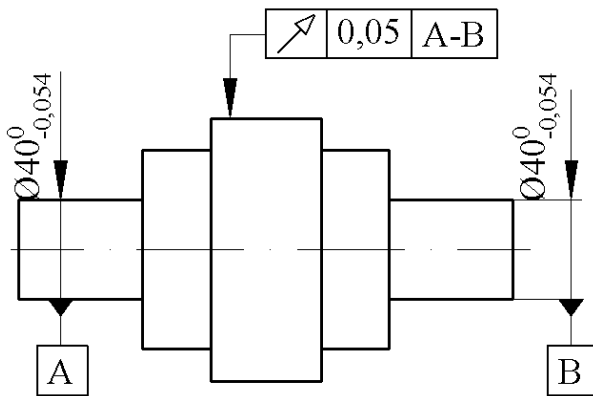


Fig. 37

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.

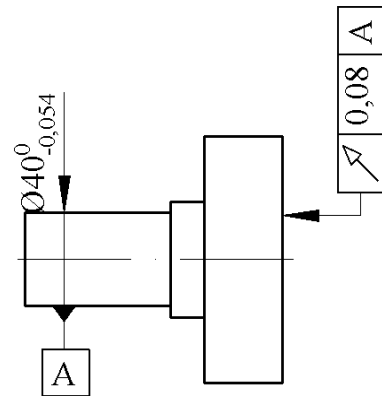


Fig. 38

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.

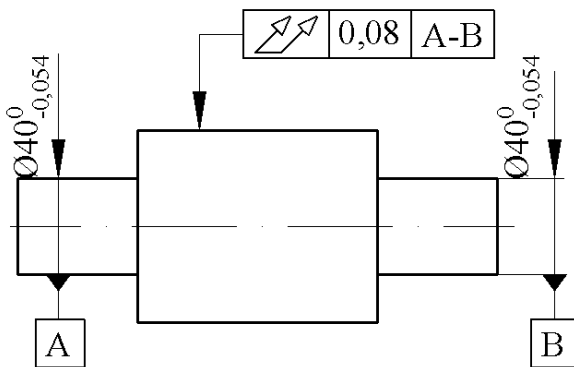


Fig. 39

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.

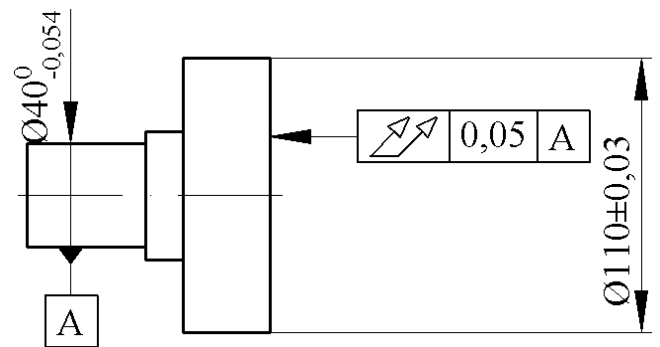


Fig. 40

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.

4.6. Indicarea stării suprafețelor pe desenele de execuție

Starea suprafețelor se referă la caracteristicile dimensionale și de formă ale rugozității suprafețelor.

Notă: a nu se face confuzie cu noțiunea de calitate a suprafețelor, care privește și caracteristicile fizice și mecanice ale stratului superficial al materialului.

Specificarea stării suprafețelor pe desenele de execuție se realizează prin înscrierea valorilor maxime pentru parametrii de profil ai rugozității, aleși spre a defini profilul nominal al suprafeței considerate.

Pentru înscrierea parametrilor de rugozitate pe desenul de reper, se utilizează simboluri grafice convenționale, astfel:

- un simbol de bază (tabelul 4), în jurul căruia, în zone specificate, se notează valori ale parametrilor de rugozitate precum și alte informații suplimentare, folosind simboluri grafice, literale și numerice;
- două simboluri suplimentare (tabelul 6).

Simbolul de bază

Simbolul de bază (fig.41.a), prezintă 5 zone (A, B, C, D, E), în care se înscriu valori numerice și simboluri grafice și/sau literale, pentru următorii parametri de rugozitate:

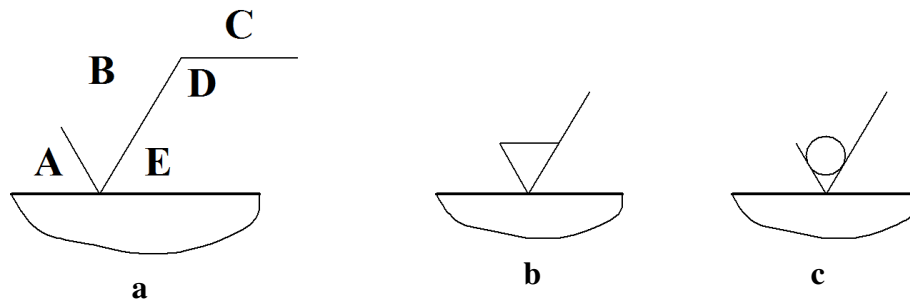


Fig. 41

Simbolii grafice convenționale pentru indicarea stării suprafețelor

- în zona **A** se înscrie valoarea adaosului de prelucrare la prelucrarea suprafeței [mm];
- în zona **B** se înscrie simbolul literal al parametrului de rugozitate, urmat de valoarea maximă prescrisă [μm];

Notă: atunci când se prescrie valoarea parametrului de rugozitate R_a , este permisă înscrierea numai a valorii numerice a acestuia, fără simbolul literal.

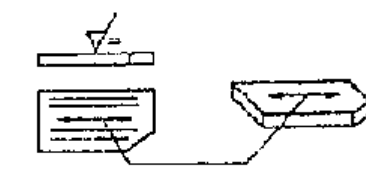
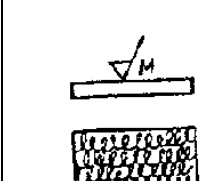
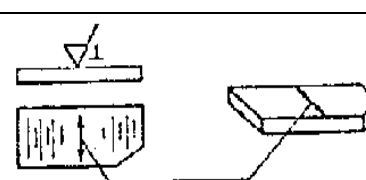
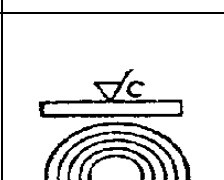
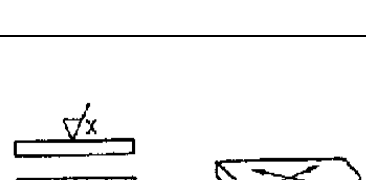
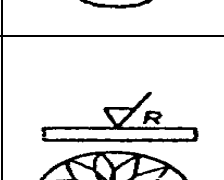
- în zona **C** se înscriu date suplimentare privind tehnologia de prelucrare (ex.: frezare, rectificare, etc.);
- în zona **D** se înscrie valoarea lungimii de bază [mm], pentru determinarea parametrului de rugozitate prescris (dacă aceasta nu este o valoare standardizată); valorile lungimii de bază în limitele cărora se determină parametrii de rugozitate sunt stabilite prin standard.

Notă: valoarea lungimii de bază se va înscrie numai când este diferită de cea stabilită prin standard.

- în zona **E**: simbolul literal sau grafic pentru direcția orientării microneregularităților, conform tabelului 7.

Simboluri grafice pentru orientarea microneregularităților

Tabelul 7

Simbol	Orientarea neregularităților	Exemple	Simbol	Orientarea neregularităților	Exemple
=	Paralelă cu planul de proiecție a suprafeței simbolizate		M	În mai multe direcții oarecare	
⊥	Perpendiculară pe planul de proiecție a suprafeței simbolizate		C	Aproximativ circulară și concentrică față de cercul suprafeței simbolizate	
X	Încrucișată, înclinată față de planul de proiecție a suprafeței simbolizate		R	Aproximativ radială față de centrul suprafeței simbolizate	

Simboluri suplimentare

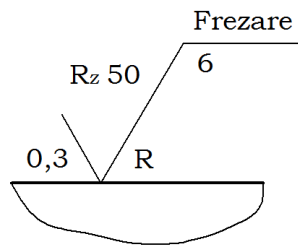
În afară de simbolul de bază se mai utilizează două simboluri suplimentare, cu semnificațiile:

- simbolul din fig. 41.b: îndepărtare obligatorie de material;
- simbolul din fig. 41.c: fără îndepărtare de material (menținerea suprafeței respective în stadiul de la operația precedentă).

Exemple de înscriere individuală și de identificare a valorilor pentru parametrii de rugozitate pe desene de execuție.

Exemplul I.

Notare pe desen



Identificarea notațiilor. Interpretare

0,3: valoarea adâncimii de așchiere este 0,3 mm;

R_z: parametrul de rugozitate pentru care s- a prescris o valoare maximă este adâncimea medie a rugozității;

50: valoarea maximă pentru R_z este de 50 μm;

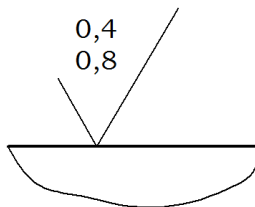
Frezare: suprafața pentru care s- au stabilit condițiile de stare este prelucrată prin frezare;

6: valoarea lungimii de bază este de 6 mm;

R: direcția neregularităților este aproximativ radială față de centrul suprafeței considerate.

Exemplul al II- lea.

Notare pe desen



Identificarea notațiilor. Interpretare

0,4: valoarea efectivă a parametrului de rugozitate R_a (adâncimea medie aritmetică a rugozității) trebuie să fie cuprinsă între

valorile limită de 0,4 μm (valoarea minimă) și de 0,8 μm (valoarea maximă).

Notă: nu s- a înscris simbolul parametrului R_a (se subînțelege că valorile limită s- au prescris pentru acest parametru de rugozitate).

5. Indicarea toleranțelor geometrice generale (fără indicație individuală) pe desenul de execuție

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

Standardul stabilește toleranțe generale geometrice pentru toate categoriile de abateri geometrice pentru 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).

Notă: clasa de toleranțe (execuție) pentru toleranțe geometrice se trece o singură dată în indicatorul desenului, în a doua casetă a acestuia, după simbolul literal pentru clasa de execuție (de toleranțe) pentru toleranțe dimensionale generale.

Indicarea clasei de toleranțe geometrice generale se efectuează prin notarea simbolului clasei scris cu literă mare în caseta a doua a indicatorului (fig. 42).

STAREA SUPRAFEȚEI 1,6 		TOLERANȚE GENERALE SR ISO 2768-mK		MATERIALUL OLC 45 SR EN ISO 10025:2002	SCARA 2:1	METODA DE PROIECȚIE 
PROIECTAT	NUME	NUME PROPRIETAR LEGAL	DENUMIRE DESEN			
DESENAT		UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GH. ASACHI" IAȘI	BUCȘĂ			
VERIFICAT						
FORMAT	A4	FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL	NUMĂR DESEN			
DATA			TCD - 102.013			

Fig. 42
Indicarea toleranțelor geometrice generale și a stării suprafețelor fără indicație individuală

Interpretare: - **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).

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. 41).

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.

6. Modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării.

Lucrarea de laborator nr. 7, constă în aplicații numerice la partea de toleranțe și anume: completarea unui desen de execuție cu condiții tehnice de execuție specificate, respectiv identificarea condițiilor tehnice de execuție indicate pe un desen de execuție.

Se vor desfășura următoarele activități:

1. Se analizează desenul de execuție al unei piese și se identifică condițiile tehnice de execuție înscrise (se interpretează notațiile înscrise pe desen).
2. Se execută desenul de execuție al unei piese (schiță de mână), apoi, se înscriu pe desen, condițiile tehnice de execuție care se vor specifica.

Notă: desenul piesei se execută sub formă de schiță.

Interpretarea notațiilor, desenul de execuție completat cu condițiile tehnice de execuție specificate, se trec în REFERATUL STUDENTULUI, ÎN CONTINUAREA CONSPECTULUI.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 7

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. **Conspectul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:
 - specificații de bază utilizate la tolerarea dimensiunilor și fig. 1 - 4;
 - indicarea ajustajelor pe desenul de ansamblu și fig. 11 și 12;
 - indicarea toleranțelor de formă pe desenele de execuție și fig. 14- 20, cu interpretarea notațiilor;
 - indicarea toleranțelor de orientare pe desenele de execuție și fig. 23, 25, 26, 27, 30, cu interpretarea notațiilor;
 - indicarea toleranțelor de poziție relativă pe desenele de execuție și fig. 32, 35-38, cu interpretarea notațiilor;
 - indicarea stării suprafețelor pe desenele de execuție și fig. 41;
 - exemple de înscriere individuală și de identificare a valorilor pentru parametrii de rugozitate pe desene de execuție;
 - indicarea toleranțelor geometrice generale (fără indicație individuală) pe desenul de execuție;
 - modul de efectuare a lucrării de laborator și interpretarea rezultatelor măsurării.

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. 8

Iași, 2016

CONTROLUL FORMEI MACROGEOMETRICE A SUPRAFETELOR CU MIJLOACE DE MĂSURARE UNIVERSALE

Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 8:

- verificarea rectilinității prin metoda fantei luminoase;
- măsurarea abaterii de la rectilinitate cu instrument indicator;
- măsurarea abaterii de la planitate cu instrument indicator;
- măsurarea abaterii de la circularitate la suprafețe cilindrice exterioare cu pasmetru și ortotest;
- măsurarea abaterii de la circularitate la suprafețe cilindrice interioare cu comparator de interior și pasimetru.

1. Scopul lucrării

- se va urmări identificarea, pe desenele de execuție, a toleranțelor pentru abaterile de la forma suprafețelor;
- măsurarea abaterilor de la rectilinitate, planitate, circularitate, compararea valorilor măsurate cu toleranțele prescrise, interpretarea rezultatelor.

2. Considerații generale

Abaterile de la forma suprafețelor sunt diferențele cu care se obține forma suprafețelor în urma prelucrării și forma teoretică, fiind generate de imprecizia procesului de prelucrare.

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

3. Metode de control al formei suprafețelor cu mijloace de măsurare universale.

Controlul formei suprafețelor constă în verificarea formei macrogeometrice a elementelor geometrice ale pieselor (drepte, profile, plane, suprafețe) și în măsurarea abaterilor macrogeometrice de formă a elementelor geometrice ale pieselor, prin două categorii distincte de metode de control:

- metode la aplicarea cărora se utilizează mijloace de măsurare universale pentru lungimi: instrumente 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.

O metodă aplicată pentru controlul unei abateri de formă, 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 accesoriile (suportți, 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;

Notă: toate echipamentele de control și accesoriile utilizate pentru controlul geometriei elementelor geometrice ale organelor de mașini, în laboratorul disciplinei TCD, sunt grupate în 11 categorii distincte și sunt prezentate în **ANEXA I**. În axa I, echipamentele și accesoriile sunt codificate printr-un cod, format din numărul categoriei de echipament din care face parte, urmat de numărul de ordine în cadrul categoriei de echipament.

- **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.

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

3.1. Verificarea rectilinității prin metoda fantei luminoase

Echipamente și accesorii necesare (vezi ANEXA I): placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.1**, riglă de verificare cu o muchie activă, cod **II.1**, sursă de lumină (lumina zilei, lampă), piesa de controlat.

Schema de verificare: este prezentată în fig.1.

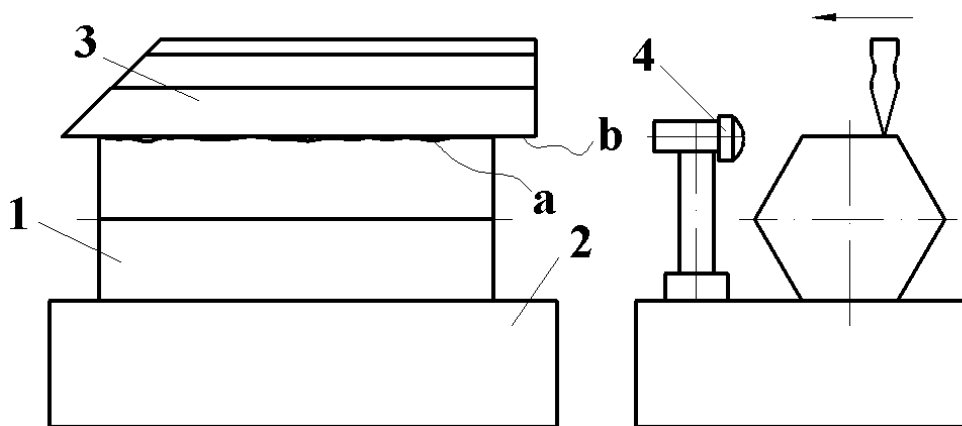


Fig.1
Verificarea rectilintății

Tehnica de verificare: pentru verificarea rectilinității fiecărei drepte conținută în suprafața plană **a**, a piesei de controlat 1, aceasta se sprijină și se sprijină pe o placă de verificare 2, în fața unei surse de lumină 4 (o lampă); pe suprafața **a**, a piesei se așază muchia activă **b**, a riglei de verificare 3 și se observă existența fantei de lumină dintre suprafața **a** și muchia **b**. În cazul în care apare fantă de lumină înseamnă că există abatere de la rectilinitate de-a lungul liniei de contact dintre elementele **a** și **b**.

Verificarea rectilinității fiecărei drepte conținută în suprafața **a**, se realizează prin deplasarea riglei de verificare având muchia activă **b** în contact permanent cu suprafața piesei, pe toată lățimea piesei, observându-se apariția fantei de lumină.

3.2. Măsurarea abaterii la rectilinitate cu instrument indicator

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 2.a, este indicată o toleranță de formă. Semnificația notației este: toleranța la rectilinitatea muchiilor piesei este 0,06 mm.

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

Echipamente și accesorii necesare (vezi ANEXA I): placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.1**, suport reglabil cu suprafață de sprijin prismatică, cod **IV.3**, (doi suportți) comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, cu palpator în formă de cuțit, fixat la suport de atelier, cod **IX.1**, distanțier, piesa de controlat.

Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii de la rectilinitate a unei muchii este prezentată în fig.2.b.

Tehnica măsurării: piesa de controlat 1, sub formă de prismă dreaptă cu baza hexagon, se sprijină, prin intermediul prismelor 2, pe doi suportți reglabili 3, așezați pe suprafața activă **a**, a plăcii de verificare 4; pe aceeași suprafață activă **a**, se sprijină suportul 6, al comparatorului cu cadran 5, prevăzut cu vârf de măsurare sub formă de cuțit.

Pentru măsurarea abaterii la rectilinitatea muchiei **b**, a piesei de controlat, se realizează întâi paralelismul dintre muchia **b** și suprafața activă **a**, a plăcii de verificare 4; în acest scop, se aduce vârful de măsurare al comparatorului cu cadran 5, în contact cu muchia piesei, la un capăt al piesei (poziția A) și se reglează la zero instrumentul. Se deplasează suportul 6, cu instrumentul de măsurare la celălalt capăt al piesei (poziția B) și se aduce din nou vârful de măsurare **c**, în contact cu muchia **b**; se observă indicația instrumentului: dacă indicația este diferită de zero, cele două elemente **a** și **b** nu sunt paralele. Pentru a realiza paralelismul se reglează înălțimea suportului corespunzător poziției B, până ce indicația instrumentului în punctul B este zero; se deplasează instrumentul indicator în punctul A și se observă indicația acestuia. Dacă indicația comparatorului este diferită de zero în acest punct, se modifică înălțimea suportului reglabil corespunzător poziției A, până când indicația în punctul A este zero; se verifică apoi, indicația instrumentului în punctul B.

Se repetă operațiile de reglare a înălțimii suportților 3, până când indicațiile instrumentului vor fi zero în ambele puncte A și B; în acest fel se poate considera că prin punctele A și B, de pe muchia piesei de controlat, trece o dreaptă virtuală paralelă cu suprafața activă a plăcii de verificare.

Pentru măsurarea abaterii la rectilinitate a muchiei **a**, se deplasează instrumentul indicator, având vârful de măsurare în contact permanent cu muchia **a**, pe lungimea AB (considerată lungime de referință) și se notează indicațiile minimă și maximă ale instrumentului; pentru deplasarea rectilinie a instrumentului, suportul acestuia va fi menținut permanent în contact cu distanțierul 7.

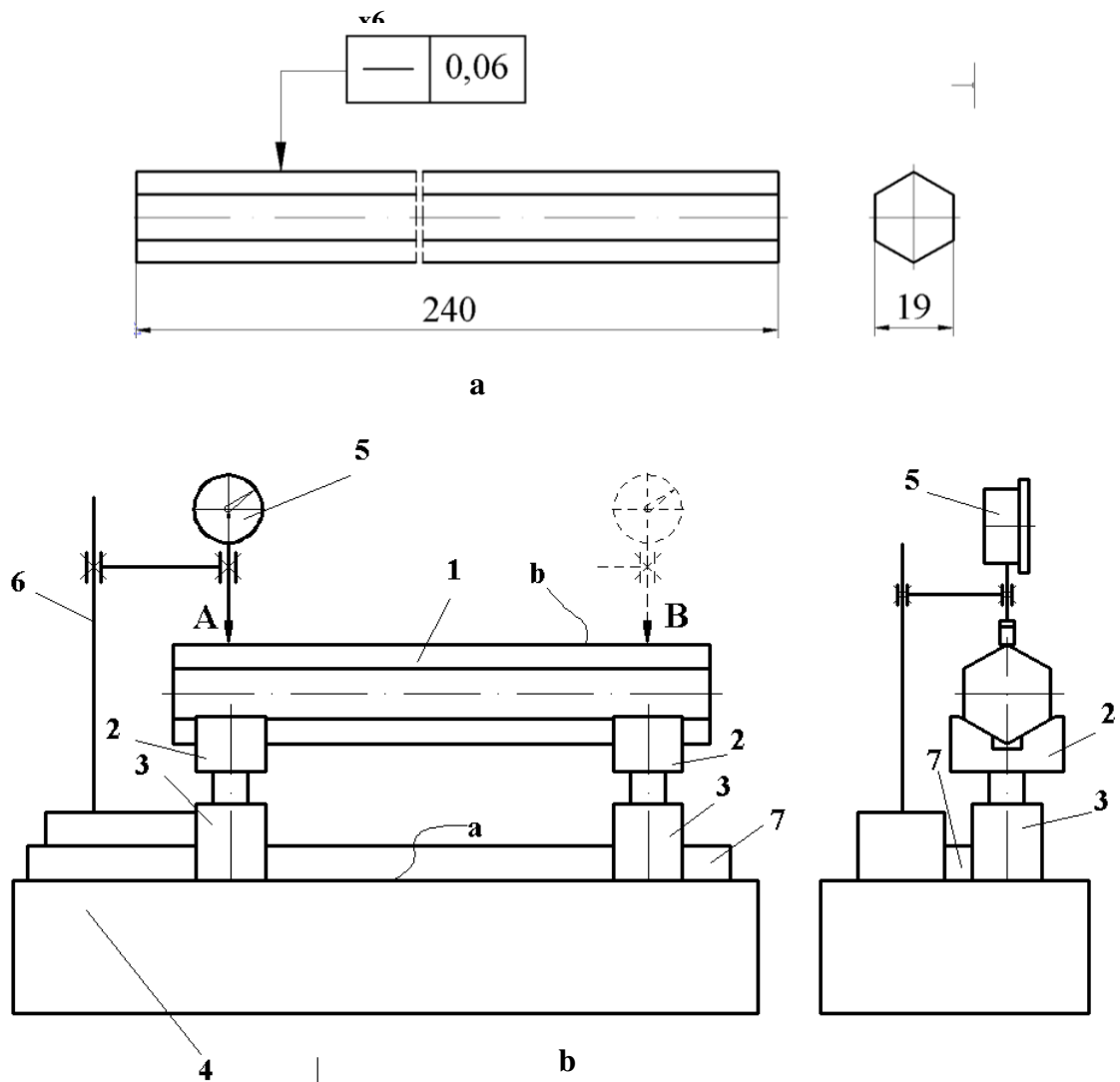


Fig. 2

Măsurarea abaterii la rectilinitate cu instrument indicator

Obținerea valorii efective a abaterii: diferența algebrică a indicațiilor extreme măsurate reprezintă abaterea efectivă la rectilinitate a muchiei controlate.

Se măsoară abaterea la rectilinitatea celor 6 muchii ale piesei, obținându-se 6 valori efective; cea mai mare dintre ele, A_{max} , se compară cu toleranța prescrisă.

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

3.3. Măsurarea abaterii la planitate cu instrument indicator

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 3.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 (vezi ANEXA I): placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.1**, suport reglabil cu suprafață de sprijin plană, cod **IV.2** (3 suporturi), comparator digital cu precizia de citire de 0,01 mm, fixat la suport de atelier, cod **IX.2**; piesa de controlat.

Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii de la planitate a unei suprafețe la o piesă paralelipipedică este prezentată în fig.3.b.

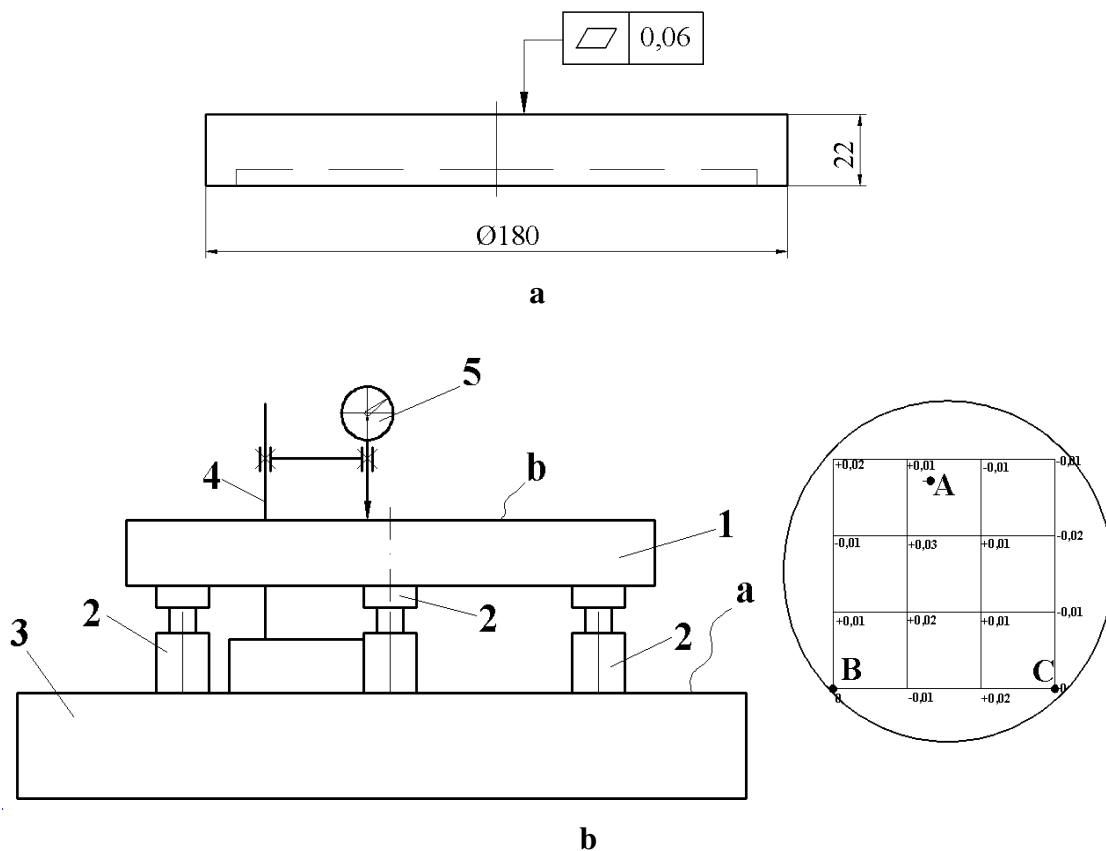


Fig. 3
Măsurarea abaterii la planitate cu instrument indicator

Tehnica măsurării: piesa de controlat 1 se sprijină pe trei suportți reglabili 2, care sunt așezați pe suprafața activă a, a plăcii de verificare 3 (suportții 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 măsură abaterile la planitate. Pentru aceasta se va regla înălțimea celor trei suportți 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).

Obținerea valorii efective a abaterii: abaterea la planitate A_e , a suprafeței controlate b, a piesei, se obține prin diferența indicațiilor maximă și minimă obținute.

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

3.4. Măsurarea abaterilor la circularitate la suprafețe cilindrice exterioare cu instrumente indicatoare.

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 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.4.b).
- **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.4.c).

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

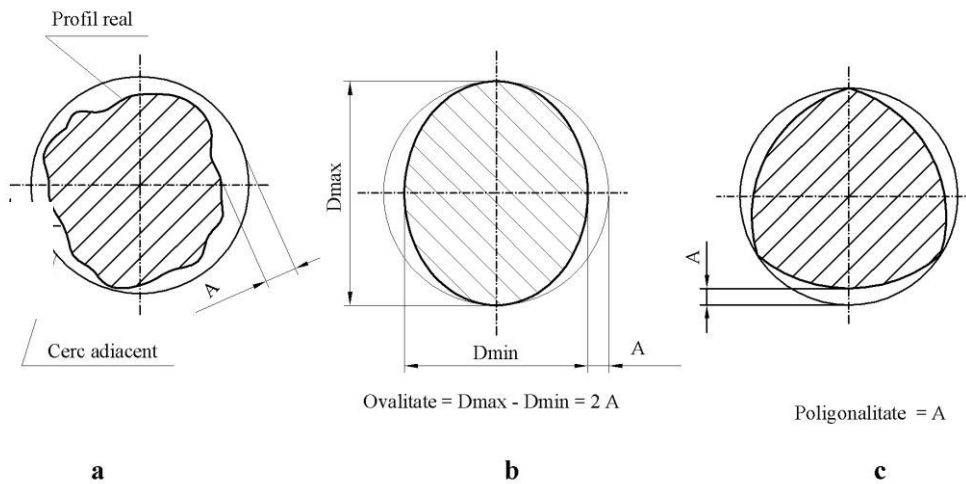


Fig. 4

• **Metoda de măsurare cu două puncte de contact**, caracterizată prin introducerea piesei de controlat 1, între două suprafețe plane (fig. 5.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:

$$\bullet \quad A = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} = \frac{\delta_{\max} - \delta_{\min}}{2}, \quad (1)$$

- **Notă:** în relația (1), se consideră diferența diametrelor, atunci când, pentru măsurarea lor, se aplică metoda evaluării directe; se consideră diferența abaterilor (indicațiilor instrumentului comparator), atunci când, pentru măsurarea diametrelor, se aplică metoda diferenței.

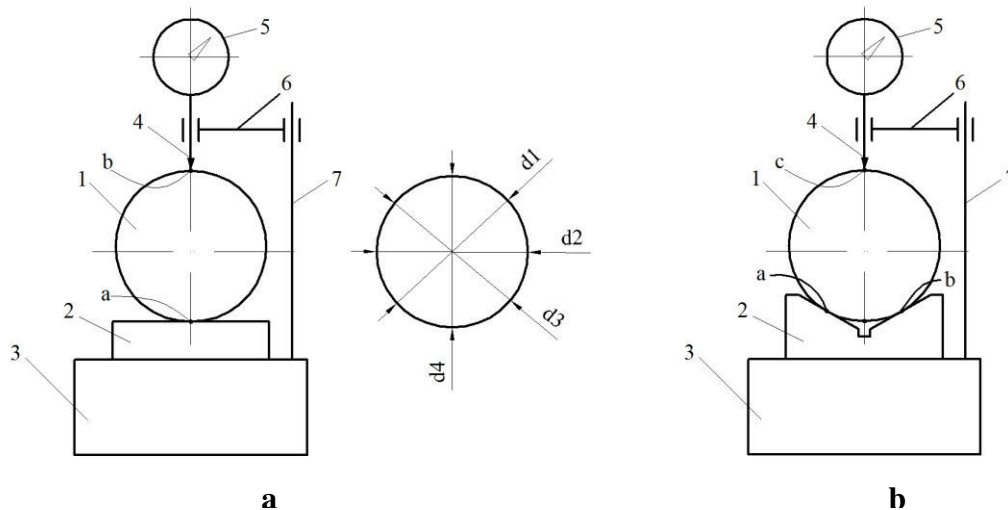


Fig.5

Scheme 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. 5.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 δ_i , obținute prin măsurarea secțiunii normale considerate a piesei de controlat:

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

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 încorporate în dispozitive tehnologice de control (comparatoare, pasametre, ortoteste, optometre orizontale și verticale, mese divizoare), a mașinilor de măsurat în coordonate sau a mijloacelor de măsurare speciale de tip Talyrond.

3.4.1. Măsurarea ovalității cu instrument comparator.

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 6.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 (vezi ANEXA I): pasamtru cu valoarea diviziunii de 0,002 mm, fixat la suport pentru pasametre, cod IX.8., trusă de cale plan - paralele, cod VI.1.

Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii de la circularitate (a ovalității) a unei suprafețe cilindrice este prezentată în fig. 6.b.

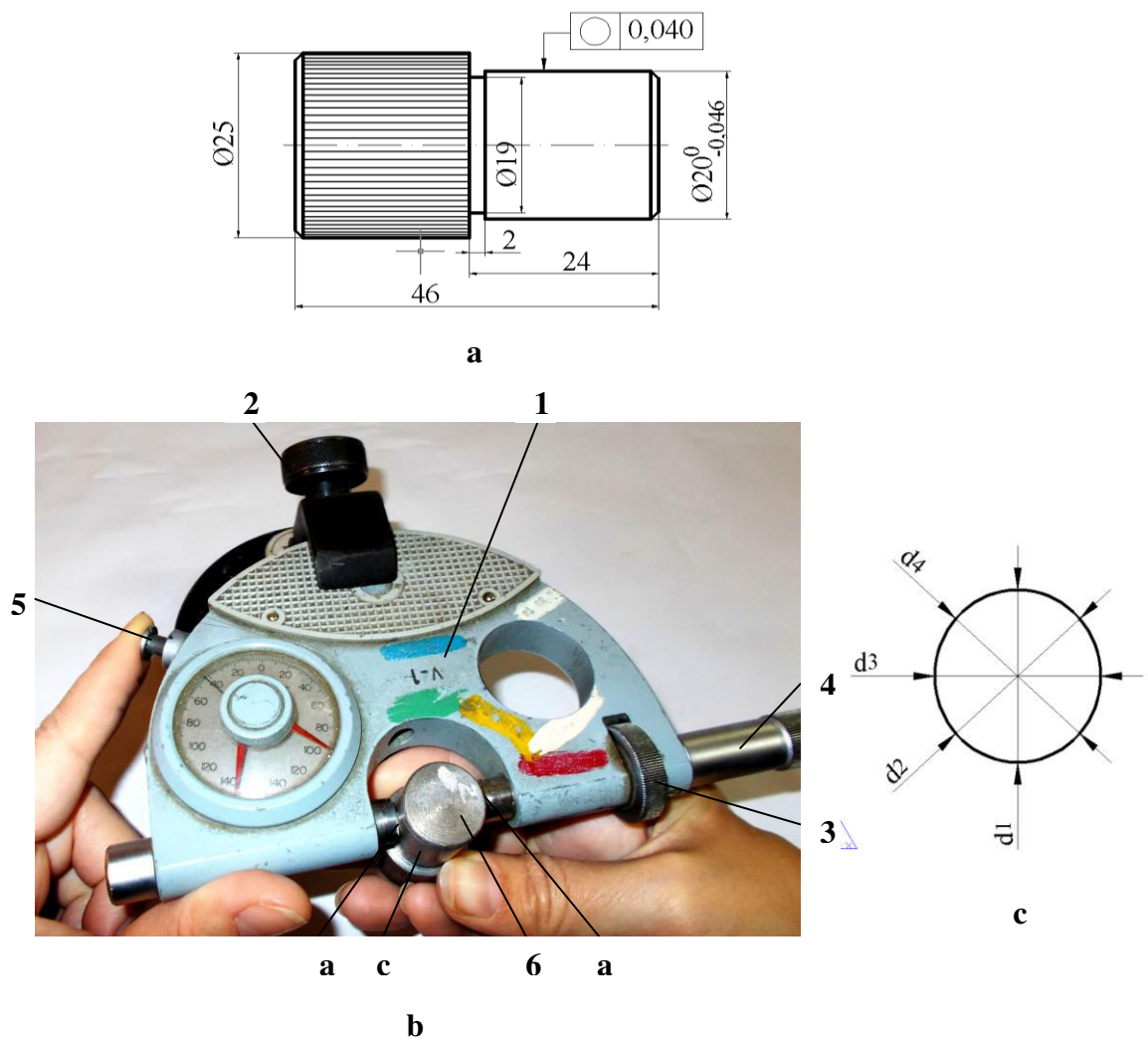


Fig. 6

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

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 pasometrului, 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, corespunzătoare 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) corespunzătoare fiecărui diametru măsurat (fig. 6.c).

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 1).

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

3.4.2. Măsurarea poligonalității cu instrument indicator.

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 7.a, este indicată o toleranță de formă.

Semnificația notației este: toleranța la circularitate a suprafeței cilindrice cu diametrul nominal 16 mm, este 0,010 mm.

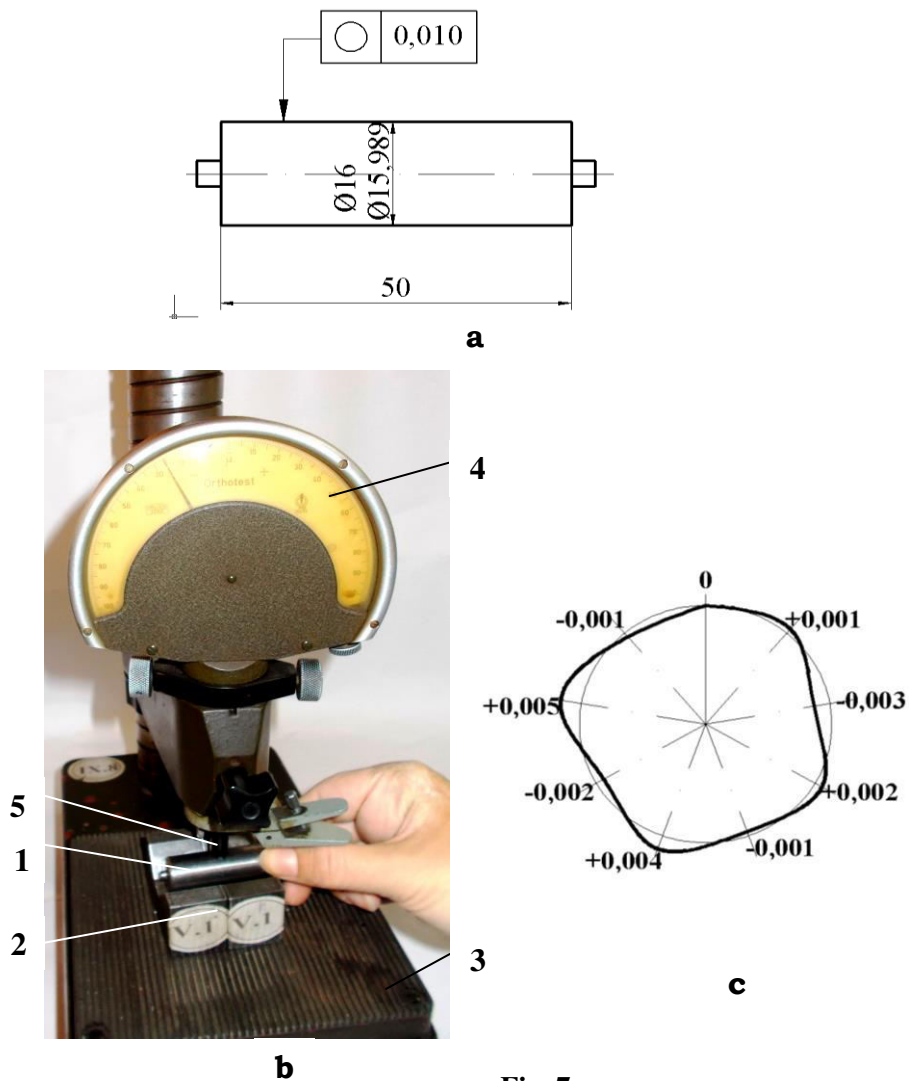


Fig. 7

Măsurarea poligonalității cu ortotestul (metoda cu trei puncte de contact)

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

Echipamente și accesorii necesare (vezi ANEXA I): ortotest cu valoarea diviziunii de 0,001 mm, fixat la suport de laborator, cod **X.9.**, prismă scurtă joasă, cod **V.1.**

Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii de la circularitate (a poligonalității) a unei suprafețe cilindrice este prezentată în fig. 7.b.

Tehnica măsurării: piesa de controlat 1, se sprijină, cu suprafața cilindrică de controlat, pe prisma 2, de pe măsura 3 a suportului ortotestului 4, fiind așezată sub palpatorul în formă de cuțit 5, al instrumentului. Se aduce palpatorul 5, în contact cu generatoarea cea mai de sus a suprafeței cilindrice de controlat și se reglează la zero ortotestul; se rotește, apoi, piesa de controlat, cu o rotație completă (fiind permanent în contact cu palpatorul), notându-se abaterile extreme față de reperul zero al instrumentului.

Cu abaterile obținute se poate trasa graficul în coordonate polare, al profilului circular efectiv, în secțiunea transversală controlată (fig. 7.c).

Obținerea valorii efective a abaterii: abaterea la circularitate măsurată, A_e , este egală cu poligonalitatea măsurată, care se obține ca diferență dintre valorile maximă și minimă ale indicațiilor ortotestului (relația 2).

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

3.5. Măsurarea abaterii la circularitate la suprafețe cilindrice interioare cu instrumente indicatoare.

Cele mai utilizate mijloace de măsurare comparatoare pentru controlul circularității suprafețelor cilindrice interioare sunt comparatoarele de interior și pasimetrele.

3.5.1. Măsurarea abaterii la circularitate la suprafețe cilindrice interioare cu comparatorul de interior.

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 8.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 (vezi ANEXA I): comparator de interior, cod **X.12.**, cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, calibru inel "T", diametrul nominal 58 mm, cod **VI.5.**, suport fix cu suprafață de sprijin plană, cod **IV.1.**

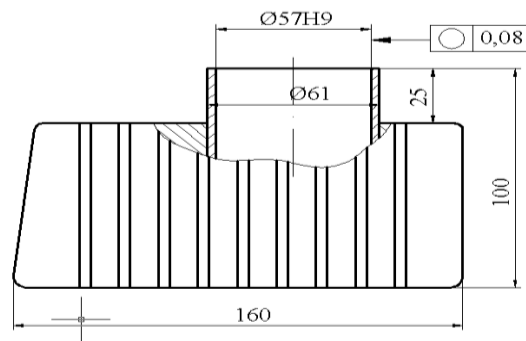
Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii de la circularitate la o suprafață cilindrică interioară a unei piese, este prezentată în fig. 8.b.

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.

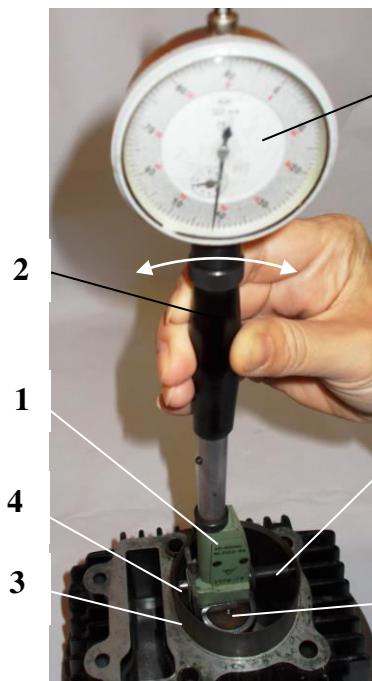
Se va determina ovalitatea deoarece, comparatorul de interior (având două suprafețe de măsurare) vine în contact cu suprafața cilindrică interioară în două puncte diametral opuse, măsurându-se, astfel 4 diametre într-o secțiune transversală a piesei.

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

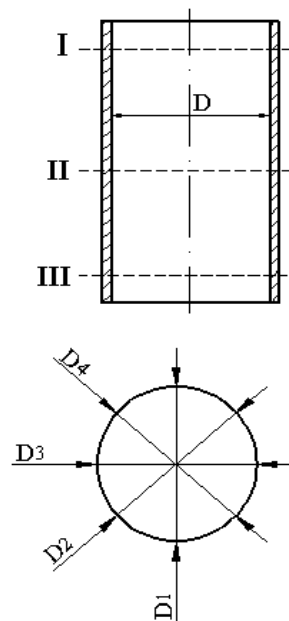
secțiune I; se notează indicațiile instrumentului, corespunzătoare unui număr de 4 diametre, obținute prin rotirea, cu câte 45°, a piesei de controlat (dacă este posibil), sau a comparatorului.



a



b



c

Fig. 8

Măsurarea abaterii la circularitate cu comparatorul de interior

Notă: indicația comparatorului se notează în punctul de întoarcere al arătătorului, obținut prin bascularea instrumentului în interiorul suprafeței cilindrice interioare controlate (fig. 8.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 1).

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.

3.5.2. Măsurarea abaterii la circularitate la suprafețe cilindrice interioare cu pasimetrul.

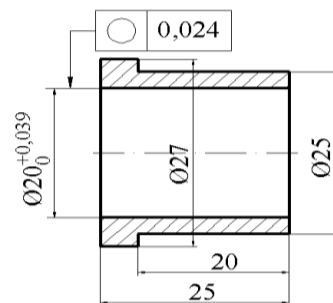
Pe desenul de execuție al piesei din fig. 9.a, este indicată o toleranță de formă.

Semnificația notației este: toleranța la circularitate a suprafeței cilindrice interioare cu diametrul nominal 20 mm, este 0,024 mm.

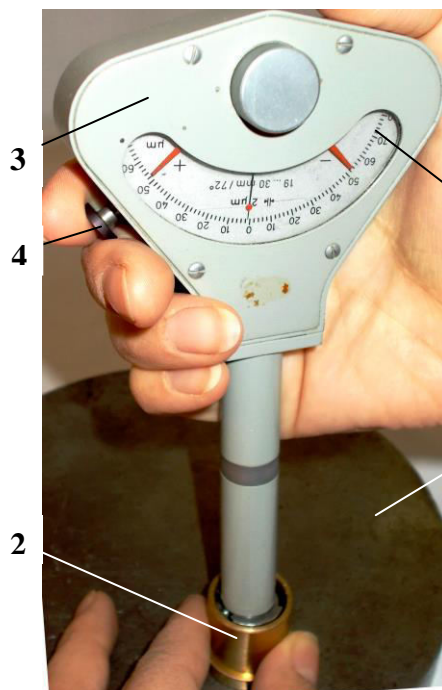
Pentru a stabili dacă abaterea la circularitate se încadrează în toleranța prescrisă, se aplică metoda de măsurare cu trei puncte de contact, folosind un instrument indicator.

Echipamente și accesorii necesare (vezi ANEXA I): pasimetru, cod **IX.16.**, cu valoarea diviziunii de 0,002 mm, calibrul inel “T”, cu diametrul nominal 20 mm, conținut în trusa pasimetrului, placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.2.**

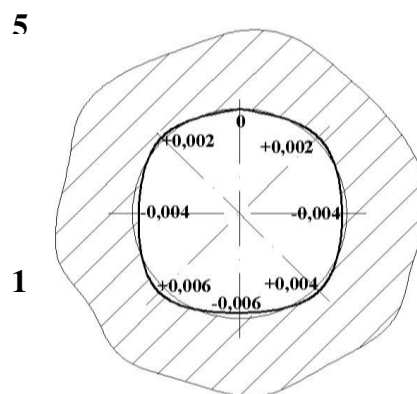
Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii de la circularitate la o suprafață cilindrică interioară a unei piese, este prezentată în fig.9.b.



a



b



c

Fig. 9.
Măsurarea abaterii la circularitate cu pasimetrul

Tehnica măsurării: pasimetrul se reglează la zero cu un calibru inel cu diametrul egal cu valoarea nominală a suprafeței interioare a piesei de controlat.

Notă: calibrele inel pentru reglarea, la zero, a pasimetrului, împreună cu capetele de măsurare, corespunzătoare fiecărei valori nominale ale domeniului de măsurare, sunt livrate în trusa acesuia.

Pentru măsurare, se introduce capul de măsurare al pasimetrului în interiorul piesei de controlat 2 (cu butonul 4, de retragere a palpatorului mobil, apăsat); se eliberează butonul 4 și se notează indicațiile de pe cadranul 5, în punctul de întoarcere al arătătorului, indicații obținute în timpul rotirii piesei de controlat (sau a instrumentului), cu o rotație completă, în contact permanent cu palpatorul mobil (fig. 9.b).

Cu abaterile obținute se poate trasa graficul profilului circular efectiv, în secțiunea transversală controlată, în coordonate polare, (fig. 9.c).

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

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

4. Modul de efectuare a lucrării, prelucrarea și interpretarea rezultatelor măsurării.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E. Pe desenul de execuție al piesei de controlat (din conspect), se identifică, abaterea de formă pentru care este indicată toleranța, elementul geometric tolerat al piesei și toleranța de formă prescrisă.

E3. Se măsoară abaterea de formă identificată.

E4. Se determină (prin calcul) valoarea efectivă a abaterii de formă.

E5. Se compară valoarea efectivă a abaterii de formă cu valoarea toleranței prescrise și se formulează concluzia: abaterea efectivă de formă **se încadrează/nu se încadrează** în toleranța prescrisă.

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

$$A_e \leq IT_{\text{formă}}$$

E5. Se ia decizia cu privire la piesa controlată: **piesa controlată este admisă pentru utilizare** sau **respinsă de la utilizare**.

Notă: la verificarea rectilinității prin metoda fantei de lumină, se execută desenul de execuție al piesei, se indică suprafața verificată și se precizează: *există/ nu există abatere de la rectilinitate*.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 8

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. Conspectul lucrării de laborator cu următoarele puncte:

- elementele caracteristice ale metodei de măsurare;
- verificarea rectilinității prin metoda fantei luminoase și fig. 1;
- măsurarea abaterii la rectilinitate cu instrument indicator și fig. 2.a și 2.b;
- măsurarea abaterii la planitate cu instrument indicator și fig. 3.a și 3.b;
- metode de măsurare a abaterii la circularitate cu contact în două și trei puncte și fig. 5;
- măsurarea abaterii la circularitate a suprafețelor cilindrice exterioare cu pasimetrul și ortotestul și fig. 6.a și 6.c, 7.a și 7.c;
- măsurarea abaterii la circularitate a suprafețelor cilindrice interioare cu comparatorul de interior și fig. 8.a și 8.c, 9.a și 9.c;
- modul de efectuare a lucrării, prelucrarea și interpretarea rezultatelor.

2. Rezultatele măsurărilor efectuate în laborator:

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

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

ANEXA I.

**ECHIPAMENTE ȘI ACCESORII
PENTRU CONTROLUL ABATERILOR GEOMETRICE**

Codul	Denumire; caracteristici
I. PLĂCI DE VERIFICARE CU SUPRAFAȚĂ ACTIVĂ	
I.1.	Placă de verificare (andezit): L x l x h = 900 x 600 x 80 mm
I.2.	Placă de verificare (fontă) : L x l x h = 600 x 500 x 90 mm
I.3.	Placă de verificare (fontă), cu mânere : L x l x h = 300 x 300 x 75 mm
I.4.	Placă de verificare (oțel) : L x l x h = 4600 x 400 x 25 mm
I.5.	Placă de verificare (oțel) : L x l x h = 400 x 400 x 30 mm
I.6.	Placă de verificare (oțel) : L x l x h = 500 x 300 x 25 mm
I.7.	Placă de verificare (oțel) : L x l x h = 400 x 300 x 20 mm
II. RIGLE DE VERIFICARE	
II.1.	Riglă de verificare cu o muchie activă: L= 150 mm, 200 mm.
II.2.	Riglă de verificare cu suprafețe active: L x h x g = 180x30x6 mm, 300x30x mm.
II.3.	Riglă de verificare cu patru muchii active: L x l = 175 X 20 mm
III. CEPURI ȘI DORNURI DE CONTROL	
III.1.	Cep de control: d x L = Ø15 x 60 mm
III.2.	Cep de control în trepte: d ₁ x d ₂ x L = Ø14 x Ø16 x 200 mm
III.3.	Dorn de control: d x L = Ø40 x 250 mm
III.4.	Dorn de control: d x L = Ø15 x Ø20 x 150 mm
III.5.	Dorn de control: d x L = Ø26 x Ø27 x 400 mm
IV. SUPORȚI	
IV.1.	Suport fix cu suprafață de sprijin plană: h = 80 mm
IV.2.	Suport reglabil cu suprafață de sprijin plană: hmax = 110 mm
IV.3.	Suport reglabil cu suprafață de sprijin prismatică: hmax = 100 mm
IV.4.	Suport fix cu suprafață de sprijin prismatică: h = 100 mm
V. PRISME	
V.1.	Prismă scurtă joasă: L x l x h = 25 x 50 x 30 mm
V.2.	Prismă scurtă joasă: L x l x h = 40 x 100 x 50 mm
V.3.	Prismă scurtă înaltă: L x l x h = 20 x 100 x 50 mm
V.4.	Prismă completă: L x l x h = 35 x 140 x 100 mm
V.5.	Prismă completă: L x l x h = 50 x 130 x 110 mm
V.6.	Prismă lungă: L x l x h = 200 x 100 x 60 mm
V.7.	Prismă cu mecanism de fixare: L x l x h = 40 x 40 x 35 mm
VI. MĂSURI TERMINALE DE LUNGIME	
VI.1.	Trusă de cale plan- paralele: 4 serii
VI.2.	Trusă de accesorii pentru cale plan- paralele
VI.3.	Sonde (spioni)
VI.4.	Calibre tampon cilindrice complete, T și NT
VI.5.	Calibre inel, T și NT
VI.6.	Calibre potcoavă, T și NT

Codul	Denumire; caracteristici
VII. MĂSURI TERMINALE DE UNGHI	
VII.1.	Trusă de cale unghiulare: 3 serii
VII.2.	Trusă de accesorii pentru cale unghiulare
VII.3.	Cală unghiulară cu patru unghiuri: $\alpha_N = 90^\circ$
VII.4.	Echer normal
VII.5.	Echer cu talpă
VII.6.	Echer cilindric
VIII. RIGLE ȘI PLĂCI SINUS	
VIII.1.	Riglă sinus: L = 100 mm
VIII.2.	Placă sinus: L = 100 mm
VIII.3.	Placă sinus: L = 200 mm
IX. INSTRUMENTE ȘI APARATE COMPARATOARE	
IX.1.	Comparator cu cadran: v.d.=0,01 mm, fixat la suport de atelier (palpator cuțit)
IX.2.	Comparator digital: v.d.=0,01 mm, fixat la suport de atelier
IX.3.	Comparator cu cadran : v.d.=0,01 mm, fixat la suport de atelier.
IX.4.	Comparator cu cadran: v.d.=0,002 mm, cu suport cu măsura și opritor
IX.5.	Comparator cu cadran: v.d.=0,01 mm, cu suport cu măsura și opritor
IX.6.	Comparator cu cadran : v.d.=0,01 mm, fixat la suport de atelier.
IX.7.	Comparator digital: v.d.=0,01 mm, fixat la suport de atelier (axa oriz.).
IX.8.	Pasmetru: val.div.=0,002 mm, fixat la suport pentru pasmetre.
IX.9.	Ortotest: val.div.=0,001 mm, fixat la suport de laborator.
IX.10	Comparator cu cadran: v.d.=0,01 mm, fixat la suport cu măsura
IX.11	Microcomparator: v.d.=0,001 mm, fixat la suport cu măsura
IX.12	Comparator digital: rez.=0,001 mm, fixat la suport cu măsura
IX.13	Comparatoare de interior truse: 5-15 mm, 15- 35 mm, 35- 50 mm, 50. 150 mm, 150- 250 mm, val.div.=0,01 mm.
IX.14, 15	Comparatoare pentru interior cu pârghie dreaptă/ cotită: v.d.=0,01 mm, fixat la suport de atelier
IX.16	Pasimetre, truse: 19-32 mm, 33- 44 mm, 45-60 mm, v.d.=0,002 mm.
IX.17	Comparator cu cadran: v.d.=0,01 mm, fixat la suport prismatic.
X. DISPOZITIVE CU VÂRFURI DE CENTRARE	
X.1.	Dispozitiv cu vârful de centrare: H x L = 150 x 600 mm
X.2.	Dispozitiv cu vârful de centrare: H x L = 100 x 150 mm
X.3.	Dispozitiv cu vârful de centrare și prisme: H x L = 250 x 250 mm
XI. ALTE DISPOZITIVE DE CONTROL	
XI.1.	Dispozitiv cu placă sinus (ghidaj de rostogolire): L = 200 mm
XI.2.	Dispozitiv cu placă sinus (ghidaj de alunecare): L =200 mm,cu vârful de centrare
XI.3.	Dispozitiv cu vârful de centrare și prisme: h x L = 100 x 200 mm
XI.4.	Dispozitiv de control pentru înălțimi, cu coloană verticală și masă cu suprafață activă: H = 200 mm
XI.5.	Dispozitiv de control cu elemente modulate: h x L = 100 x 300 m
XI.6.	Dispozitiv de control cu masă divizoare și instrument indicator
XI.7.	Dispozitiv pentru controlul arborilor canelați
XI.8	Dispozitiv cu vârful de centrare și mecanism de citire a unghiului de rotire
XI.9.	Dispozitiv pentru controlul bății radiale a danturii roților dințate.
XI.10.	Dispozitiv cu vârful de centrare, prisme și suport cu suprafață plană pentru controlul abaterilor geometrice

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

Florentin Cioată

Adriana Munteanu

TOLERANȚE ȘI CONTROL DIMENSIONAL
Lucrarea de laborator nr. 9

Iași, 2016

CONTROLUL ORIENTĂRII ȘI A POZIȚIEI RELATIVE A SUPRAFEȚELOR CU MIJLOACE DE MĂSURARE UNIVERSALE

Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 9:

- măsurarea abaterii la paralelismul suprafețelor plane, cu instrument indicator;
- măsurarea abaterii la paralelismul unei drepte față de un plan, cu instrument indicator;
- verificarea coaxialității suprafețelor cilindrice interioare cu dornuri de control;
- măsurarea abaterii la coaxialitate la suprafețe cilindrice exterioare cu instrument indicator;
- măsurarea bătaii radiale circulare cu instrument indicator;
- măsurarea bătaii frontale circulare cu instrument indicator.

1. Scopul lucrării

- Se va urmări identificarea, pe desenele de execuție, a toleranțelor pentru abaterile la forma orientarea și poziția relativă a suprafețelor;
- Măsurarea abaterilor la paralelism, coaxialitate, simetrie, a bătailor radială și frontală circulare, compararea valorilor măsurate cu toleranțele prescrise, interpretarea rezultatelor și luarea deciziilor cu privire la piesele controlate.

2. Considerații generale

Abaterile de orientare și de poziție relativă a suprafețelor sunt diferențele cu care se obțin orientarea/poziția relativă a suprafețelor în urma prelucrării și orientarea/poziția relativă teoretică, fiind generate de imprecizia procesului de prelucrare.

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

abateri de orientare:

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

abateri de poziție relativă:

- 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;

3. Metode pentru controlul orientării și poziției relative ale suprafețelor cu mijloace de măsurare universale.

Controlul orientării și poziției relative ale elementelor geometrice ale pieselor (drepte, axe, plane, suprafețe) constă în verificarea caracteristicilor geometrice cu

ajutorul unor măsuri terminale de lungime și de unghi și/sau accesorii (cepuri și dornuri de control, etc) și în măsurarea abaterilor de orientare a orientării și poziției relative ale elementelor geometrice ale pieselor, prin două categorii distincte de metode de control:

- metode la aplicarea cărora se utilizează mijloace de măsurare universale pentru lungimi: instrumente 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.

Metodele aplicate pentru controlul abaterilor de orientare și de poziție relativă și care utilizează mijloace de măsurare universale, 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 instrumentul, în timpul măsurării. De regulă, schema de măsurare se execută sub formă de schiță;

- **echipamente și accesorii necesare** sunt echipamentele de control (măsuri, instrumente și aparate de măsurare, dispozitive de control, etc.) și accesoriile (suport, prisme, cepuri și dornuri 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;

Notă: toate echipamentele de control și accesoriile utilizate pentru controlul geometriei elementelor geometrice ale organelor de mașini, în laboratorul disciplinei TCD, sunt grupate în 11 categorii distincte și sunt prezentate în **ANEXA I**. În aexa I, echipamentele și accesoriile sunt codificate printr-un cod, format din numărul categoriei de echipament din care face parte, urmat de numărul de ordine în cadrul categoriei de echipament.

- **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.

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

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

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 1 (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, cod **IX.1**, fixat la suport de atelier, placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.1**, riglă de verificare cu suprafață activă, cod. **II.2**.

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.1.

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.

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

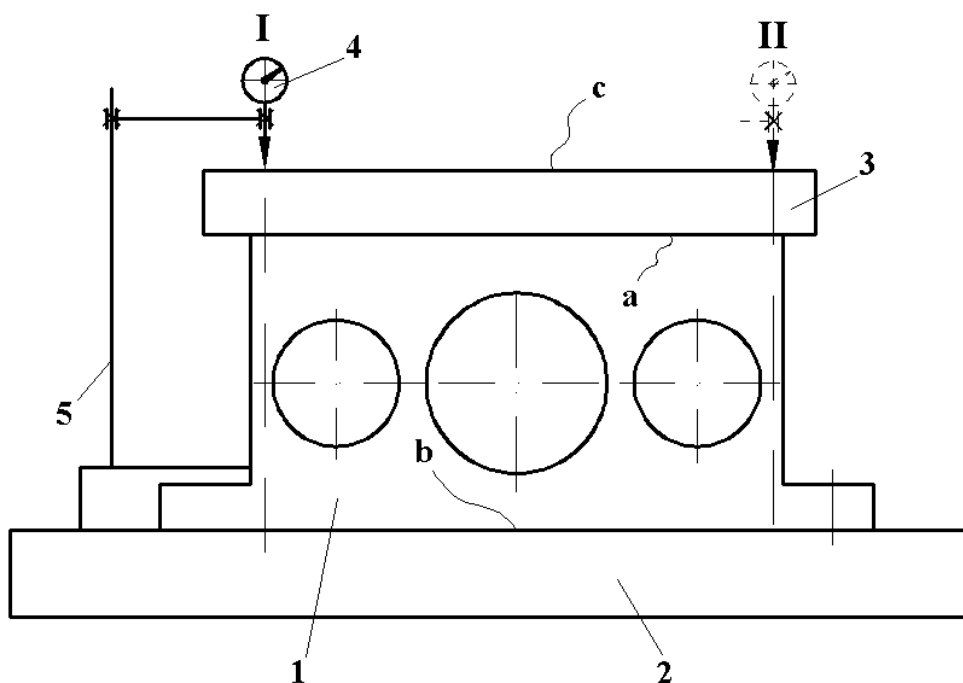
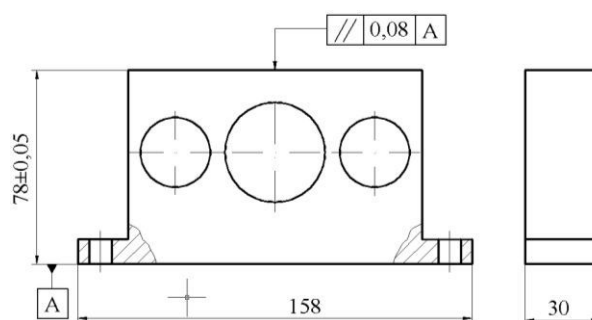


Fig. 1
Măsurarea abaterii la paralelismul suprafețelor plane

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 δ , a instrumentului indicator 4.

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.**

3.2. Măsurarea abaterii la paralelismul unei drepte față de o suprafață plană cu instrument indicator

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 2 (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.

Echipeamente și accesorii necesare: comparator digital cu rezoluția de 0,01 mm, cod **IX.1**, fixat la suport de atelier, placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.1**, dorn de control, $\varnothing 26 \times \varnothing 27 \times 400$ mm, cod **III.5**, riglă de măsurare metalică.

Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii la paralelism a axei **c**, a suprafeței cilindrice interioare din partea de sus a piesei 1, față de suprafața plană inferioară a, specificată drept bază de referință, este prezentată în fig.2.

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

Materializarea axei **c**, a suprafeței cilindrice interioare se realizează prin introducerea (fără joc) în interiorul suprafeței interioare considerate, a unui dorn de control 3.

Notă: prin introducerea, fără joc, a dornului de control în interiorul suprafeței cilindrice interioare, se realizează coincidența dintre axa suprafeței interioare și axa dornului de control; axa dornului de control este paralelă cu generatoarele suprafeței (suprafețelor) active a acestuia. Deci, se va măsura abaterea la paralelism a generatoarei superioare a dornului de control față de baza de referință specificată.

Se deplasează comparatorul cu cadran 4, împreună cu suportul 5 și se aduce vârful de măsurare a acestuia în contact cu generatoarea cea mai de sus, la un capăt al dornului de control 2 (poziția I). În acest punct se reglează la zero instrumentul.

Notă: contactul vârfului de măsurare a instrumentului cu generatoarea cea mai de sus a dornului de control, corespunde indicației maxime a instrumentului comparator, obținută prin deplasarea, în ambele sensuri, a instrumentului, în plan perpendicular pe axa dornului (atunci când se utilizează un comparator cu cadran, indicația maximă corespunde punctului de întoarcere a arătătorului instrumentului).

Se deplasează comparatorul cu suportul 5, la celălalt capăt al dornului de control 2, iar, când vârful acestuia este adus pe generatoarea cea mai de sus a dornului (poziția II), se notează indicația δ , a instrumentului indicator 4.

Obținerea valorii efective a abaterii: valoarea absolută a indicației δ , a instrumentului, raportată la lungimea de referință **L** (care este lungimea suprafeței cilindrice interioare) reprezintă abaterea la paralelism măsurată:

Interpretarea notației pe desen:
 toleranța la paralelism a axei suprafeței cilindrice interioare cu diametrul nominal $N=27$ mm, față de suprafața plană inferioară, specificată drept bază de referință B, este de 0,10 mm.

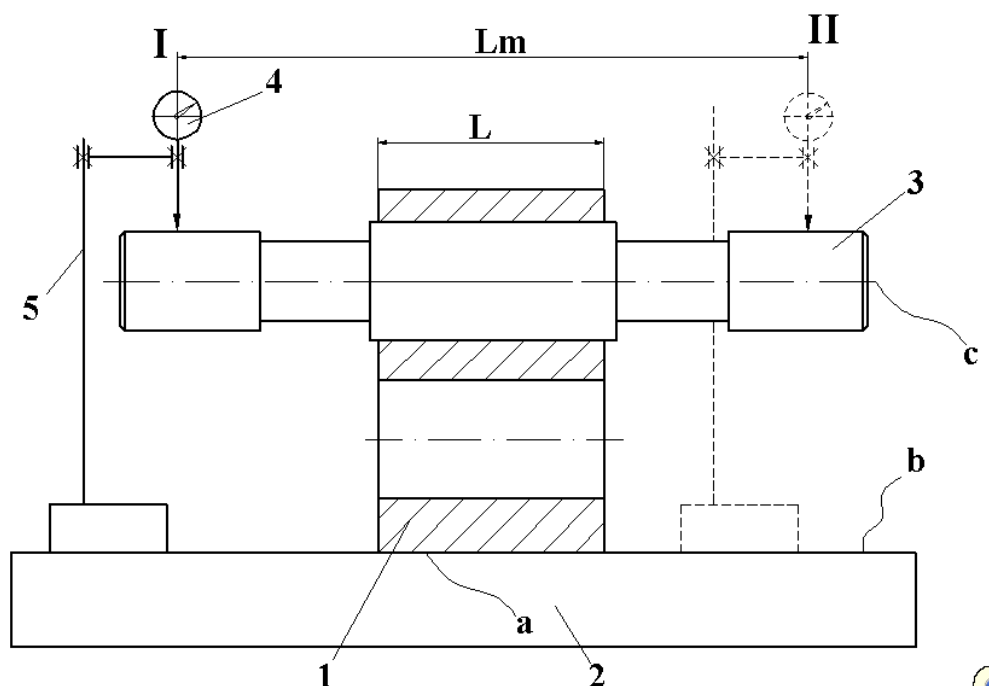
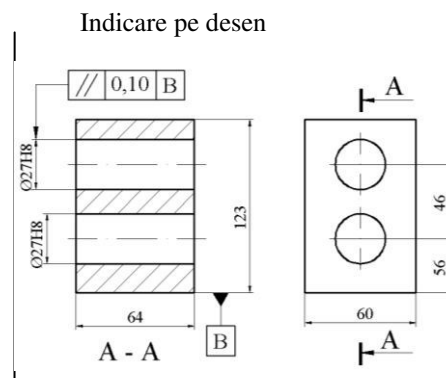


Fig. 2

Măsurarea abaterii la paralelismul unei axe față de o suprafață plană

$$A_e = |\delta| \cdot \frac{L}{L_m}$$

Notă: atunci când se utilizează un dorn de control cu lungimea L_m , mai mare decât lungimea de referință L , a piesei, indicația instrumentului se raportează la lungimea de referință, prin înmulțirea ei cu raportul dintre lungimea de referință și distanța L_m , dintre pozițiile I și II (fig. 2), măsurată cu o riglă de măsurare.

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

3.2. Verificarea coaxialității cu dornuri de control.

La piesa tip carcasă, din fig. 3 (detaliu), trebuie verificată coaxialitatea celor 5 perechi de suprafețe cilindrice interioare; pentru aceasta se utilizează metoda de verificare cu dornuri calibrate.

Echipamente și accesorii necesare: placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.1**, cep de control în trepte, = $\varnothing 14 \times \varnothing 16 \times 200$ mm, cod **III.1**, dorn de control, $\varnothing 27 \times 280$ mm, cod **III.4**.

Schema de verificare pentru verificarea coaxialității suprafețelor cilindrice interioare (găurilor) din pereții unei piese tip carcasă, este prezentată în fig.3.

Tehnica de verificare: pentru verificarea coaxialității perechilor de găuri A- A', B- B', etc, din pereții piesei de controlat 1, se procedează astfel: piesa de controlat 1, tip carcasă, aceasta se sprijină pe o placă de verificare 2. În gaura A, se introduce, fără joc, un dorn de control 3, după care, se observă dacă acesta se poate introduce și în gaura A' din peretele opus al carcasei.

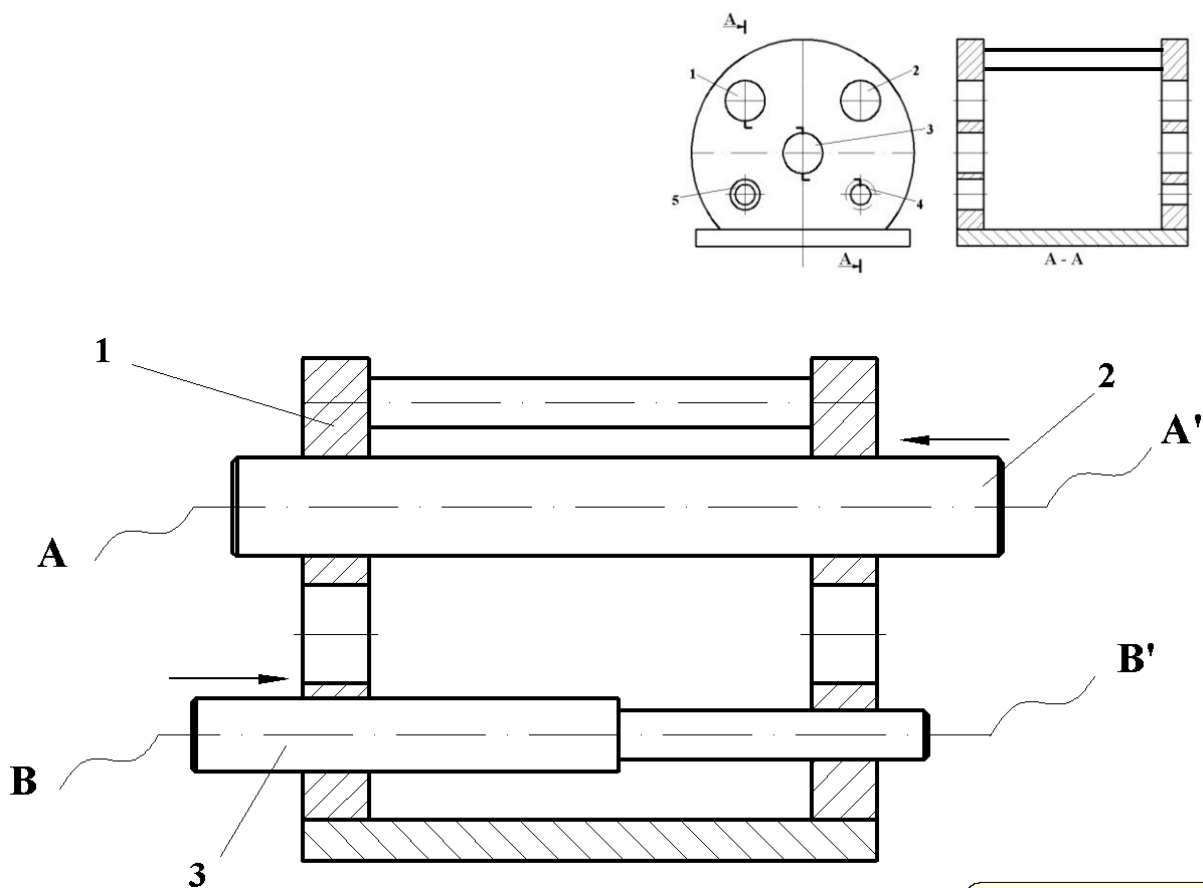


Fig. 3
Verificarea coaxialității cu dornuri de control

Dacă dornul de control intră în ambele găuri, se poate considera că cele două suprafețe cilindrice interioare sunt coaxiale sau au abaterea la coaxialitate în toleranța specificată.

Se procedează în același fel, pentru toate perechile de găuri care trebuie verificate.

Notă: Atunci când perechile de suprafețe cilindrice interioare au diametre diferite, se folosesc dornuri de control în trepte 4, cu diametre corespunzătoare diametrelor efective ale suprafețelor cilindrice interioare care se verifică.

3.4- Măsurarea abaterii la concentricitate a suprafețelor cilindrice exterioare cu instrument indicator

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 4 (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.

Echipeamente și accesorii necesare: placă de verificare cu suprafață activă, cod **I.1.**, comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, cod. **IX.1**, fixat la suport de atelier, prismă lungă, cod. **V.6**.

Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii la concentricitate a centrelor secțiunilor transversale ale suprafeței cilindrice exterioare tolerate, este prezentată în fig.4.

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 δ_{max} și δ_{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.

$$A_e = \frac{\delta_{max} - \delta_{min}}{2}.$$

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.**

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

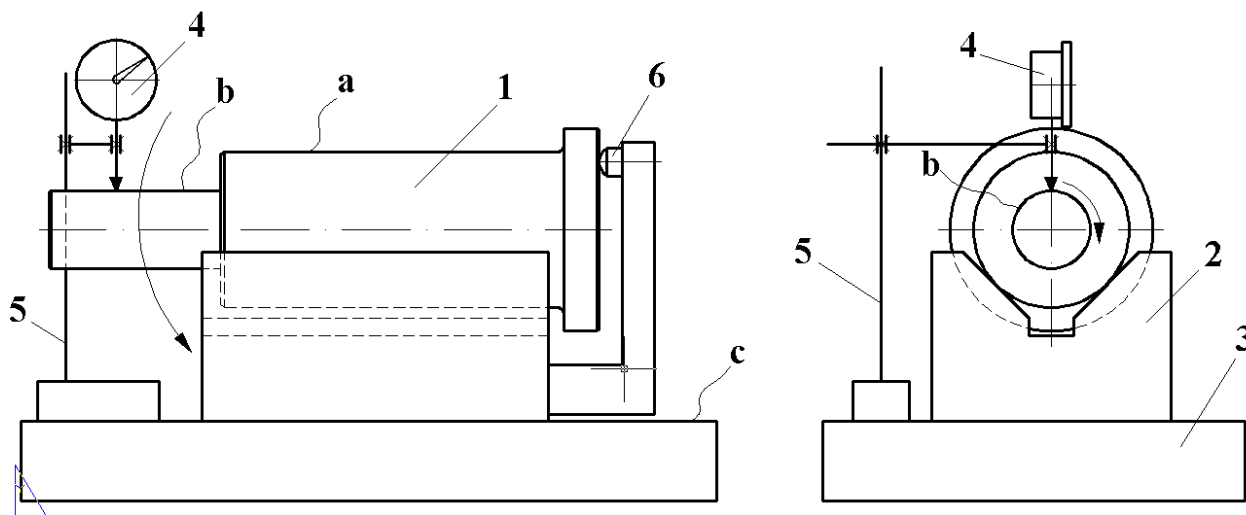
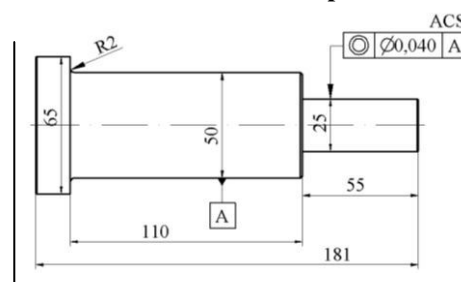


Fig. 4

Măsurarea abaterii la concentricitate

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.

3.5. Măsurarea abaterii la simetria suprafețelor plane, față de axa de rotație a unui arbore, cu instrument indicator.

Pe desenul de execuție al piesei din fig. 5 (detaliu), este indicată o toleranță geometrică, a cărei semnificație este dată în interpretarea notației (toleranța la simetrie).

Pentru a stabili dacă abaterea la simetrie 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, cod IX.1, fixat la un suport de laborator, dispozitiv cu vârfuri de centrare, cod X.1.

Schema de măsurare pentru măsurarea abaterii la simetrie a celor două suprafețe plane opuse, față de axa de rotație a unei piese tip arbore (specificată drept bază de referință) este prezentată în fig. 5.

Tehnica măsurării: cele două suprafețe plane opuse **b** și **c**, prelucrate pe o suprafață cilindrică a unei piese tip arbore, trebuie să fie simetrice față de baza de referință comună, obținută prin uniunea axelor celorlalte suprafețe cilindrice exterioare.

Pentru materializarea bazei de referință, piesa de controlat 1 (prevăzută cu găuri de centrare), se introduce între vârfurile de centrare 2, ale dispozitivului de control 3.

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

Pentru măsurarea abaterii la simetria suprafețelor plane **b** și **c**, se aduce vârful de măsurare al instrumentului indicator 4, în contact cu suprafața plană **b**, astfel încât acesta să fie poziționat pe linia centrelor (mișcarea I); se basculează piesa în ambele sensuri (mișcarea II), observându-se indicația minimă a instrumentului (punctul de întoarcere al arătătorului acestuia). În această poziție se reglează la zero instrumentul comparator.

După reglarea la zero, se ridică vârful de măsurare și se rotește piesa cu 180° (mișcarea III) și se aduce suprafața plană opusă **c**, în partea de sus; se coboară vârful de măsurare aducându-se în contact cu suprafața rotită **c**. Se obține punctul de minim (punctul de întoarcere al arătătorului comparatorului), prin bascularea piesei în ambele sensuri și se notează indicația δ , a instrumentului (mișcarea II).

Interpretarea notației pe desen:

toleranța la simetrie a planului de simetrie (median) al suprafețelor plane cu distanța nominală dintre ele, $N=18$ mm, față de baza de referință comună A- B (axa suprafeței cilindrice cu $N=26$ mm și axa suprafeței cilindrice cu $N=28$ mm) este de 0,05 mm.

Indicare pe desen

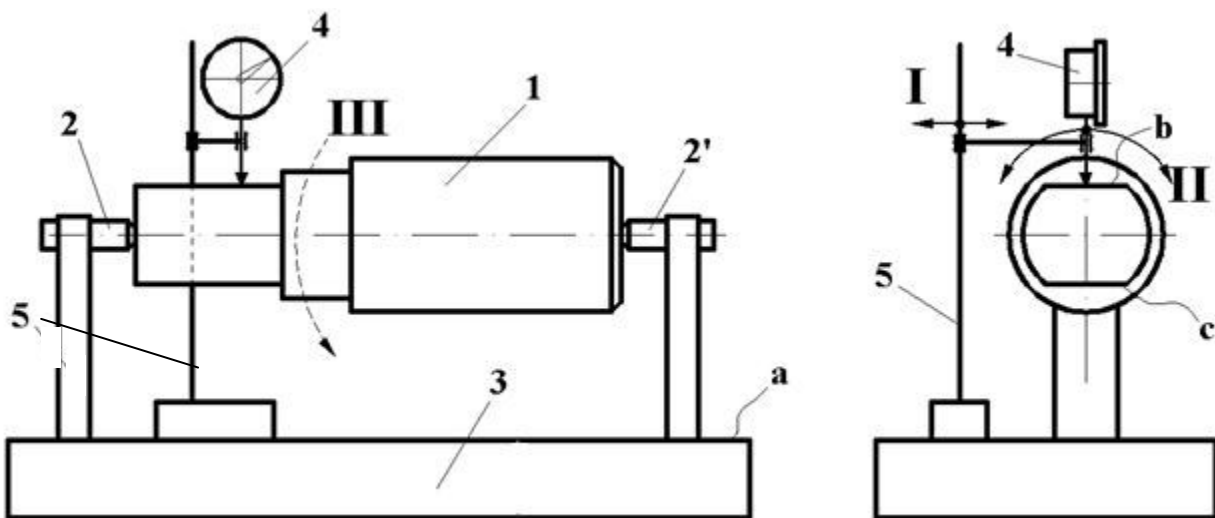
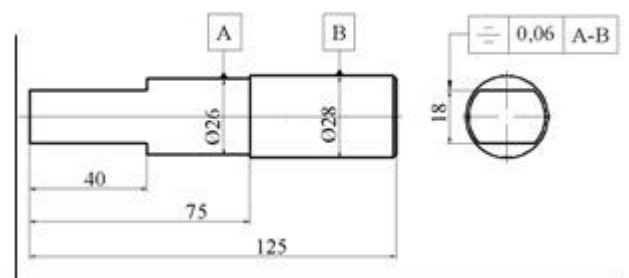


Fig. 5
Măsurarea abaterii la simetrie

Notă: atunci când vârful de măsurare al comparatorului cu cadran este adus în contact cu suprafața plană a piesei și, prin deplasarea transversală (mișcarea I), este poziționat în planul vertical care trece prin axa comună a vârfurilor de centrare (linia centrelor), prin bascularea piesei de controlat în ambele sensuri (mișcarea II), în punctul de întoarcere al arătătorului (corespunzător indicației maxime a instrumentului), se poate considera că suprafața superioară a piesei este paralelă cu suprafața activă **a**, a plăcii de bază a dispozitivului de control.

Obținerea valorii efective a abaterii: abaterea la simetria suprafețelor plane **b** și **c**, față de baza de referință specificată, reprezintă valoarea absolută a indicației instrumentului comparator:

$$A_e = |\delta|.$$

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

3.6. Măsurarea bătaii radiale circulare și a bătaii frontale circulare, cu instrument indicator.

Bătaia radială și bătaia frontală sunt abateri de poziție relativă care se întâlnesc numai la piese aflate în mișcare de rotație.

Bătaia radială este diferența distanțelor maximă și minimă dintre suprafața reală și axa de rotație, măsurată într-o secțiune perpendiculară pe axă, în limitele lungimii de referință.

Sunt două cazuri de bătaie radială:

- bătaia radială circulară;
- bătaia radială totală.

Bătaia radială circulară se definește și se măsoară în fiecare secțiune normală pe axa piesei, iar bătaia radială totală se definește și se măsoară în toate secțiunile perpendiculare pe axă, în limitele lungimii de referință

Bătaia frontală (axială, laterală) este diferența distanțelor maximă și minimă dintre suprafața frontală reală a piesei și un plan normal pe axa de rotație, măsurată într-o poziție radială, în limitele lungimii de referință.

Ca și la bătaia radială, sunt două cazuri de bătaie frontală:

- bătaia frontală circulară;
- bătaia frontală totală.

Bătaia frontală circulară se definește și se măsoară în fiecare poziție radială, iar bătaia frontală totală se definește și se măsoară în toate pozițiile radiale, în limitele lungimii de referință.

Notă: cu toate că, atât în cazul bătaii circulare cât și în cel al bătaii totale, definițiile sunt asemănătoare, diferența dintre ele constă în modul în care se aplică metoda de măsurare a fiecăreia din ele.

3.6.1. Măsurarea bătaii radiale circulare 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.

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

Echipeamente și accesorii necesare: comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, cod **I.1**, fixat la suport de atelier, dispozitiv cu vârfuri de centrare, cod **X.2**.

Schema de măsurare pentru măsurarea bătaii radiale circulare a unei suprafețe cilindrice exterioare la o piesă tip arbore, este prezentată în fig.6.

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.

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).

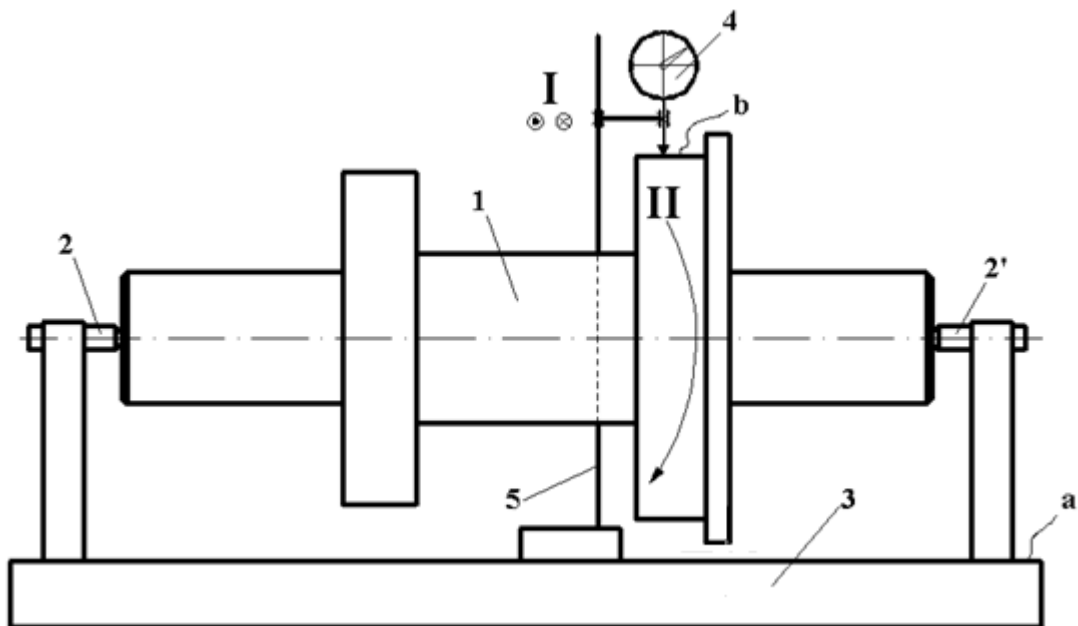
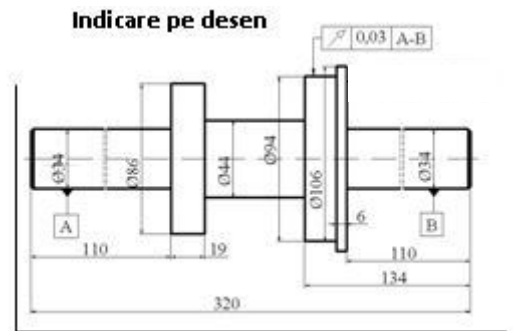


Fig. 6
Măsurarea bății radiale circulare

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 vârfurile de centrare 2), în contact permanent cu vârful de măsurare (mișcarea II) și se notează indicațiile extreme față de zero, δ_{\max} și δ_{\min} , obținute la rotirea cu o rotație completă a piesei de controlat.

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

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

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.**

3.6.2. Măsurarea bătăii frontale circulare 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.

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 mm, cod **I.1**, fixat la suport de atelier, dispozitiv cu vârfuri de centrare, cod **X.2**.

Schema de măsurare pentru măsurarea bătăii frontale circulare a unei suprafețe cilindrice exterioare la o piesă tip arbore, este prezentată în fig.7.

Interpretarea notației pe desen: valoarea maximă admisă a bătăii 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),

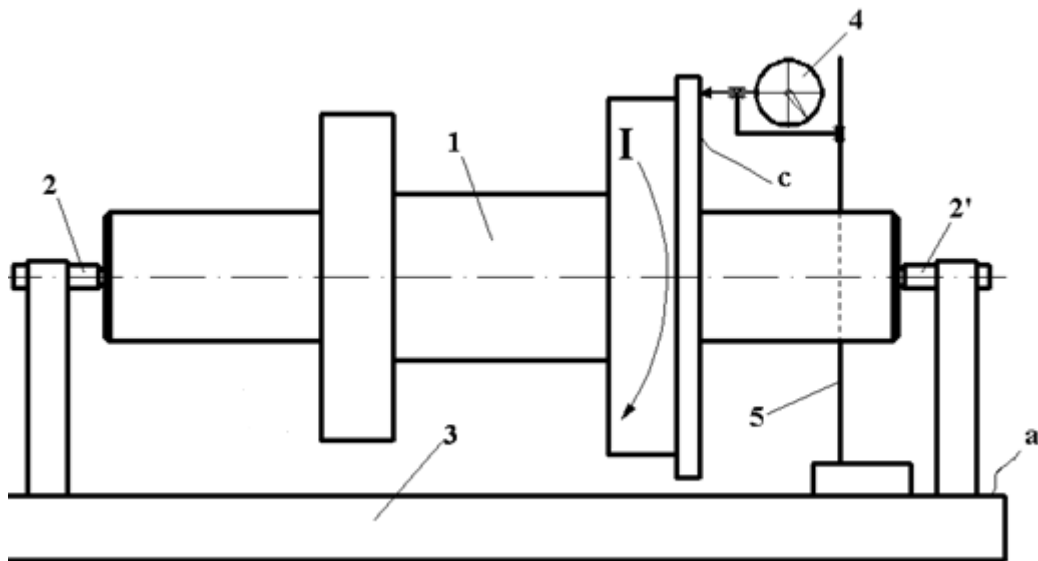
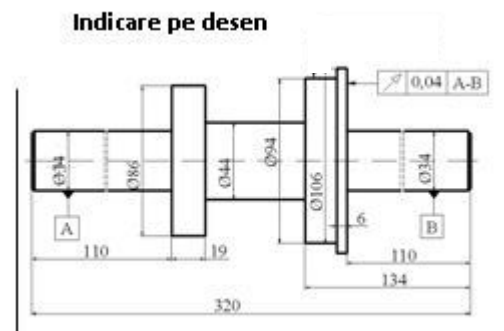


Fig. 7
Măsurarea bătăii frontale circulare

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, δ_{\max} și δ_{\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:

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

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.***

4. Modul de efectuare a lucrării, prelucrarea și interpretarea rezultatelor măsurării.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. Pe desenul de execuție al piesei de controlat (din conspect), se identifică, toleranța geometrică indicată (caracteristica tolerată, valoarea toleranței, elementul geometric tolerat al piesei și elementul geometric specificat drept bază de referință).

E2. Se măsoară abaterea de orientare/ poziție relativă identificată.

E3. Se determină (prin calcul) valoarea efectivă a abaterii.

E4. 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:

$$A_e \leq IT_{\text{formă}} .$$

Notă: la verificarea coaxialității cu dornuri de control, se execută desenul de execuție al piesei, se numerotează perechile de suprafețe verificate și se precizează: ***există/ nu există abatere la coaxialitate.***

Notă: codurile echipamentelor de control și al ale accesoriilor necesare pentru măsurare, sunt aceleași din ANEXA I (Echipamente și accesorii pentru controlul abaterilor geometrice) din lucrarea de laborator nr. 8.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 9

Referatul întocmit de student va cuprinde:

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

- elementele caracteristice ale metodei de măsurare;
- măsurarea abaterii la paralelismul suprafețelor plane cu instrument indicator și fig. 1;
- măsurarea abaterii la paralelismul unei drepte față de o suprafață plană cu instrument indicator și fig. 2;
- verificarea coaxialității cu dornuri de control și fig. 3;
- măsurarea abaterii la concentricitate cu instrument indicator și fig. 4;
- măsurarea abaterii la simetrie cu instrument indicator și fig. 5;
- măsurarea bății radiale circulare cu instrument indicator și fig. 6;
- măsurarea bății frontale circulare cu instrument indicator și fig. 7;
- modul de efectuare a lucrării, prelucrarea și interpretarea rezultatelor

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

- desenele de execuție ale pieselor controlate (schițe de mână);
- valorile obținute în urma măsurării;
- valorile efective ale abaterilor măsurate;
- deciziile cu privire la piesele controlate.

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. 10

Iași, 2016

CONTROLUL UNGHIURILOR DINTRE SUPRAFETE PLANE. CONTROLUL CONURILOR EXTERIOARE ȘI INTERIOARE.

Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 10:

1. Controlul unghiurilor dintre suprafețe plane:

- controlul unghiurilor cu raportorul universal;
- controlul unghiurilor cu microscopul mic de atelier;
- controlul abaterii de la unghiul drept cu instrument comparator;
- controlul unghiurilor la o piesă paralelipipedică;
- controlul unghiurilor prin metoda sinus.

2. Controlul conurilor exterioare și interioare.

- verificarea conurilor interioare cu calibre tampon conice;
- controlul conurilor exterioare prin metoda proiecției.

1. Scopul lucrării

- Cunoașterea și aplicarea metodelor pentru controlul dimensiunilor unghiulare dintre suprafețe plane, cu măsuri de unghi, cu instrumente comparatoare și cu mijloace de măsurare specifice.
- Cunoașterea și aplicarea metodelor de control al suprafețelor conice exterioare și interioare.

2. Considerații generale

Metodele de măsurare și verificare (control) a unghiurilor se pot împărți în următoarele trei grupe:

- metode de măsurare a unghiurilor prin metode goniometrice, cu ajutorul mijloacelor de măsurare a unghiurilor: raportoare, microscop de atelier, goniometre;
- metode de control al unghiurilor cu măsuri care utilizează măsuri de unghi;
- metode trigonometrice: metoda sinus și metoda de tangentă.

2.1. Controlul unghiurilor dintre suprafețe plane prin metode goniometrice.

2.1.1. Măsurarea unghiurilor folosind raportoare mecanice

Raportoarele sunt instrumente mecanice prevăzute cu suprafețe de măsurare plane pentru măsurarea unghiului dintre două suprafețe plane, având scara de repere gradată în unități de unghi (grade și minute).

a. Raportorul universal este un instrument cu vernier circular cu diviziunea cu valoarea de 5 minute și cu domeniul de măsurare de la 0 la 360 grade (fig. 1.); se compune din echerul cu disc și riglă fixă 1, deasupra căruia se găsește ansamblu mobil format din discul rotitor 2, rigla deplasabilă 3, piesa 4 de ghidare a riglei, șurubul 5, de blocare a discului rotitor și șurubul 6 de fixare a riglei 3. Circumferința de pe discul fix este împărțită în patru sectoare, fiecare având diviziuni de la 0^0 la 90^0 , iar vernierul de pe discul mobil, are câte 12 diviziuni, de o parte și de alta a reperului zero.

Tehnica măsurării: pentru măsurarea unghiului α , dintre suprafețele plane ale piesei de controlat (fig. 1.), se slăbesc șuruburile de blocare 5 și 6, se deplasează rigla mobilă 3 în lungul canalului de ghidare până când cuprinde piesa de controlat, apoi se strânge șurubul 6; se alătură riglele 1 și 3 celor două laturi care formează unghiul, iar atunci când printre rigle și suprafețele piesei nu mai există fantă de lumină, se strânge șurubul 5. Citirea se ia ca și la vernierele liniare ale șublerelor.

Din detaliu, citirea gradelor este 59, iar fracțiunile sunt: 7 diviziuni (de pe vernierul circular) ori 5 minute (valoarea diviziunii vernierului) = 35 minute, deci unghiul efectiv este $\alpha = 59^{\circ}35'$.

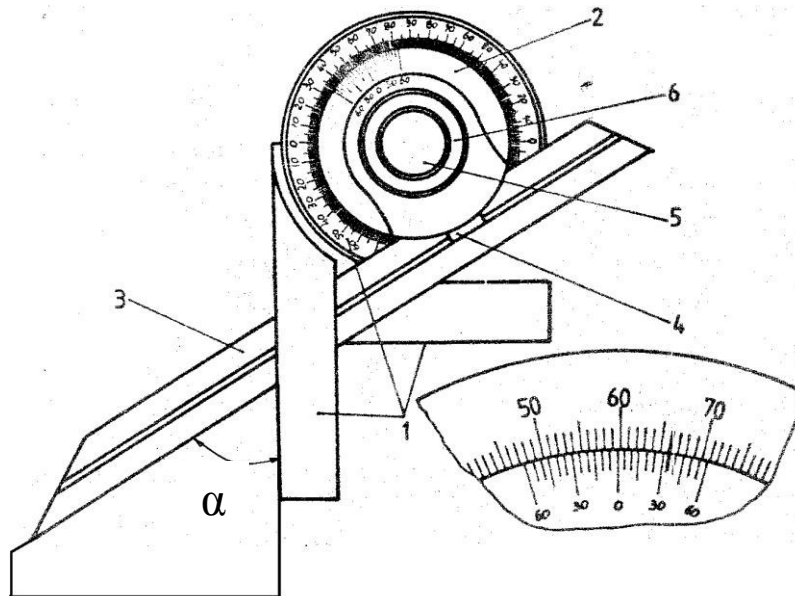


Fig. 1.

b. Raportorul mecanic cu cadran este o construcție mecanică fără vernier circular, la care citirea unghiului măsurat se ia pe scări circulare, în dreptul unui indice, respectiv arătător (fig. 2.).

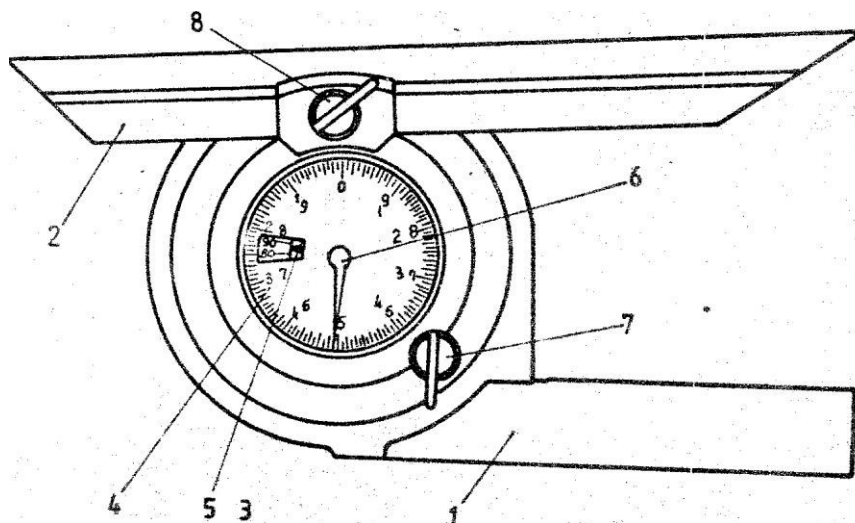


Fig. 2.

Instrumentul se compune din rigla fixă cu disc 1, deasupra căreia se găsește ansamblul mobil format din discul rotitor 4, la care se fixează rigla mobilă 2, cu ajutorul pârghiei 8. Pe discul riglei 1 este executată o scară de repere circulară împărțită în diviziuni de câte zece grade, iar discul mobil se găsește pe a doua scară circulară împărțită în zece grade, marcate cu numere de la 1 la 10 grade, fiecare grad la rândul său, având câte 12 diviziuni cu valoarea de 5 minute. În centrul discului se află arătătorul 6, iar pentru observarea scării zecilor de grade, în discul mobil este practică o fantă în dreptul căreia se găsește indicele 5. Ansamblul mobil se fixează în poziția de măsurare cu ajutorul pârghiei de blocare 7.

2.1.2. Măsurarea unghiurilor cu microscopul mic de atelier.

Microscopul mic de atelier este un aparat optic de măsurare a dimensiunilor liniare și unghiulare; este compus din corpul 1 și coloana 2, pe care se deplasează consola 3 care susține tubul microscopului 4. Pe corpul 1 se află masa transparentă 5, care se poate deplasa longitudinal prin acționarea șurubului micrometric 7. În corp se află dispozitivul de iluminare și amortizorul (ne arătate pe fig. 3).

Microscopul 4 are o placă liniată care se poate observa prin ocularul 9 și care se rotește prin acționarea rozetei 8; placa liniată are circumferința împărțită în 360° vizibilă prin ocularul lateral 10, orientându-se convenabil oglinda 11.

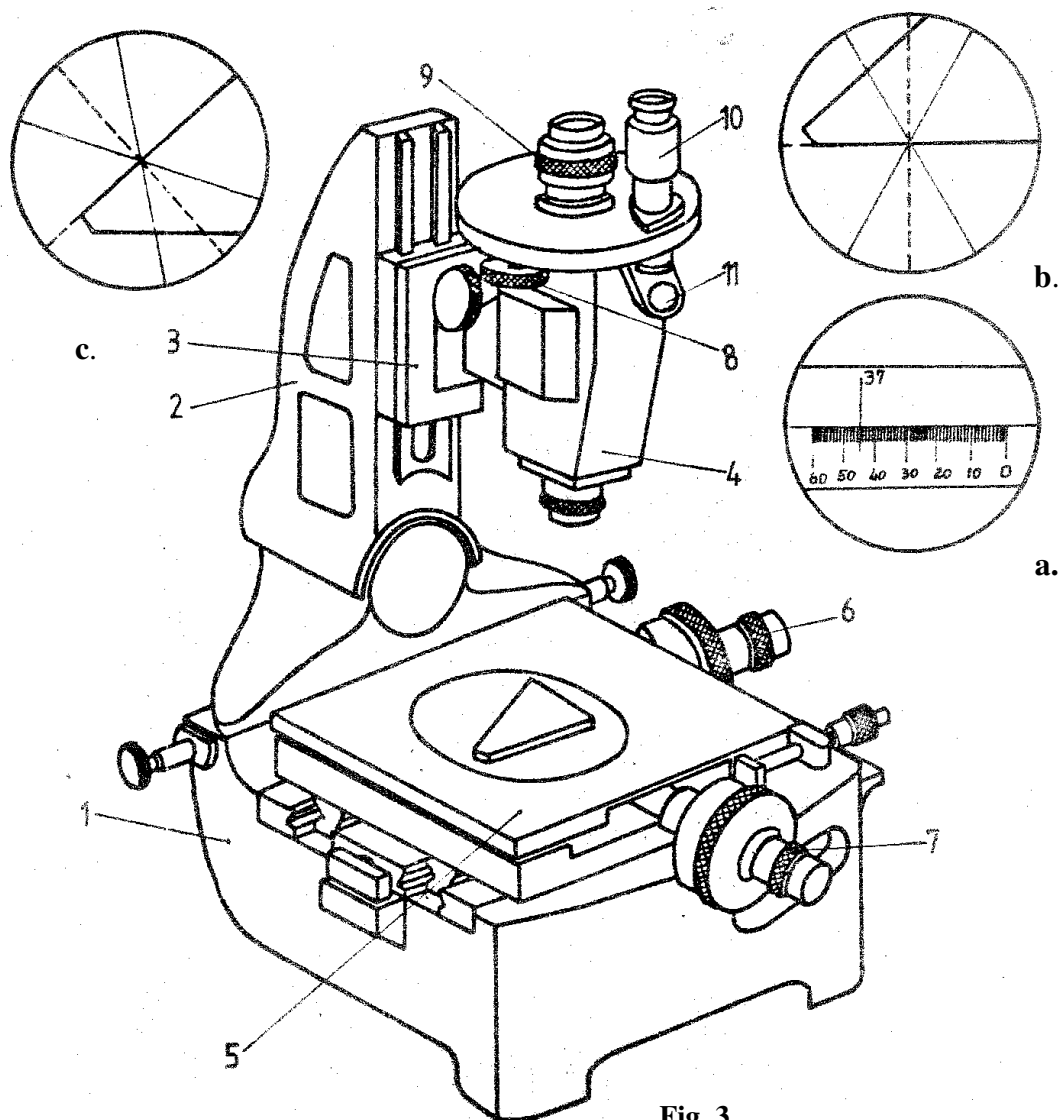


Fig. 3.

Gradele se citesc pe circumferința plăcii liniate în dreptul reperului care intersectează scara minutelor. Minutele se obțin pe scara mică în dreptul reperului gradelor (detaliul a).

Tehnica măsurării: pentru măsurarea unghiului, se așează piesa de controlat cu suprafețe plane pe masa transparentă 5 a microscopului; se deplasează masa cu piesa, longitudinal și transversal, până când se observă prin ocularul 9 vârful unghiului (piesei), după care se acționează șurubul 12, apropiind sau depărtând microscopul de piesă până la obținerea unei imagini clare.

Se rotește placa liniată, acționând rozeta 8, astfel ca una din liniile plăcii să ajungă tangentă la una din laturile unghiului (detaliul b) și se ia prima citire a unghiului prin ocularul 10. Se rotește, din nou placa liniată până când aceeași linie a ei devine tangentă la cealaltă latură a unghiului (detaliul c), luându-se o a doua citire; diferența celor două citiri va reprezenta valoarea unghiului măsurat.

2.2. Controlul unghiurilor cu măsuri de unghi

Controlul unghiurilor cu măsuri de unghi se face de obicei prin metoda suprapunerii și mai ales prin metoda fantei luminoase. Atunci când se constată abateri ale unghiului la piesele controlate, pentru stabilirea mărimii acestora, se utilizează compararea cu fante luminoase de grosime cunoscută sau diferite dispozitive de control.

2.2.1. Măsurarea abaterii de la unghiul drept cu o măsură și un instrument indicator.

Echipamente de control: comparator cu cadran, suport de atelier cu opritor, echer normal.

Tehnica măsurării: Acționându-se șurubul S de fixare a consolei pe coloană, se aduce vârful de contact al instrumentului indicator la înălțimea de măsurare 1 și se face blocarea consolei în această poziție (fig. 4.) În continuare acționându-se șurubul de fixare se deplasează consola longitudinal, astfel ca vârful de măsurare al instrumentului să depășească cu circa 1 mm suprafața piesei alăturată opritorului. După această manevră se aduce pe măsurață năsură de unghi (echer) astfel ca suprafața ei să vină în contact cu vârful de măsurare și se împinge către opritor; în momentul atingerii opritorului se face reglarea la zero a instrumentului.

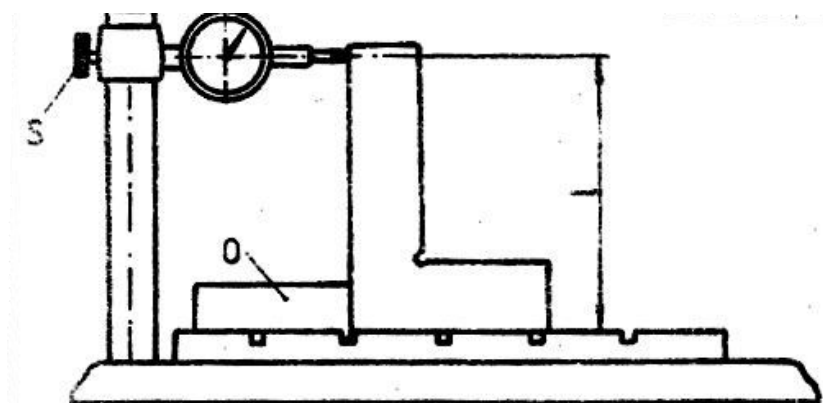


Fig. 4.

După reglarea la zero a instrumentului indicator, se îndepărtează măsura de unghi și în locul ei se aduce piesa de măsurat în aceeași poziție (adică lipită de opritor), luându-se citirea indicației instrumentului. Aceasta reprezintă abaterea liniară de la unghiul drept; valoarea ei se poate transforma în abatere unghiulară folosind relația:

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta h}{l} 906.964'' \pm \Delta\alpha_m,$$

- în care: - Δh este indicația instrumentului indicator în mm;
 - l reprezintă distanța de la suprafața măsuței la punctul de contact al instrumentului cu piesa, în mm;
 - $\Delta\alpha_m$ reprezintă abaterea de la unghiul de 90° (în secunde) a măsurii de unghi.

2.2.2. Măsurarea unghiurilor la piese cu secțiune dreptunghiulară cu instrument indicator

Echipamente de control: comparator cu cadran, suport de atelier cu opritor.

Tehnica măsurării: pentru măsurarea celor patru unghiuri, α , β , γ , ε , ale piesei cu formă paralelipipedică (fig. 5.), se procedează astfel: se așază piesa de controlat pe suprafața activă a măsuței 1, a suportului, alăturându-se opritorului O; se coboară consola 3, pe coloana 2, până când vârful de măsurare al comparatorul cu cadran 4 (care este montat la consola 3), vine în contact cu suprafața laterală a piesei de controlat, la o înălțime l , care se

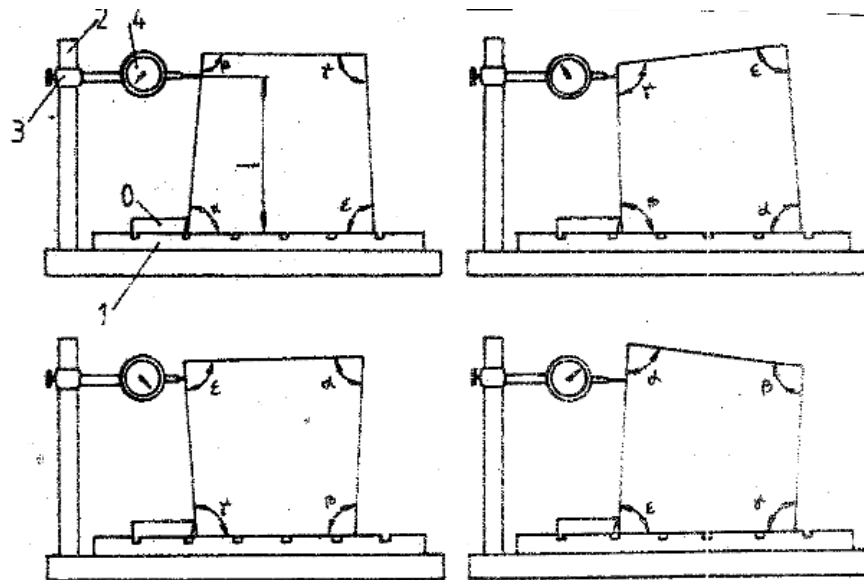


Fig. 5.

poate măsura cu un șubler de înălțime. În această poziție, cu unghiul α luat ca bază se reglează la zero a instrumentul indicator. Apoi se rotește piesa astfel ca fiecare suprafață laterală a ei să vină în contact (simultan) cu opritorul și cu vârful instrumentului, stabilindu-se, de fiecare dată abaterile liniare Δh_β , Δh_γ și Δh_ε , corespunzătoare unghiurilor β , γ și ε , față de unghiul α , luat ca valoare de referință.

Cunoscându-se înălțimea l , la care s-au executat măsurările, se transformă abaterile liniare în valori unghiulare, cu relațiile:

$$\Delta\beta = \frac{\Delta h_\beta}{l} 906.964; \quad \Delta\gamma = \frac{\Delta h_\gamma}{l} 906.964; \quad \Delta\varepsilon = \frac{\Delta h_\varepsilon}{l} 906.964,$$

Se formează, apoi sistemul de patru ecuații cu patru necunoscute, din care se obțin valorile efective ale celor patru unghiuri ale piesei controlate:

$$\beta = \alpha + \Delta\beta;$$

$$\gamma = \alpha + \Delta\gamma$$

$$\varepsilon = \alpha + \Delta\varepsilon;$$

$$\alpha + \beta + \gamma + \varepsilon = 360^\circ.$$

Notă: piesa având secțiune dreptunghiulară, suma unghiurilor suprafeței laterale a ei este de 360° .

2.3. Controlul unghiurilor prin metoda sinus.

Metoda sinus face parte din categoria metodelor trigonometrice care se bazează pe măsurarea unor dimensiuni liniare folosite, apoi la determinarea unghiurilor prin utilizarea funcțiilor trigonometrice. Cele mai utilizate metode trigonometrice sunt metoda sinus și metoda de tangentă.

Pentru aplicarea metodei sinus, la măsurarea unghiurilor dintre suprafețe plane, se folosește un accesoriu special: rigla sinus sau placa sinus, cu distanța dintre axele rolelor calibrate de $100 \pm 0,001$ mm; valoarea efectivă a unghiului se obține, cu ajutorul funcției sinus, în urma măsurării unor dimensiuni liniare.

Echipe de control: riglă sinus, trusă de cale plan-paralele, placă de verificare, comparator cu cadran fixat la suport de atelier.

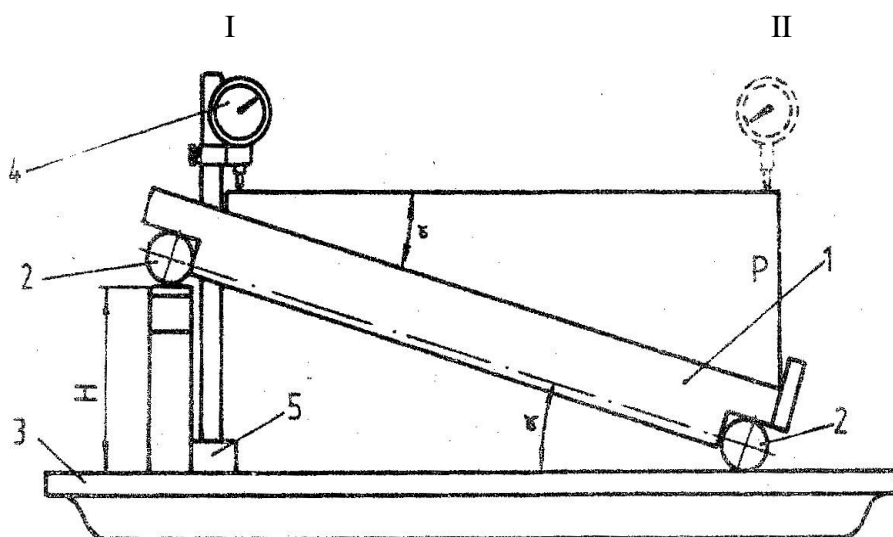


Fig. 6.

Tehnică de măsurare: rigla sinus 1 se sprijină, cu un capăt, prin intermediul unei role calibrate 2, pe suprafața activă a plăcii de verificare 3, iar cu celălalt capăt (prin intermediul rolei calibrate 2), pe suprafața activă liberă a blocului de cale plan - paralele cu înălțimea H (fig. 6).

Piesa de controlat P, al cărui unghi α se va măsura, se așază pe suprafața superioară a riglei sinus, suprafața care este înclinată față de suprafața activă a plăcii de verificare, cu valoarea nominală a unghiului de controlat, deoarece înălțimea H a blocului de cale paralele pe care se sprijină rola calibrată 2, este calculată cu relația:

$$H = L \cdot \sin \alpha_N,$$

în care: L este distanța dintre axele rolelor calibrate, iar α_N este valoarea nominală a unghiului de măsurat.

Dacă unghiul efectiv α_e , are aceeași valoare cu cea nominală, atunci suprafața liberă a piesei P este paralelă cu suprafața activă a plăcii de verificare; paralelismul se controlează cu ajutorul comparatorului cu cadran 4, fixat la suportul de atelier 5, așezat pe placa de verificare 3, astfel: se reglează la zero instrumentul pe un capăt al suprafeței piesei (poziția I), apoi se deplasează la cealaltă extremitate a acesteia (poziția II), unde se observă indicația instrumentului.

Dacă unghiul efectiv are valoare diferită de cea nominală, atunci indicația instrumentului comparator este diferită de valoarea zero; valoarea efectivă se obține astfel: se modifică înălțimea blocului de cale plan- paralele aflat sub rola calibrată 2, până când, pentru o valoare H' a acesteia, suprafața liberă a piesei de controlat devine paralelă cu suprafața activă a plăcii de verificare (indicația instrumentului în poziția II este zero).

Valoarea efectivă a unghiului piesei va fi:

$$\alpha_e = \arcsin \frac{H'}{L}.$$

Notă: la aplicarea metodei sinus pentru măsurarea unghiurilor dintre suprafețe plane, se poate utiliza și dispozitivul cu placă sinus.

3. Controlul conurilor

3.1. Considerații generale

La producerea în serii mari a pieselor cu suprafețe conice, măsurarea acestora fiind prea costisitoare, se face o verificare cu calibre ori cu dispozitive speciale, în timp ce măsurarea se aplică în cazul calibrelor conice sau la producția individuală și atunci când este necesară o precizie mare de măsurare.

Verificarea cu calibre a suprafețelor conice exterioare și interioare, se face ușor, asigurându-se în același timp interschimbabilitatea pieselor. Calibrele conice, folosite obișnuit, sunt limitative, deoarece verifică ambele limite ale suprafeței conice: limita maximului de material (limita Trece) și limita minimului de material (limita Nu Trece); de aceea calibrele conice au două părți, denumite după limita dimensională pe care o verifică: partea Trece, simbolizată **T** și partea Nu Trece, simbolizată **NT**.

Calibrele conice se împart în două mari categorii (fig. 7.):

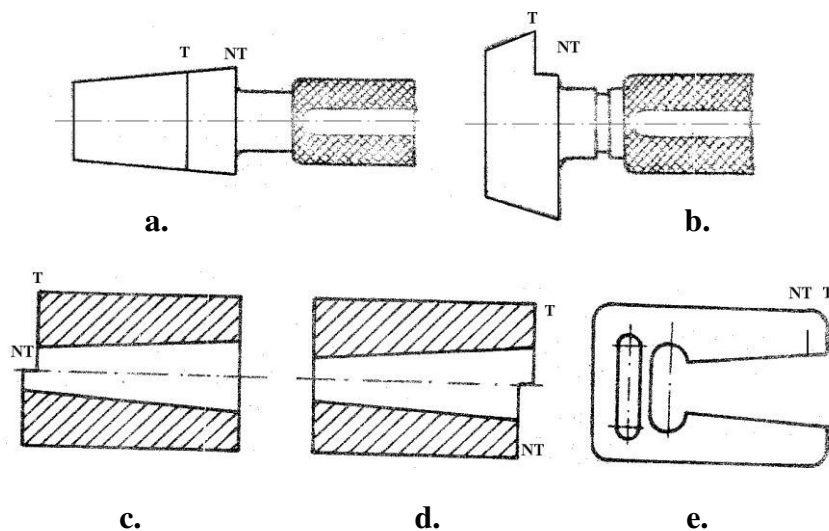


Fig. 7.

- calibre pentru verificarea alezajelor conice, sub formă de tampon conice (fig. 7.a, b.);
- calibre pentru verificarea arborilor conici, sub formă de bucșe conice (fig. 7.c, d.);
- calibre pentru verificarea arborilor conici, sub formă de furci plate (fig. 7.e.).

3.2. Verificarea conurilor cu calibre limitative

Verificarea conurilor exterioare cu calibre se face introducând piesa de controlat în interiorul calibrului bucșă conică, fără apăsare, după care se observă poziția bazei mici sau mari a acesteia, față de limitele calibrului (fig. 8.).

Atunci când verificarea se face după baza mare a conului apar situațiile:

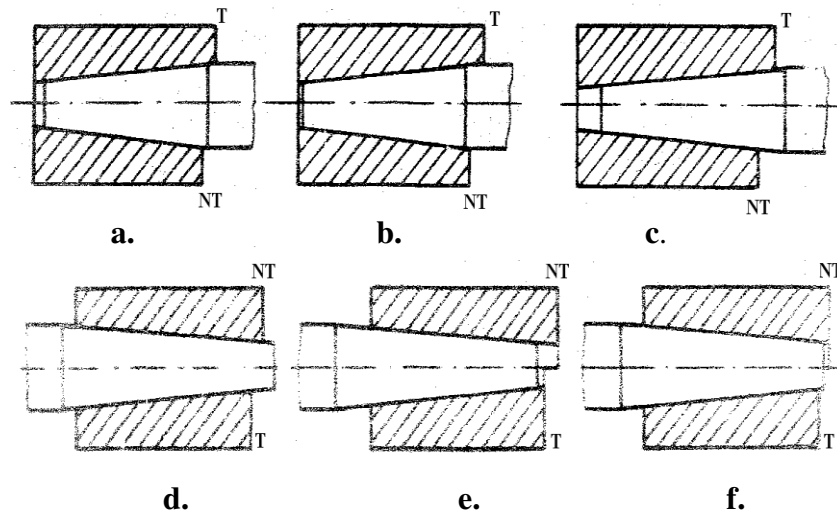


Fig. 8.

- dacă baza mare a conului de verificat se află între limitele calibrului, piesa este considerată admisă pentru utilizare (fig. 8.a.);
- dacă baza mare a conului de verificat a depășit limita „nu trece” a calibrului piesa este prea largă și se respinge de la utilizare (fig. 8.b.);
- dacă baza mare a conului de verificat nu a ajuns la limita „trece” a calibrului, piesa se returnează pentru prelucrare (fig. 8.c.).

Când verificarea se face după baza mică a conului, pot exista situațiile:

- dacă baza mică a conului de verificat a depășit limita „nu trece” a calibrului, piesa este prea largă și se respinge de la utilizare (fig. 8.d.);
- dacă baza mică a conului de verificat nu ajunge la limita „trece” a calibrului, piesa trebuie prelucrată în continuare (fig. 8.e.);
- dacă baza mică a conului de verificat se află între limitele calibrului, piesa poate fi considerată admisă pentru utilizare (fig. 8.f.).

În același fel se face și verificarea conurilor interioare.

3.3. Măsurarea conurilor exterioare cu microscopul mic de atelier

În cazul conurilor exterioare cu dimensiuni reduse și pentru care sunt prescrise toleranțe mici la unghi sau la conicitate (calibre tampon conice), pentru măsurarea unghiului acestora, se utilizează microscopul mic de atelier sau microscopul mare de atelier, prin aplicarea a două metode diferite:

- metoda proiecției, prin iluminarea piesei de controlat, de jos în sus;
- metoda de contact, prin utilizarea de cuțite cu muchie activă.

3.3.1. Măsurarea conurilor exterioare prin metoda proiecției.

Pentru măsurarea unghiului conului exterior, pe microscopul de atelier, piesa cu suprafață conică se introduce între vârfurile de centrare fixate pe măsura de pe sania transversală a microscopului (fig. 9).

Tehnica măsurării: se deplasează longitudinal și transversal măsura împreună cu piesa de controlat, până când o generatoare a conului (în fig. 9, cea superioară) apare în câmpul vizual, iar intersecția plăcii liniate a microscopului se suprapune pe generatoare în punctul A; în acest moment se ia prima citire c_{11} , pe tamburul șurubului micrometric de deplasare transversală.

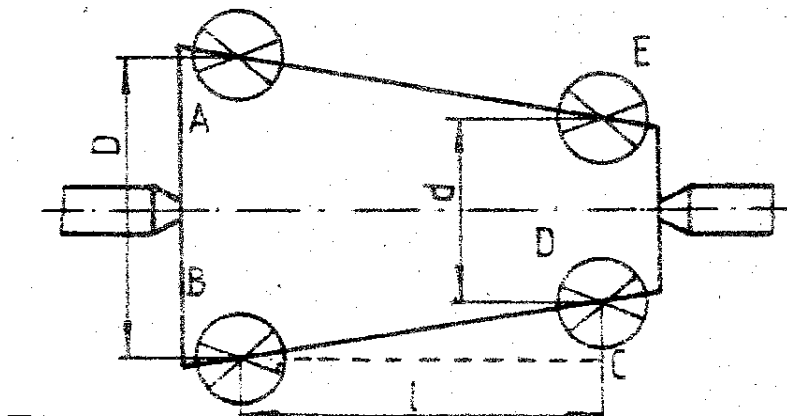


Fig. 9.

Se acționează șurubul micrometric de deplasare transversală, deplasându-se măsura, împreună cu piesa, până când generatoarea opusă a conului (în fig. 9, cea inferioară) coincide cu intersecția plăcii liniate (poziția B); se ia a doua citire c_{12} , pe tamburul șurubului micrometric de deplasare transversală.

Tot în poziția B, se ia prima citire pe tamburul șurubului micrometric de deplasare longitudinală c_{11} .

Se deplasează, apoi, măsura (prin acționarea șuruburilor de deplasare longitudinală și transversală), până când intersecția plăcii liniate se suprapune pe aceeași generatoare a conului în poziția D (poziția C este o poziție intermediară); se ia a doua citire c_{12} , pe tamburul șurubului micrometric de deplasare longitudinală și a treia citire c_{13} , pe tamburul șurubului micrometric de deplasare transversală.

Se deplasează măsura pe direcție transversală, până când intersecția plăcii liniate se suprapune pe generatoarea superioară a conului, în poziția E, unde se ia a patra citire c_{14} , pe tamburul șurubului micrometric de deplasare transversală.

Valoarea efectivă α_e , a unghiului conului se obține cu relația:

$$\alpha_e = \arctg \frac{D - d}{2l} \text{ ,,}$$

în care diametrele D și d, respectiv lungimea l, se obțin ca diferență a valorilor absolute ale citirilor luate:

$$D = |c_{t1} - c_{t2}|;$$

$$D = |c_{t3} - c_{t4}|;$$

$$l = |c_{l1} - c_{l2}|.$$

Atunci când măsurările trebuie să fie deosebit de precise, se fac pe microscopul mare sau pe microscopul universal prin metoda de contact, situație în care conului de controlat i se vor alătura cuțite speciale (cu muchii active) late din trusa de accesorii a microscopului.

4. Modul de efectuare a lucrării și interpretarea rezultatelor măsurării

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. Se execută desenele de execuție ale pieselor care se vor controla.

E2. Se identifică pe desenul de execuție parametrul care trebuie controlat și toleranța acestuia.

E3. Se măsoară parametrul identificat prin aplicarea unei metode de măsurare prezentată în referat (unde este cazul se va determina, prin calcul, în funcție de alți parametri care se măsoară).

E4. Se stabilește dacă valoarea efectivă a parametrului măsurat se încadrează în toleranța prescrisă;

E5. Se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă pentru utilizare*, sau *respinsă de la utilizare*.

Notă: la verificarea cu calibre limitative, rezultatul verificării se va prezenta sub formă de tabel (exemplu: verificarea conurilor interioare cu calibre conice):

Tabelul 1.

Verificarea conurilor interioare cu calibre tampon conice

Nr. piesă	Rezultatul verificării
1.	Piesă admisă pentru utilizare
2.	Piesă respinsă de la utilizare
.	.
.	.
.	.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 10

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. Conспектul lucrării de laborator cu următoarele puncte:

- măsurarea unghiurilor cu raportorul universal;
- măsurarea unghiurilor cu microscopul mic de atelier și fig. 3 (**numai detaliile a, b și c**);
- măsurarea abaterii de la unghiul drept cu o măsură și un instrument indicator și fig. 4;
- măsurarea unghiurilor la piese cu secțiune dreptunghiulară cu instrument indicator și fig. 5;
- controlul unghiurilor prin metoda sinus și fig. 6;
- tipuri de calibre conice și fig. 7;
- verificarea cu calibre conice și fig. 8;
- măsurarea conurilor exterioare prin metoda proiecției și fig. 9;
- modul de efectuare a lucrării, prelucrarea și interpretarea rezultatelor

2. Rezultatele măsurărilor efectuate în laborator:

- desenele de execuție ale pieselor controlate (schițe de mână);
- valorile obținute în urma măsurării;
- valorile efective ale parametrilor măsurați;
- deciziile cu privire la piesele controlate.

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. 11**

Iași, 2016

LUCRAREA NR. 11.

CONTROLUL FILETELOR EXTERIOARE ȘI INTERIOARE

Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 11:

- verificarea unor piulițe cu calibre de filet;
- măsurarea diametrelor exterior și interior la un șurub, cu șublerul de exterior;
- măsurarea diametrului mediu la un șurub, cu micrometrul de filet și prin metoda celor trei sârme calibrate;
- măsurarea diametrelor exterior și interior la șuruburi, cu șublerul și cu microscopul mic de atelier;
- măsurarea diametrului mediu la șuruburi cu microscopul mic de atelier;
- măsurarea pasului la filete exterioare cu microscopul mic de atelier;
- măsurarea unghiului flancurilor la filete exterioare cu microscopul mic de atelier.

1. Scopul lucrării

- cunoașterea și aplicarea metodelor de verificare și măsurare a pieselor filetate cu calibre și instrumente universale de măsurat lungimi.
- cunoașterea metodelor de măsurare a elementelor dimensionale la piese filetate cu microscopul de atelier

2. Considerații generale

Suprafețele filetate se obțin prin deplasarea după o elice a unui profil generator de formă dată, conținut în planul axial al unei suprafețe cilindrice sau conice; luând în considerație suprafața pe care se deplasează profilul generator, suprafețele filetate pot fi cilindrice sau conice. După modul de cuprindere, piesele filetate pot fi: piese cu suprafețe filetate exterioare, denumite, generic șuruburi și piese cu suprafețe filetate interioare, denumite generic piulițe.

Elementele dimensionale caracteristice unei suprafețe filetate sunt:

- diametrul exterior al suprafeței filetate;
- diametrul interior al suprafeței filetate;
- diametrul mediu al suprafeței filetate;
- pasul filetului;
- unghiul flancurilor filetului.

3. Verificarea suprafețelor filetate cu calibre filetate.

Verificarea suprafețelor filetate cu calibre este o metodă complexă de control, deoarece sunt verificați toți parametrii dimensionali care caracterizează suprafețele filetate; în acest scop se utilizează calibre filetate limitative care verifică limitele maximumului de material, respectiv minimumului de material ale piesei filetate.

Principalele tipuri de calibre filetate, care se întrebunțează în România se împart în două mari categorii, în funcție de tipul suprafeței filetate pe care o verifică:

- calibre pentru verificarea suprafețelor filetate interioare care au forma generală de tampoane filetate;

- calibre pentru verificarea suprafețelor filetate exterioare care se prezintă sub formă de inele filetate.

Atât calibrele tampon filetate cât și calibrele inel filetate sunt constituite din două părți distincte (adică din două calibre) care verifică cele două limite ale piesei filetate: un calibru trece T(calibrul „profil întreg”) și un calibrul nu trece NT (calibrul „profil redus”) la care, de obicei, spira filetului nu este materializată pe toată înălțimea ei.

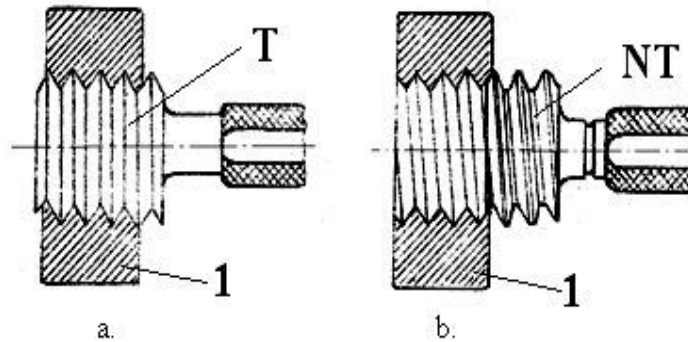


Fig.1

Verificarea suprafețelor filetate cu calibre de filet se face prin înșurubarea fiecărei părți a calibrului în piesa filetată care se verifică; pentru ca piesa filetată să fie admisă spre utilizare este necesar ca partea T a calibrului filetat să se înșurubeze pe toată lungimea filetată a piesei verificate, iar partea NT să se înșurubeze cel mult pe o spirală (fig. 1. a și b.) care prezintă verificarea unei piulițe 1, cu calibrul tampon filetat, T și NT).

În situațiile în care partea T a calibrului filetat nu se înșurubează pe toată lungimea piesei verificate sau partea NT se înșurubează pe mai multe spirale, piesa trebuie respinsă de la utilizare.

4. Măsurarea diametrelor exterior, interior și mediu la filete exterioare cu instrumente și aparate universale.

4.1. Măsurarea diametrului exterior la șuruburi cu șublerul și cu micrometrul de exterior

Măsurarea obișnuită, când nu se impune o precizie obișnuită, a diametrului exterior la șuruburi, se face prin utilizarea instrumentelor universale obișnuite (șublere și micrometre de exterior).

Tehnica măsurării: este aceeași ca și în cazul măsurării diametrelor la suprafețe exterioare cilindrice netede.

4.2. Măsurarea diametrului interior la șuruburi cu șublerul de exterior.

Datorită jocului la fundul filetului, diametrului interior al suprafeței filetate, nu i se impune o precizie deosebită; în cazul șuruburilor cu pas mare, măsurarea diametrului interior se poate face cu un șubler obișnuit prevăzut cu ciocuri scurte (fig. 2.).

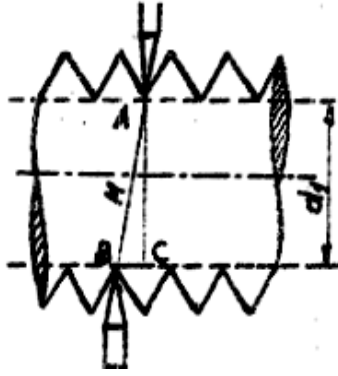


Fig. 2

În timpul măsurării, contactul între muchiile ciocurilor și piesa filetată are loc în puncte diametral opuse, deplasate cu $p/4$, valoarea diametrului interior se obține cu relația :

$$d_1 = M - \frac{p^2}{8M}$$

în care M reprezintă cota măsurată (ipotenuza triunghiului ABC), iar p este pasul filetului, exprimat în milimetri.

4.3. Măsurarea diametrului mediu la șuruburi cu micrometre de exterior

Diametrul mediu este perimetrul dimensional care, împreună cu pasul și unghiul flancurilor este determinant în precizia suprafeței filetate. Este diametrul cilindrului virtual care intersectează profilul filetului astfel, încât grosimea plinurilor este egală cu a golurilor, având valoarea egală cu jumătate din valoarea pasului.

În funcție de precizia de măsurare, metodele de măsurare a diametrului mediu cu micrometre de exterior, pot fi:

- metoda de măsurare a diametrului mediu cu micrometrul de filet;
- metoda de măsurare a diametrului mediu cu sârme calibrate.

4.3.1. Măsurarea diametrului mediu la șuruburi cu micrometrul de filet

Această metodă se aplică în cazurile în care nu este necesară o precizie deosebită; instrumentul utilizat este micrometrul de filet, un micrometru special care are suprafețele active sub formă de prismă și con, interschimbabile, cu unghiul egal cu unghiul flancurilor filetului (fig. 3.a.).

Tehnica măsurării: pentru măsurarea diametrului mediu la un șurub, în funcție de valoarea pasului piesei de controlat, se aleg accesoriile corespunzătoare (prisma și conul), din trusa instrumentului și se montează la instrument (prisma se introduce în orificiul nicovalei micrometrului și conul în orificiul din tija șurubului micrometric).

Se depărtează suprafețele de măsurare ale micrometrului și se introduce piesa de controlat între ele, astfel încât o spiră a filetului să vină în contact cu prisma, apoi se deplasează tija șurubului micrometric (prin acționarea dispozitivului de limitare a forței de măsurare al micrometrului) până când suprafața activă conică se poziționează între două spire consecutive ale filetului, în porțiunea diametral opusă (fig.3.b.).

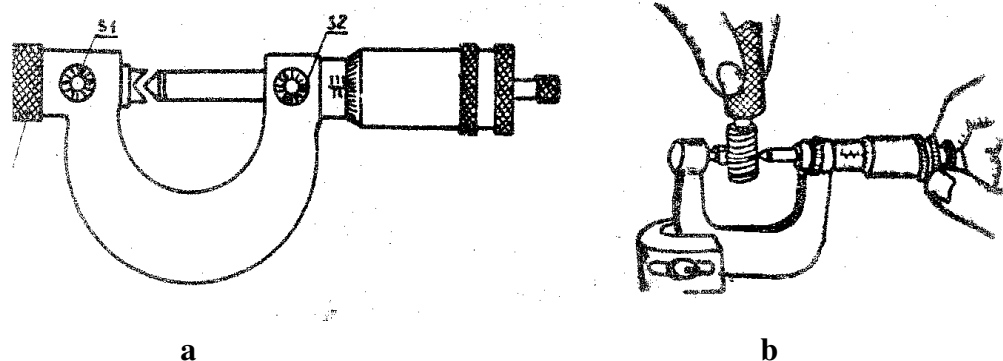


Fig. 3

După realizarea contactului corect între flancurile filetului și suprafețele active ale instrumentului, se ia citirea pe scările de repere ale micrometrului, citire care reprezintă valoarea măsurată a diametrului mediu.

4.3.2. Măsurarea diametrului mediu la șuruburi prin metoda celor trei sârme calibrate.

Această metodă se aplică atunci când se impune o precizie mai mare a măsurării diametrului mediu la șuruburi, fiind utilizate niște accesorii speciale numite sârme calibrate care au diametrul executat cu o toleranță de ordinul micrometrilor. Sunt mai multe variante ale acestei metode și anume: cu o sârmă calibrată, cu două sârme calibrate și cu trei sârme calibrate.

Se va prezenta metoda de măsurare a diametrului mediu cu trei sârme calibrate.

Echipamente și accesorii necesare: trusă cu sârme calibrate, micrometru de exterior, suport pentru micrometre.

Tehnica măsurării: pentru măsurarea diametrului mediu la un șurub, prin metoda celor trei sârme calibrate se procedează astfel: cunoscând valorile nominale ale pasului și unghiului flancurilor filetului de controlat, se calculează diametrul d_s al sârmelor calibrate necesare, cu relația:

$$d_s = \frac{p}{2 \cos \alpha / 2}$$

Din trusa cu sârme calibrate se alege setul de trei sârme cu diametrul imediat următor celui calculat și se atașează la suportul micrometrului de exterior (fig. 4.a).

Se aduce piesa de controlat între suprafețele de măsurare ale micrometrului astfel încât două sârme calibrate să se dispună în golurile a două spire alăturate, iar a treia sârmă în golul diametral opus și se rotește șurubul micrometric, acționând mecanismul pentru limitarea apăsării, până când se realizează contactul corect între elementele piesă – sârme calibrate – suprafețe de măsurare; în acel moment se ia pe scara de repere a micrometrului cota M , peste sârme (fig. 4. b.).

Valoarea măsurată a diametrului mediu se obține cu relația:

$$d_2 = M - d_s \left(1 - \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) + \frac{p}{2} \operatorname{ctg} \alpha / 2,$$

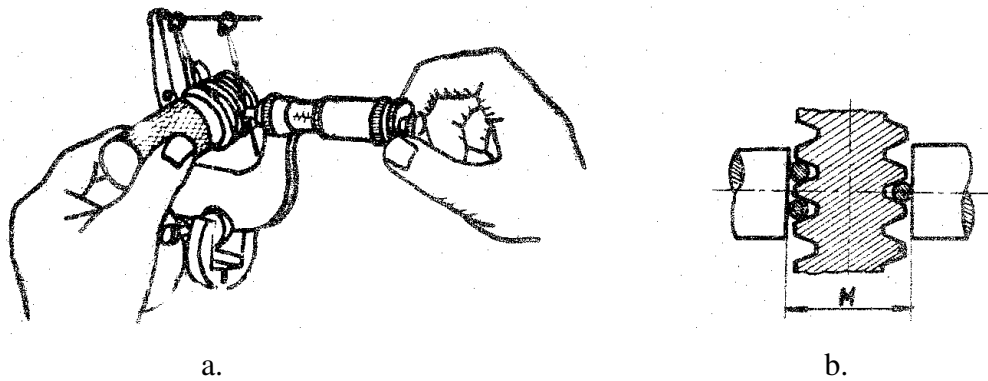


Fig. 4

în care:

- p este pasul filetelui;
- α este unghiul flancurilor filetelui controlat;
- d_s reprezintă diametrul sârmelor calibrate.

4.4. Controlul dimensiunilor liniare și unghiulare caracteristice ale filetelor exterioare cu microscopul de atelier.

Metodele de măsurare a dimensiunilor liniare și unghiulare caracteristice ale filetelor exterioare pe microscopul de atelier (microscopul mic de atelier și microscopul mare de atelier) se aplică în situațiile în care se impune o precizie de măsurare mai mare decât în cazul utilizării instrumentelor universale.

Se aplică două categorii de măsurare pe microscopul de atelier:

- metoda proiecției (cea mai utilizată) care este o metodă fără contact;
- metoda cu cuțite, care este o metodă cu contact, mai precisă.

Pe microscopul de atelier se pot măsura toate elementele dimensionale caracteristice unei suprafețe filetate exterioare:

- diametrul exterior al suprafeței filetate;
- diametrul interior al suprafeței filetate;
- diametrul mediu al suprafeței filetate;
- pasul filetelui;
- unghiul flancurilor.

4.4.1. Măsurarea diametrului exterior la șuruburi cu microscopul mic de atelier.

Echipamente de control: microscop mic de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: șurubul de controlat se introduce între vârfurile de centrare montate pe sania transversală a microscopului. Înainte de efectuarea măsurării, se observă, prin ocularul periferic al microscopului, citirea unghiului de rotire a plăcii liniate; unghiul trebuie să aibă valoarea de $180^{\circ}30'$ pentru ca linia orizontală a plăcii liniate să fie paralelă cu axa șurubului de controlat (respectiv, paralelă cu vârfurile de centrare); în caz contrar, se acționează rozeta pentru rotirea plăcii liniate, până când se obține valoarea indicată a unghiului.

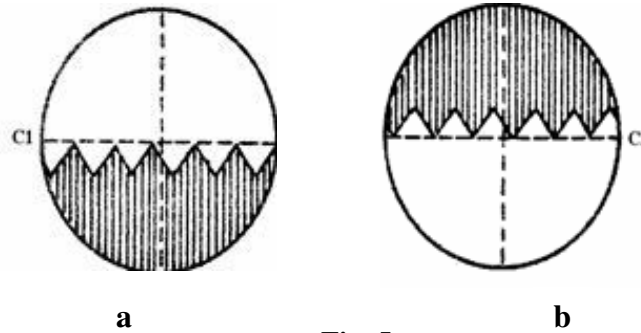


Fig. 5.

Se deplasează măsura transversală a microscopului până când vârfurile filetului devin tangente la linia orizontală a plăcii liniate, luată drept linie de referință (fig. 5) și se ia prima citire C1, pe scara de repere a șurubului micrometric; se deplasează măsura transversală a microscopului până când vârfurile profilului opus devin tangente la linia de referință și se ia a doua citire C2, pe scara de repere a aceluiași șurub micrometric.

Diferența celor două citiri reprezintă valoarea efectivă a diametrului exterior al șurubului.

4.4.2. Măsurarea diametrului interior la șuruburi cu microscopul mic de atelier.

Echipamente de control: microscop mic de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: șurubul de controlat fiind introdus între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului, aceasta se deplasează până când fundurile filetului devin tangente la linia orizontală a plăcii liniate, luată drept linie de referință (fig. 6) și se ia prima citire C1, pe scara de repere a șurubului micrometric de deplasare transversală.

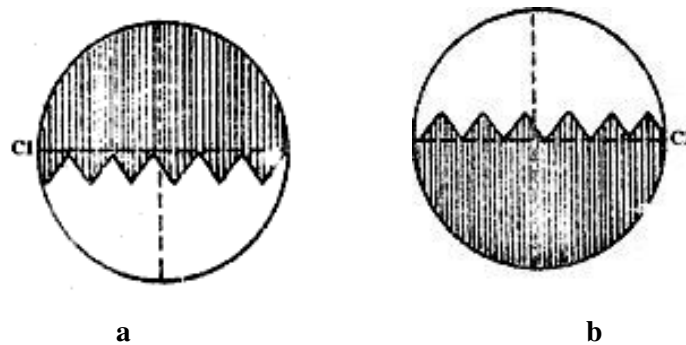


Fig. 6.

Se deplasează sania transversală a microscopului până când fundurile profilului opus devin tangente la linia de referință și se ia a doua citire C2, pe scara de repere a aceluiași șurubului micrometric.

Diferența celor două citiri reprezintă valoarea efectivă a diametrului interior al șurubului.

4.4.3. Măsurarea diametrului mediu la șuruburi cu microscopul mic de atelier.

Echipamente de control: microscop mic de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: șurubul de controlat se introduce între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului; se deplasează atât sania transversală cât și sania longitudinală ale microscopului până când imaginea profilului filetului apare în câmpul vizual al microscopului.

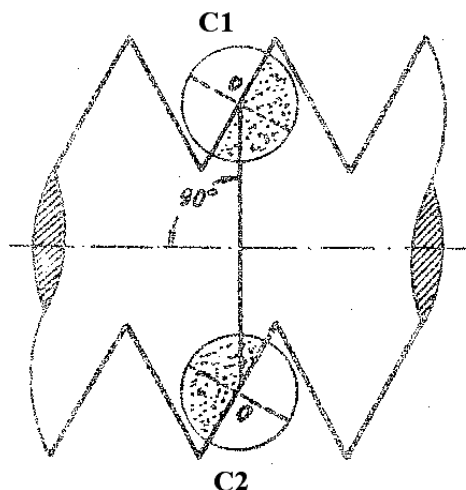


Fig. 7.

Se aduce, apoi intersecția plăcii liniate tangentă la flancul filetului, la nivelul diametrului mediu (fig. 7.) și se ia prima citire C1 pe tamburul șurubului micrometric al deplasării transversale; în continuare, deplasând sania transversală, se aduce flancul corespunzător de pe partea opusă a profilului, tangent la intersecția plăcii liniate și se ia a doua citire C2, pe același șurub micrometric. Diferența celor două citiri reprezintă o primă valoare efectivă a diametrului mediu.

Pentru reducerea erorii de măsurare generată de neparalelismul între axa șurubului și direcția deplasării longitudinale, se repetă măsurătoarea pentru flancul alăturat (dacă prima măsurătoare s-a executat pe flancul din stânga, a doua se va face pe flancul din dreapta), obținându-se a doua valoare efectivă a diametrului mediu. Rezultatul final al măsurării îl constituie media aritmetică a celor două valori efective.

4.4.4. Măsurarea pasului la filete exterioare cu microscopul mic de atelier

Pasul la șuruburi poate fi stabilit ca distanța măsurată, paralel cu axa piesei, între două flancuri omoloage consecutive.

Echipamente de control: microscop mic de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: șurubul de controlat se introduce între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului; se deplasează cele două sănii ale microscopului, respectiv se rotește placa liniată până când una din liniile înclinate ale acesteia, luată ca linie de referință, devine tangentă la un flanc al filetului (fig. 8.).

În acel moment se ia prima citire pe tamburul șurubului micrometric de deplasare longitudinală. După aceasta se deplasează sania longitudinală cu un număr n de pași și se aduce linia de referință tangentă la un flanc omolog, luându-se a doua citire.

Prima valoare efectivă p_1 , a pasului se obține raportând diferența celor două citiri, la numărul n de pași.

Pentru reducerea erorilor datorită neparalelismului axei piesei față de direcția deplasării longitudinale se vor face măsurări pentru ambele flancuri ale filetului și în porțiuni diametral opuse, obținându-se, în același mod valorile p_2 , p_3 și p_4 ale pasului (conform fig. 8.).

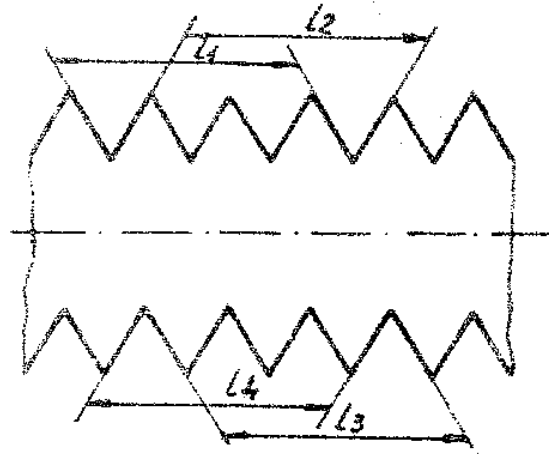


Fig. 8.

Media celor patru valori efective reprezintă rezultatul măsurării pasului.

4.4.5. Măsurarea unghiului flancurilor la filete exterioare cu microscopul mic de atelier

Unghiul flancurilor filetelui reprezintă unghiul format de flancurile opuse ale filetelui, măsurat pentru o spiră a acestuia.

Echipamente de control: microscop mic de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: șurubul de controlat se introduce între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului; se deplasează sania transversală și sania longitudinală până când imaginea profilului filetelui apare în câmpul vizual al microscopului (fig. 9); intersecția plăcii liniate se aduce tangentă la profilul filetelui, în dreptul diametrului mediu și se rotește placa liniată până când o linie înclinată a ei, linia I-I (care se va lua drept linie de referință) se suprapune pe un flanc al filetelui (fig.9.a.). În acel moment, prin ocularul periferic, se ia prima citire C1, a unghiului de rotire a plăcii liniate.

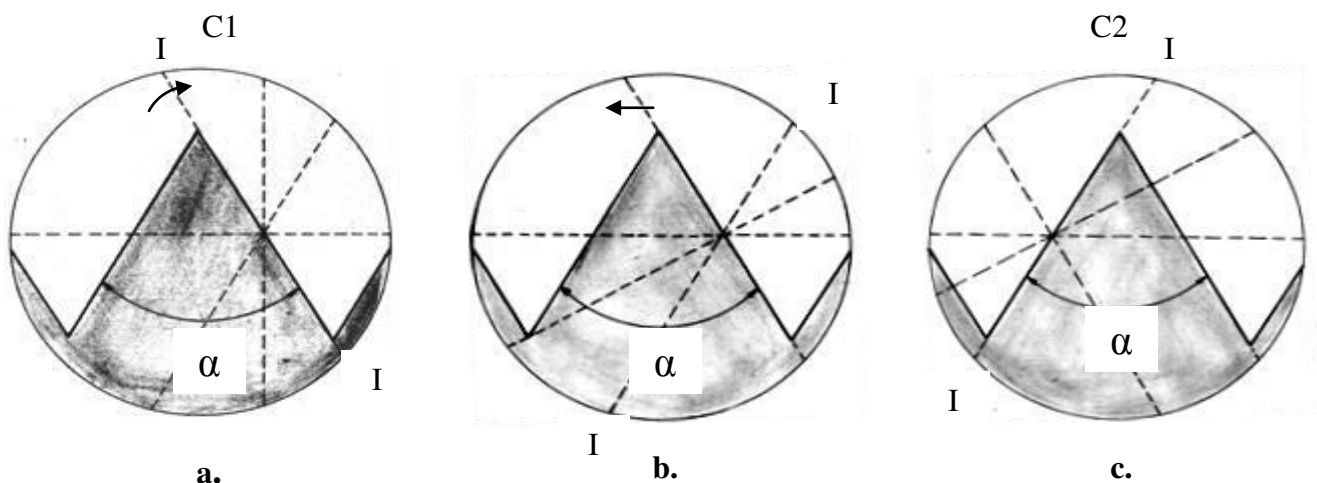


Fig. 9.

Se rotește placa liniată în sensul săgeții (prin acționarea rozetei acesteia) și se aduce linia de referință I-I paralelă cu flancul opus al filetelui (fig. 9. b.); se deplasează sania longitudinală în sensul săgeții, până când intersecția plăcii liniate va coincide cu flancul

opus, iar linia de referință I-I se suprapune pe acest flanc (în cazul în care coincidența dintre flancul opus și linia de referință nu este realizată, se rotește placa liniată, simultan cu deplasarea saniei longitudinale până la obținerea coincidenței celor două elemente), conform fig. 9. c. În acel moment, prin ocularul periferic, se ia a doua citire C2, a unghiului de rotire a plăcii liniate. Diferența celor două citiri, luată în valoare absolută, reprezintă valoarea efectivă a unghiului flancurilor.

5. Modul de efectuare a lucrării și interpretarea rezultatelor măsurării

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. Se execută desenul de execuție al pieselor care se vor controla.

E2. Se identifică pe desenul de execuție parametrul care trebuie controlat și toleranța acestuia (dacă este specificată).

E3. Se măsoară parametrul identificat prin aplicarea unei metode de măsurare prezentată în referat (unde este cazul se va determina, prin calcul, în funcție de alți parametri care se măsoară).

E4. Se stabilește dacă valoarea efectivă a parametrului măsurat se încadrează în toleranța prescrisă (în cazul în care este cunoscută toleranța);

E5. Se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă* pentru utilizare sau *respinsă de la utilizare*.

Notă: la verificarea cu calibre limitative, rezultatul verificării se va prezenta sub formă de tabel (exemplu: verificarea filetelor interioare cu calibre tampon filetate):

Tabelul 1.

Verificarea filetelor interioare cu calibre tampon filetate.

Nr. piesă	Rezultatul verificării
1.	Piesă admisă pentru utilizare
2.	Piesă respinsă de la utilizare
.	.
.	.
.	.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 11

Referatul întocmit de student va cuprinde:

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

- verificarea filetelor interioare cu calibre tampon filetat;
- măsurarea diametrelor exterior și interior la un șurub, cu șublerul de exterior (tehnica măsurării și fig. 2);
- măsurarea diametrului mediu la un șurub, cu micrometrul de filet și prin metoda celor trei sârme calibrate (tehnica măsurării și fig. 4.b);
- măsurarea diametrelor exterior și interior la șuruburi, cu microscopul mic de atelier (tehnica măsurării și fig. 5, 6);
- măsurarea diametrului mediu la șuruburi cu microscopul mic de atelier (tehnica măsurării și fig. 7);

- măsurarea pasului la filete exterioare cu microscopul mic de atelier (tehnica măsurării și fig. 8);
- măsurarea unghiului flancurilor la filete exterioare cu microscopul mic de atelier (tehnica măsurării și fig. 9);
- modul de efectuare a lucrării și interpretarea rezultatelor măsurării.

2. Rezultatele măsurărilor efectuate în laborator:

- tabelul 1, cu rezultatul verificării cu calibre de filet.
- desenele de execuție ale pieselor controlate (schițe de mână);
- valorile obținute în urma măsurării;
- valorile efective ale parametrilor măsurați;
- deciziile cu privire la piesele controlate.

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. 12

Iași, 2016

CONTROLUL ROȘILOR DINȚATE CILINDRICE CU DINȚI DREPTI

Aplicații care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 12:

- măsurarea bătaii radiale a danturii;
- măsurarea cotei (lungimii) peste dinți;
- măsurarea grosimii dintelui pe coarda constantă;
- măsurarea pasului de bază (de angrenare) cu pasmetrul.

1. Scopul lucrării

- Cunoașterea unor metode pentru controlul diferențiat al indicilor de precizie ai roșilor dințate cilindrice cu dinți drepți (bătaia radială a danturii, cota peste N dinți, coarda constantă, pasul de bază), folosind mijloace de măsurare universale.

2. Considerații generale

Precizia roșilor dințate este caracterizată, pe baza celor trei criterii de precizie: cinematică, funcționarea liniară și contact dintre dinți, prin mai mulți parametri numiți indici de precizie; aceștia sunt clasificați în indici de precizie de bază și complexe de indici de precizie, între care există relație de echivalență.

Operația de control al unei roți dințate are ca scop final stabilirea preciziei acesteia, respectiv încadrarea într-o clasă de precizie, în conformitate cu desenul de reper, pe care sunt trecute condițiile impuse de rolul funcțional al roții dințate.

Controlul roșilor dințate se poate face pe două căi:

- controlul diferențiat, care constă în măsurarea separată a indicilor de precizie ai roții dințate, cu aceasta aflată în stare statică.
- controlul complex, prin care se obține o abatere compusă, în timpul funcționării roții dințate de controlat care angrenează cu o roată dințată etalon; abaterea compusă obținută pe o diagramă reprezintă rezultanta mai multor abateri individuale, oferind informații despre mai mulți indicii de precizie ai roții dințate controlate.

Prin controlul diferențiat fiecare indice de precizie al roții dințate de controlat se poate măsura individual, aplicând diferite metode de măsurare; roata dințată de controlat se află în stare nemontată (statică), fie că se folosesc mijloace de măsurare probabile sau staționare (caz în care aceasta se instalează pe suporturi aparatelor staționare)

O serie de indici de precizie care pot fi mășurați individual, caracterizează precizia roșilor dințate pe baza unui criteriu sau chiar a două criterii de precizie din cele trei, fie separat sau în cadrul unor complexe de indici de precizie; de aceea, pentru determinarea lor s-au elaborat mai multe metode de măsurare care folosesc mijloace de măsurare universale și speciale, portabile și staționare.

Dintre aceștia, importanți în determinarea preciziei roșilor dințate, sunt: bătaia radială a danturii, cota (lungimea) peste dinți, grosimea dintelui pe coarda constantă, pasul de bază (de angrenare), pasul de divizare (frontal), ale căror abateri față de valorile nominale dau informații esențiale cu privire la precizia roții dințate controlate.

Prin controlul roții dințate se determină valorile efective ale indicilor de precizie caracteristici și luarea de decizii dacă se încadrează sau nu, preciziei prescrise indicată pe desenul de reper.

3. Măsurarea bătaii radiale a danturii

Bătaia radială a danturii, F_{rr} , este diferența maximă dintre distanțele coardelor constante ale dinților (sau ale golurilor dintre dinți) și axa de rotație a roții dințate de controlat. Indicele de precizie F_{rr} face parte din complexe de indici de precizie care caracterizează criteriul de precizie cinematică al roții dințate; toleranța bătaii radiale a danturii este F_r fiind stabilită de STAS 6273-81 (din tab.11 din anexă).

Echipamente de control: dispozitiv de control cu vârfuri de centrare, instrument indicator.

Tehnica măsurării: roata dințată de controlat 2, se montează pe dornul 1, introdus între două vârfuri de centrare (neprezentate în figura 1); palpatorul conic 5, de la capătul tijei de măsurare se introduce în golul dintre dinți, aducându-se în contact cu flancurile acestora, după care se reglează la zero instrumentul indicator 8, aflat la celălalt capăt al tijei de măsurare 5. Cu ajutorul pârghiei 4, se retrage palpatorul 3 (până se iese dintre dinții roții dințate) și se rotește roata dințată, cu un dinte, introducându-se palpatorul 3 în golul următor notându-se abaterea ΔH_i , indicată de instrumentul 8; se procedează la fel pe întreaga circumferință a roții dințate controlate, obținându-se z abateri ΔH_i .

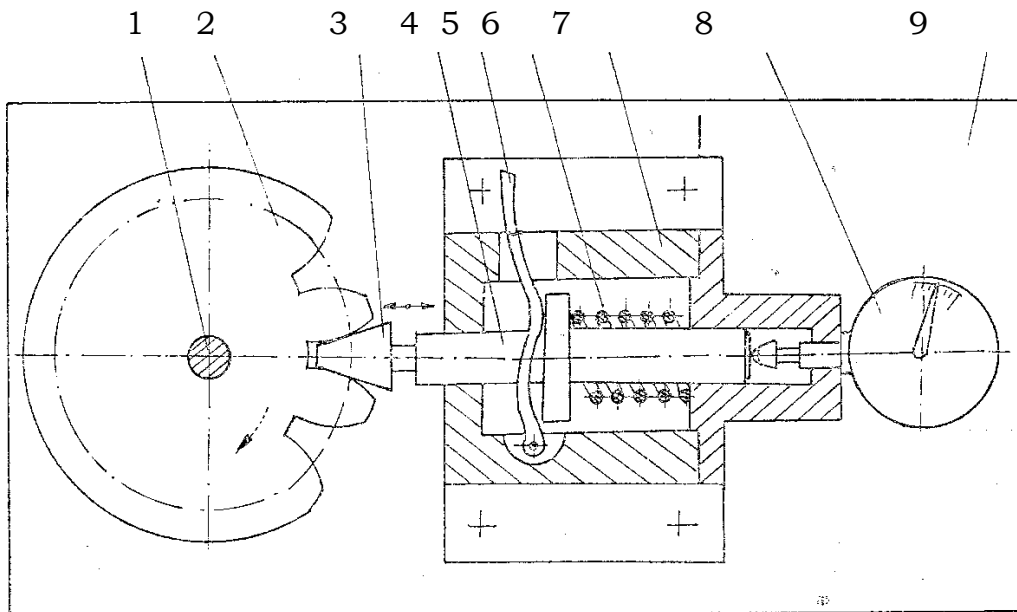


Fig. 1.

Notă: indicațiile instrumentului indicator s-au notat ΔH_i , deoarece reprezintă diferențele (abaterile) distanțelor de la axa de rotație a roții dințate controlate până la coarda constantă a dintelui, față de o distanță oarecare, corespunzătoare unui dinte oarecare, luată ca valoare de referință; aceste distanțe sunt notate, H_i , conform STAS 6273-81.

Prelucrarea și prezentarea rezultatelor măsurării.

Cu abaterile ΔH_i , care se trec într-un tabel tip R1 (în care se trece și toleranța F_r , care se găsește în tab.11 din anexă) se trasează graficul $\Delta H=f(z)$.

După completarea tabelului R1 cu valorile efective a bătaii radiale, F_{rr} , calculată cu relația:

$$F_{rr} = \Delta H_{\max} - \Delta H_{\min} \quad (1)$$

aceasta se va reprezenta pe graficul $\Delta H=f(z)$, ca distanță dintre punctele extreme ale curbei.

Tabelul R1

Parametru, indice	Valori măsurate [mm]						
	1	2	3	i	...	z
ΔH							
F_{rr}							
F_r							

Concluzie: se compară valorile F_{rr} cu toleranța F_r ; dacă $F_{rr} \leq F_r$, atunci roata dințată controlată corespunde treptei de precizie indicată pe desenul de execuție și este admisă pentru utilizare.

4. Măsurarea cotei (lungimii) peste dinți

Cota (lungimea) peste dinți este distanța dintre două plane paralele tangente la flancurile neomoloage aparținând la doi dinți diferiți; cota (lungimea) peste dinți, W , la roți dințate cu profil evolventic, este tangentă la cercul de bază (fig. 2 a și b) și nu este influențată de poziția ei pe cercul de bază.

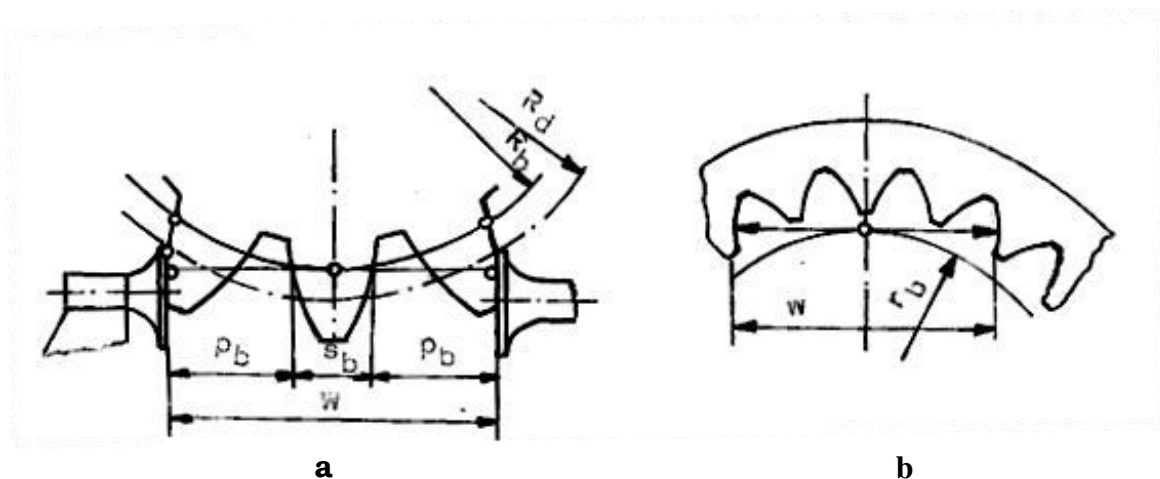


Fig. 2.

De aceea măsurarea ei se face cu instrumente simple, prevăzute cu suprafețe de măsurare plane (talere), cel mai utilizat fiind micrometrul cu talere.

Pentru controlul cotei W , trebuie cunoscute două elemente ;

- numărul dinților peste care se execută măsurarea, notat cu N ;
- cota nominală de măsurat, notată W .

Calcularea parametrului N

Valoarea calculată N_c , a numărului de dinți peste care se execută măsurarea, se determină cu relația:

$$N_c = \frac{z \cdot \alpha_0}{180^\circ} + 0,5, \quad (2)$$

unde: - z este numărul de dinți ai roții dințate de controlat;
- α_0 ste unghiul de angrenare: $\alpha_0 = 20^\circ$.

În cazul în care valoarea lui N_c este un număr zecimal, se determină valoarea întreagă N , a numărului de dinți peste care se face măsurarea, prin rotunjirea lui N_c astfel:

- dacă partea zecimală a lui N_c este mai mică decât 0,20, aproximarea se face în minus, N fiind numărul întreg imediat inferior lui N_c ;
- dacă partea zecimală a lui N_c depășește valoarea 0,20, aproximarea se face în plus, N fiind numărul întreg imediat superior lui N_c .

Calcularea parametrului W .

Pentru roata dințată cu dantură dreaptă corijată cota nominală $W = W_c$, se obține cu relația:

$$W_c = m \cdot \cos \alpha_0 [\pi \cdot (N - 0,5) + z \cdot ev \alpha_0] \pm 2m \cdot \xi \cdot \sin \alpha_0, \quad (3)$$

unde: - m este modulul roții dințate;
- N este numărul de dinți peste care se face măsurarea;
- ξ este coeficientul de conjugare a danturii

Notă: - $ev \alpha_0 = tg \alpha_0 - \alpha_0$ (α_0 în radiani);
- termenul $2m \xi \sin \alpha_0$ se ia cu semn +, pentru danturi exterioare și cu semn -, pentru danturi interioare.

Echipamente de control: micrometru cu talere.

Tehnica măsurării: pentru măsurarea cotei peste dinți se folosește micrometrul cu talere astfel: utilizându-se ca și un micrometru exterior obișnuit, se măsoară distanța dintre flancuri neomoloage peste numărul N de dinți, obținut la punctul a. În acest fel se măsoară cota W pe întreaga circumferință a roții dințate de controlat, obținându-se, un număr de valori efective W_i , egal cu numărul z de dinți ai roții dințate controlate.

Prelucrarea rezultatelor măsurării: cunoscând valoarea nominală a cotei peste dinți (egală cu valoarea calculată W_c) și valorile efective W_i , obținute prin măsurare, se calculează indicii de precizie corespunzători cotei peste dinți:

- abaterea cotei peste dinți $E_{W_{rii}} = W_i - W_c$;
- cota medie peste dinți, W_{mr} , care este media aritmetică a valorilor efective W_i ;
- abaterea cotei medii peste dinți; $E_{W_{mr}} = W_{mr} - W_c$;
- variația cotei peste dinți, $F_{vW_r} = W_{\max} - W_{\min}$
- abaterea minimă a cotei peste dinți;
 - pentru dantură exterioară, - $E_{W_s} = W_{\max} - W_c$;
 - pentru dantură interioară, + $E_{W_i} = W_{\min} - W_c$;

- abaterea minimă a cotei medii peste dinți:
 - pentru dantură exterioară, $-E_{Wms} = W_m - W_c$;
 - pentru dantură interioară, $+E_{Wmi} = W_m - W_c$.

Stabilirea toleranțelor și abaterile limită pentru indicii de precizie calculați.

Valorile numerice ale toleranțelor și abaterilor limită pentru indicii de precizie calculați sunt stabilite în STAS 6273-81, în care sunt date sub formă de tabele, în funcție de treapta de precizie și tipul ajustajului, astfel :

- toleranța variației cotei peste dinți, F_{vw} (vezi tab. 4 din anexă);
- toleranța cotei peste dinți, T_w (vezi tab. 5 din anexă);
- toleranța cotei peste dinți, T_{wm} (vezi tab. 6. din anexă);
- valorile admise pentru $-E_{Ws}$ și $+E_{Wi}$ (vezi tab. 7. din anexă);
- valorile admise pentru $-E_{Wms}$ și $+E_{Wmi}$ (vezi tab. 7. din anexă).

Notă: valorile $-E_{Wms}$ și $+E_{Wmi}$ se obțin prin însumarea a doi termeni:
 $-E_{Wms}(E_{Wmi}) = I + II$ (termenul I este dat în tab. 7, iar termenul II este dat în tab. 8. din anexă.

Prezentarea rezultatelor.

Valorile efective (obținute prin măsurare), valorile calculate ale indicilor de precizie și toleranțele (abaterile limită) ale acestora se trec în tabelul R2.

Cu valorile din tab. R1 se trasează graficul $E_{Wri}=F(z)$, unde z este numărul de valori măsurate și calculate; pe același grafic se trasează linia corespunzătoare abaterii minime a cotei peste dinți, E_{Ws} (pentru dantură exterioară), respectiv, E_{Wi} (pentru dantură interioară) și linia corespunzătoare toleranței cotei peste dinți, T_w .

Notă: simbolizarea indicilor de precizie și a toleranțelor acestora s-a făcut în conformitate cu standardele în vigoare, astfel:

- indicele de precizie are ca ultim indice literal, litera r; exemplu: E_{Wr} , F_{vWr} , E_{Wmr} , etc;
- toleranțele indicilor de precizie sunt simbolizate la fel ca indicii de precizie, dar fără indicele litera r; exemplu: F_{vw} , E_{Ws} , etc;
- toleranțele parametrilor dimensionali ai roții dințate se simbolizează cu litera T pusă în fața simbolului parametrului considerat; exemplu: T_w , T_{wm} .

Concluzii

După prelucrarea și prezentarea rezultatelor (tabel și grafic), valorile efective ale indicilor de precizie se compară cu toleranțele prescrise acestora, observându-se încadrarea (sau nu) roții dințate controlate în treapta de precizie notată pe desenul de execuție al roții dințate controlate.

Notă: pentru a formula concluzia, dacă roata dințată controlată corespunde/nu corespunde treptei de precizie prescrise, se iau în considerare indicele sau indicii de precizie stabiliți anterior.

Exemplu: dacă s-a stabilit că indicii de precizie ce caracterizează precizia roții dințate controlate sunt F_{vWr} (după criteriul de precizie cinematică), respectiv E_{Ws} și T_w (după criteriul jocului dintre flancuri), atunci roata dințată controlată se încadrează în treapta de precizie prescrisă dacă sunt îndeplinite simultan condițiile:

- $F_{vWr} \leq F_{vw}$;
- curba $E_{Wr}(z)$ se încadrează în zona de toleranțe, T_w de pe graficul $E_{Wri}=f(z_i)$.

Notă: zona de toleranțe, pe graficul $E_{Wri}=f(z_i)$, este zona cuprinsă între linia abaterii minime admise E_{Ws} și o linie paralelă cu aceasta trasată la o distanță egală cu T_w față de ea.

Tabelul R2

Parametru, indice, toleranță, (simbolizare)	Valori măsurate [mm]				
	1	2	3	.....	z
W_i	1	2	3	.....	z
W					
E_{Wri}	1	2	3	.....	z
E_{Wmr}					
E_{Wr}					
F_{vWr}					
F_{Vw}					
T_w					
T_{wm}					
E_{Ws}					
E_{Wms}					

5. Măsurarea grosimii dintelui pe coarda constantă

Coarda constantă s_c , este distanța dintre punctele de intersecție ale flancurilor dinților cu tangentele la cercului de bază (care fac unghiul $\varepsilon = 90^\circ - \alpha_0$), cu axa de simetrie a dintelui roții dințate (fig. 3.a.).

Coarda constantă, ca și coarda de divizare, ajută la stabilirea jocului între flancuri și la stabilirea adaosurilor de prelucrare pentru operația de danturare a roților dințate, deci la reglarea mașinilor-unelte de danturat; asigurarea jocului dintre flancurile roților dințate în angrenare este realizată prin micșorarea grosimii dintelui; acesta înseamnă că valoarea efectivă a acestui parametru este totdeauna mai mică decât valoarea sa nominală.

Pentru controlul grosimii dintelui pe coarda constantă trebuie cunoscute două elemente:

- distanța h_c , de la cercul exterior la coarda constantă (fig. 3. a.);
- valoarea nominală s_c , a corzii constante.

Calcularea parametrului h_c

Distanța h_c , de la cercul exterior la coarda constantă se calculează cu relația:

$$h_c = m \times \left(f_0 - \frac{\pi}{8} \sin 2\alpha_0 \right) \pm \xi \times m \times \cos^2 \alpha_0, \quad (4)$$

unde notațiile au semnificațiile cunoscute, iar $f_0=1$, reprezintă coeficientul de formă al dintelui roții dințate.

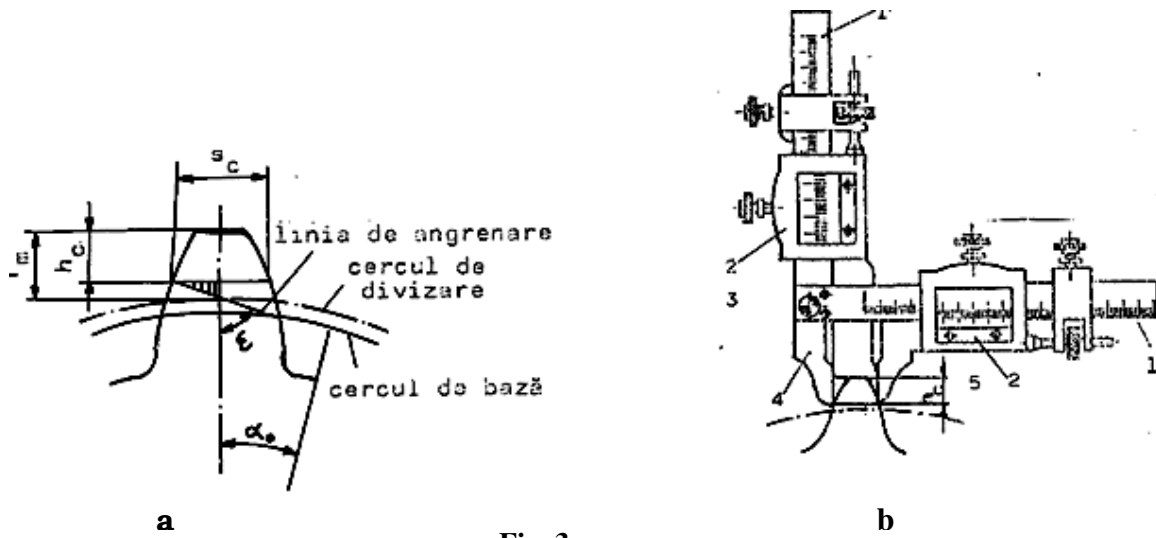


Fig. 3.

Calcularea parametrului s_c

Valoarea nominală s_c , a corzii constante se obține cu relația:

$$s_c = \frac{1}{2} \pi \times m \times \cos^2 \alpha_0 \pm \xi \times m \times \sin 2\alpha_0 + \frac{\Delta d_e}{2}, \quad (5)$$

unde $\Delta d_e/2$ este semidiferența dintre valoarea efectivă și cea nominală a diametrului exterior al roții dințate, luată cu semnul pe care îl are.

Notă: în relațiile de calcul pentru h_c și s_c , termenii cu semnul \pm se consideră astfel:

- cu semnul + pentru dantură exterioară;
- cu semnul – pentru dantură interioară.

Echipamente necesare: șubler pentru roți dințate, valoarea diviziunii 0,02 mm.

Tehnica măsurării: atât coarda constantă s_c cât și distanța h_c sunt independente față de numărul de dinți ai roții dințate de controlat, ceea ce face ca măsurarea celor două elemente să fie relativ ușoară; măsurarea corzii constante s_c se face cu mijloace de măsurare speciale, dar simple, prevăzute cu două suprafețe de măsurare plane, între care se măsoară cota s_c .

Cele mai utilizate instrumente speciale de măsurat coarda constantă sunt șublerul pentru roți dințate, care sunt prevăzute cu două rigle, două cursoare și un liniar (fig. 3.b).

Pentru măsurarea corzii constante s_c , cu șublerul pentru roți dințate, se stabilește distanța h_c , la care se măsoară aceasta, prin deplasarea cursorului vertical (solidar cu limitatorul 3) și fixarea acestuia la valoarea calculată a lui h_c cu ajutorul șurubului de blocare corespunzător; se măsoară, apoi, cota s_c , prin introducerea dintelui roții dințate între ciocurile 4 și 5, în același timp cu aducerea în contact a limitatorului 3 cu vârful dintelui controlat. În acest fel se măsoară parametrul s_c pentru toți dinții roții dințate de controlat, obținându-se valorile efective s_{ci} .

Prelucrarea rezultatelor măsurării: cunoscând valoarea nominală a grosimii dintelui pe coarda constantă (egală cu valoarea calculată s_c) și valorile efective s_{ci} , obținute prin măsurare, se calculează indicii de precizie corespunzători:

- abaterile minime ale grosimii dintelui pe coarda constantă: $E_{ci}=s_{ci}-s_c$;
- abaterea minimă a grosimii dintelui pe coarda constantă, E_{cs} (pentru care valoarea minimă admisă este stabilită în STAS 6273-81, tabelul 9 din anexă);
- toleranța grosimii dintelui pe coarda constantă, T_c (stabilită în STAS 6273-81, tabelul 10 din anexă).

Prezentarea rezultatelor: valorile efective s_{ci} măsurate, împreună cu abaterile corzii constante, E_{ci} și indicii de precizie cu toleranțele acestora se trec în tabelul R3, iar cu valorile din tab. R3 se trasează graficul $E_{ci}=f(z)$.

Tabelul R3

Parametru, indice, toleranță, (simbolizare)	Valori măsurate [mm]				
	1	2	3	.....	z
s_{ci}	1	2	3	.....	z
s_c					
E_{ci}	1	2	3	.....	z
E_{cs}					
T_c					

Concluzie: după prelucrarea și prezentarea rezultatelor (tabel și grafic), valorile efective ale indicilor de precizie se compară cu toleranțele prescrise acestora, observându-se încadrarea roții dințate controlate în treapta de precizie notată pe desenul de reper al roții dințate.

Notă: - pentru a formula concluzia, dacă roata dințată controlată corespunde/nu corespunde treptei de precizie prescrise, se iau în considerare indicii sau indicii de precizie stabiliți anterior; roata dințată controlată se încadrează în treapta de precizie prescrisă dacă este îndeplinită condiția: curba $E_{ci}=f(z)$ se încadrează în zona de toleranțe, T_c de pe graficul $E_{ci}=f(z_i)$.

Notă: - zona de toleranțe, pe graficul $E_{ci}=f(z_i)$, este zona cuprinsă între linia abaterii minime admise E_{cs} și o linie paralelă cu aceasta trasată la o distanță egală cu T_c față de ea.

6. Măsurarea pasului de bază (de angrenare) cu pasmetrul

Pasul de bază (angrenare), împreună cu pasul de divizare (frontal) și cu cota (lungimea peste dinți) sunt elementele care caracterizează funcționarea lină a roților dințate în angrenare, deoarece precizia de execuție a acestora determină regularitatea intrării și ieșirii din angrenare a roților dințate conjugate; de acest mod de angrenare a dinților conjugăți depinde șocurile, zgomotele în timpul funcționării și uzura flancurilor dinților.

Abaterile pasului de bază și de divizare sunt indici de precizie care se constituie în complexe de indici de precizie care caracterizează precizia roților dințate după criteriul de funcționare lină.

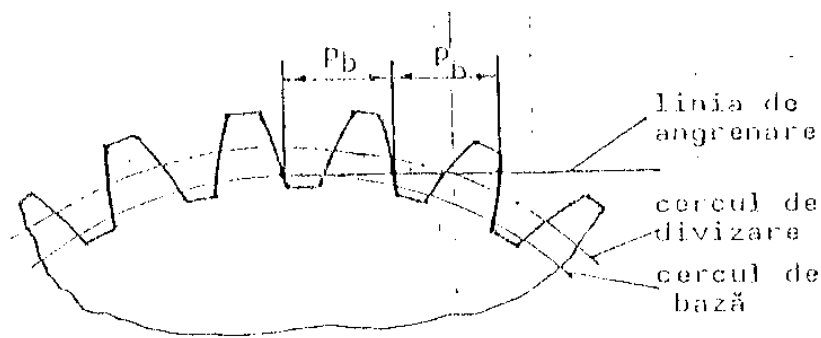


Fig. 4.

Pasul de bază P_b este distanța cea mai mică dintre două flancuri omoloage succesive, măsurată pe linia de angrenare (fig. 4.); împreună cu pasul frontal, definește divizarea roților dințate.

Indicii de precizie corespunzători pasului de bază sunt:

- abaterea pasului de bază, f_{pbr} , este diferența dintre pasul de bază efectiv și cel teoretic;
- abaterile limită ale pasului de angrenare (bază), $\pm f_{pb}$, sunt valorile limită prescrise pentru f_{pbr} , după criteriul de funcționare lină.

Pentru măsurarea pasului de bază prin metoda diferenței, este necesară calcularea valorii nominale a acestuia, care se obține cu relația:

$$p_b = \pi \times m \times \cos \beta \times \sin \alpha_0, \quad (6)$$

în care:

- β este unghiul de înclinare a danturii;
- α_0 este unghiul de angrenare normal.

Notă: valoarea nominală a pasului de bază este necesară pentru reglarea la zero a mijloacelor de măsurare folosite pentru măsurarea abaterii pasului de bază, prin metoda diferenței.

Echipamente necesare: pasmetru, valoarea diviziunii 0.001 mm, trusă de cale plan-paralele, trusă de accesorii pentru cale plan-paralele.

Tehnica măsurării: pasmetrele sunt instrumente portabile care au palpatoare cilindrice sau plane; cu ajutorul pasmetrului se pot măsura abaterile pasului de bază, f_{pbr} (atunci când instrumentul se reglează pe blocul de cale plan-paralele care materializează valoarea nominală a pasului de bază) sau variația pasului de bază (atunci când instrumentul se reglează la zero pe un dinte oarecare al roții dințate de controlat, luat ca valoare de referință).

Pasmetrul folosit este prevăzut cu două palpatoare cilindrice, unul fix în timpul măsurării 4 și altul mobil în timpul măsurării 2, care transmite mișcarea la comparatorul cu cadran 6 (fig. 5.a).

Reglarea la zero a pasmetrului se face cu ajutorul unui bloc de cale plan-paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a pasului de bază care se măsoară; acesta se introduce în cadrul 4 din trusa de accesorii pentru cale plan-paralele și este format din calele 1 și 8 cu lungimile L și l (fig. 5.b). În cadrul 4 se introduce cala marginală 9 și cala de sprijin 6, după care se acționează roțița 5 pentru blocarea pieselor în cadru, palpatorului fix 3 se sprijină pe cala 6 iar palpatorul mobil 10 se aduce în contact cu cala marginală 9 și prin bascularea instrumentului în jurul palpatorului fix se urmărește punctul de întoarcere al comparatorului cu cadran 6 care se reglează la zero, apoi se blochează cadranul acestuia cu șurubul de blocare 7 (vezi și fig. 5.a).

Pentru măsurare, se introduce palpatorul 4 în golul dintre doi dinți ai roții dințate de controlat 3, iar palpatorul 2 se aduce în contact cu flancul dintelui vecin; se basculează

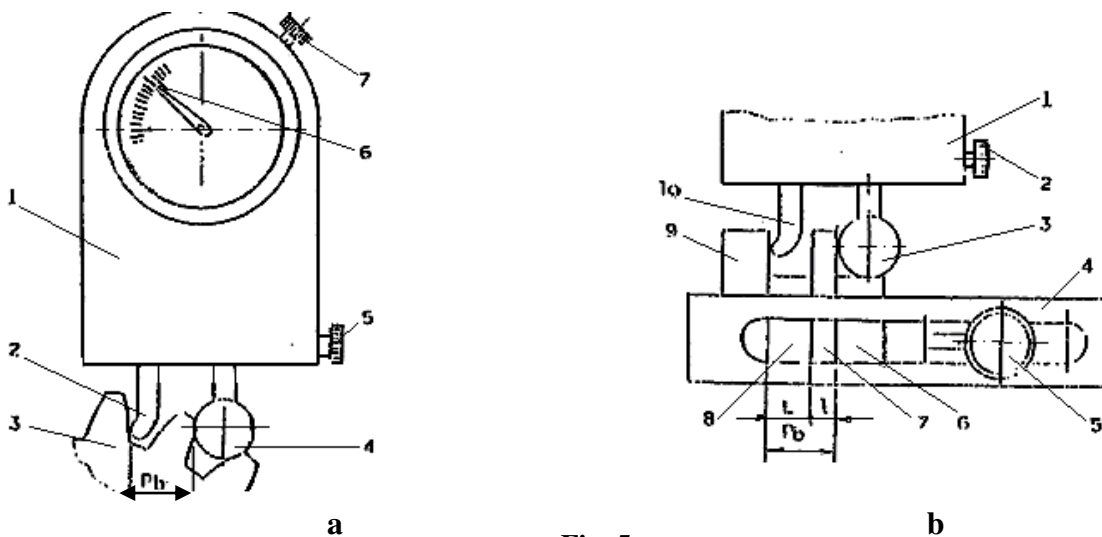


Fig. 5.

instrumentului în jurul palpatorului fix 4 (care se menține permanent în contact cu ambele flancuri ale dinților) și se urmărește indicația minimă a comparatorului cu cadran (în punctul de întoarcere al arătătorului) care reprezintă abaterea pasului de bază față de valoarea nominală (fig. 5.a).

Se măsoară abaterile f_{pbi} pentru toți dinții roții dințate de controlat.

Prelucrarea rezultatelor măsurării și prezentarea lor.

Indicii de precizie mășurați și abaterile limită ale acestora se trec în tab. R4; cu valorile f_{pbi} se trasează graficul $f_{pb} = f(z)$; de asemenea, se trec pe grafic abaterile limită $+f_{pb}$ și $-f_{pb}$, sub formă a două linii paralele cu axa absciselor (valorile abaterilor limită $+f_{pb}$ și $-f_{pb}$ sunt stabilite în STAS 6273-81).

Tabelul R4.

Parametru, indice, toleranță, (simbolizare)	Valori măsurate [mm]			Z
	1	2	3	
f_{pbi}	1	2	3	.....
$\pm f_{pb}$				.....

Concluzii: din analiza rezultatelor prezentate în tabel R4 și din graficul $f_{pb} = f(z)$, se apreciază dacă roata dințată controlată corespunde sau nu corespunde treptei de precizie prescrise; dacă diagrama corespunzătoare valorilor efective f_{pbi} se încadrează în zona de toleranță cuprinsă

între liniile abaterilor limită $\pm f_{pb}$, atunci roata dințată corespunde treptei de precizie prescrisă pentru indicii de precizie f_{pbr} .

7. Modul de efectuare a lucrării și interpretarea rezultatelor măsurării

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. Se execută desenul de execuție al roții dințate care se va controla (din analiza desenului de execuție se identifică criteriul/criteriile de precizie și indicii/complexele de indici de precizie care caracterizează precizia roții dințate).

E2. Se stabilesc indicii de precizie care trebuie măsurați.

E3. Se stabilesc toleranțele indicilor de precizie identificați (conform STAS 6273-81).

E4. Se măsoară indicii de precizie stabiliți, prin aplicarea unei metode de măsurare prezentată în referat.

E5. Se prelucrează și se prezintă rezultatele măsurărilor (prin tabele și grafice).

E6. Se stabilește dacă valoarea efectivă a indicelui de precizie măsurat se încadrează în toleranța prescrisă.

E7. Se ia decizia cu privire la piesa controlată: *piesa controlată este admisă* pentru utilizare sau *respinsă de la utilizare*.

CONȚINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 12

Referatul întocmit de student va cuprinde:

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

- măsurarea bătăii radiale a danturii și fig. 1;
- măsurarea cotei (lungimii) peste dinți și fig. 2.a;
- măsurarea grosimii dintelui pe coarda constantă și fig. 3.a;
- măsurarea pasului de bază și fig. 5;
- modul de efectuare a lucrării, prelucrarea și interpretarea rezultatelor

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

- desenele de execuție ale pieselor controlate (schițe de mână);
- valorile obținute în urma măsurării;
- valorile efective ale parametrilor măsurați;
- deciziile cu privire la piesele controlate.

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