

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GH. ASACHI” DIN IAȘI“
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI ȘI MANAGEMENT
INDUSTRIAL
DEPARTAMENTUL MAȘINI-UNELTE ȘI SCULE**

**DISPOZITIV TEHNOLOGIC PORTABIL
PENTRU CONTROLUL CONCENTRICITĂȚII ȘI
COAXIALITĂȚII SUPRAFETELOR
CILINDRICE INTERIOARE**

Student:

Cobzaru Cistian, grupa 4401, specializarea T.C.M.

Coordonatori științifici: șef de lucrări dr ing. **Cioată Florentin**
șef de lucrări dr. ing. **Munteanu Adriana**

Sesiunea Cercurilor Științifice Studentești
16 mai 2016

Cuprins

Introducere.....	3
1. Considerații generale privind dispozitivele tehnologice de control.....	4
2. Dispozitiv tehnologic pentru controlul concenricității și coaxialității Suprafețelor cilindrice interioare.....	7
2.1. Considerații privind metodele și mijloacele pentru controlul excentricității canalului de pană la arbori și butuci.....	7
2.2. Schema de măsurare și de principiu a dispozitivului de control.....	9
2.3. Structura dispozitivului de control.....	11
2.4. Reglarea la zero și măsurarea cu dispozitivul proiectat.....	21
3. Concluzii și direcții de cercetare ulterioară.....	24
Bibliografie.....	26

1. Introducere

Controlul dimensional al produselor reprezintă un element important al oricărui sistem tehnologic de prelucrare, fiind asigurat de o componentă distinctă integrată în sistemul de producție și care constituie, practic, un sistem tehnologic de control. Controlul dimensional se poate realiza în timpul desfășurării procesului tehnologic de prelucrare, adică între fazele și operațiile de prelucrare, control intermediar, respectiv, după prelucrarea pieselor, control final.

Controlul intermediar se realizează cu mijloace specifice de control și anume, dispozitive tehnologice de control care fac parte din categoria echipamentelor tehnologice de control.

La baza conceperii, alegerii și destinației metodelor și mijloacelor de control stă un ansamblu de criterii care trebuie respectate, pentru a asigura aplicarea unor metode de măsurare corespunzătoare a parametrilor dimensionali și/ sau geometrici :

- eroarea limită de măsurare (precizia măsurării);
- productivitatea măsurării (timpul necesar măsurării, timpul necesar reglării, durabilitatea reglării);
- preț de cost;
- gradul de calificare și atenție a lucrătorului;
- posibilitatea de execuție sau de prelucrare;
- condițiile de întreținere sau reparație;
- flexibilitatea(gradul de universalitate);
- siguranța în exploatare(coeficientul de exploatare);
- caracteristicile ergonomice și estetica industrială.

Referitor la primul criteriu, se poate considera că un mijloc de control, reprezentând una din cele patru surse de erori componente ale erorii limită a metodei de măsurare (împreună cu celelalte surse de erori: factorii de mediu, măsurandul, operatorul), trebuie să genereze o eroare componentă care să asigure o eroare limită de măsurare a metodei aplicate a cărei valoare să nu depășească 16,6% din toleranța parametrului controlat.

În această lucrare se prezintă o variantă constructivă a unui dispozitiv tehnologic portabil destinat controlul concentricității și coaxialității suprafețelor cilindrice interioare, la piese de tip bucșă și de tip carcasă.

Varianta constructivă prezentată, are la bază un mecanism autocentrant cu role, care reprezintă o soluție nouă de centrare pe suprafețe cilindrice interioare, cu certe avantaje față de soluțiile de mecanisme autocentrante cunoscute: precizie de materializare a cilindrului adiacent, grad mare de universalitate, simplitate constructivă, tehnologicitate ridicată.

1. Considerații generale privind dispozitivele tehnologice de control

Dispozitivele tehnologice sunt elemente componente integrate în sistemele tehnologice, folosite în stadiul de fabricație a pieselor, în succesiunea operațională: prelucrare, control, asamblare.

După tipul sistemului tehnologic în care sunt integrate, dispozitivele tehnologice utilizate în construcția de mașini sunt:

- dispozitive pentru prelucrări prin aschiere;
- dispozitive pentru control;
- dispozitive pentru asamblare.

În literatura de specialitate sunt date mai multe definiții ale dispozitivelor de control, fiecare evidențind anumite caracteristici specifice: orientare-poziționare a piesei de controlat, respective, a aparatului de măsurare, momentul în care se execută controlul; recepție, interfazic sau control final, tipul măsurandului: semifabricat, piesă finită sau ansamblu, productivitatea operației de control, natura parametrului măsurat, etc [6, 10].

În tabelul 1.1 sunt date definițiile dispozitivului de control, cu precizia elementelor specifice evidențiate.

Din analiza acestor definiții rezultă că un dispozitiv de control are următoarele caracteristici de bază:

- este un grup de elemente (piese, ogane de mașini, instrumente, aparate de măsurat) cu legătură bine determinată între ele;
- îndeplinește o anumită funcție în cadrul sistemului tehnologic din care face parte funcția de măsurare;
- este un mijloc de măsurare, deoarece furnizează o informație de măsurare;
- este un mijloc de măsurare cu funcția suplimentară de orientare-poziționare, prinderea măsurandului, și/sau a aparatului de măsurare.

Deasemenea se pot contura o serie de particularități ale dispozitivului de control față de celelalte mijloace de măsurare (măsurători, instrumente, aparate, mașini și instalații de măsurat) și anume:

- realizează operația de măsurare cu ajutorul altor mijloace de măsurare (măsurători, instrumente, aparate) și a unor elemente de orientare-poziționare, fixare a acestora și a măsurandului;
- dacă la celelalte categorii de mijloace de măsurare, elementele de orientare-poziționare ale piesei (placi, mese fixe/mobile, prisme, dornuri, varfuri de centrare) receptiv pentru orientare și fixarea mijlocului de măsurare folosit (suporturi, console, etc) sunt accesorii, în cazul dispozitivelor de control, aceste elemente fac parte din structura lor formând un ansamblu unitar;
- incertitudinea de măsurare a măsurătorilor, instrumentelor, aparatelor utilizate prezintă o componentă a incertitudinii dispozitivului de control; exactitatea măsurării cu dispozitivele de control este dată de ansamblu unitar format din elemente de măsurare și elemente de orientare-poziționare ale acestora și a piesei de controlat.

Criteriile de clasificare desemnează tipuri și variante de dispozitive de control din punct de vedere al dispozitivelor tehnologice, integrat într-un sistem tehnologic, reflectând varietatea dispozitivelor de control existente. Datorită caracteristicilor specifice mijloacelor de măsurare, dispozitivele de control se clasifică, după criteriile de clasificare corespunzătoare mijloacelor de măsurare, conform tabelului 1.2.

Definitii și destinații ale dispozitivelor de control**Tabelul 1.1 [6,10]**

Definiția dispozitivelor de control	Precizări
Dispozitivele care au rol de a orienta – poziționa pisele și mijloacele de control în conformitate cu cerințele procesului de control și de a păstra această orientare-poziționare în tot timpul controlului.	Este evidențiat rolul de a prinde piesa de controlat cât și mijlocul de control.
Dispozitive care cuprind unul sau mai multe instrumente de măsurare (mecanice, optice, pneumatice, electrice, etc.) folosite la mașinile unelte în timpul uzinării acestora (control activ) sau în formă finală (control pasiv).	Se evidențiază utilizarea lor în vederea automatizării operațiilor de control în cadrul automatizării proceselor tehnologice. Servesc nu numai la controlul dimensiunilor ci și a abaterilor de formă și poziție relativă, al ondulației, rugozității. Se folosesc nu numai la mașini unelte ci și la ansamblare.
Dispozitive cu rolul (funcția) de orientare-poziționare și fixare a piselor în vederea controlului parametrilor care caracterizează una sau mai multe suprafețe ale unei piese sau ale unui ansamblu.	Dispozitivele de control pot fi utilizate și la controlul ansamblurilor de piese.
Dispozitive cu ajutorul cărora se efectuează controlul pieselor prelucrate.	Piese prelucrate au semnificația de semifabricate și de piese finite.
Mijloace de măsurare de înaltă productivitate.	Destinate controlului în producția de serie mare și de masă; se evidențiază utilizarea lor în cadrul automatizării pieselor tehnologice.
Sisteme tehnice care ajută la poziționarea piesei și/sau a mijlocului de măsurare în vederea efectuării măsurătorii.	Se evidențiază posibilitatea de a realiza poziționarea separată sau simultană a piesei și aparatului.
Dispozitive care servesc la recepția, controlul interfazic și controlul final ale semifabricatelor și controlul, eventual reglarea produselor finite.	Se evidențiază faptul că se pot utiliza în controlul pasiv, activ și reglare, atât pentru piese finite cât și pentru semifabricate.
Mijloace de măsurare care asigură poziționarea aparatului de măsură și a piesei de măsurat în vederea măsurării.	Pe lângă funcția de măsurare, asigură și realizează poziția relativă a piesei-captor (senzitor, palpator).

Criterii de clasificare a dispozitivelor de control

Tabelul 1.2 [6,10]

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri de dispozitive de control	
C1.	Obiectul prins	Dispozitive pentru prinderea măsurandului	semifabricate
			piese finite
			asambluri
		Dispozitive pentru prinderea mijloacelor de control	măsur
			instrumente
aparate			
Dispozitive mixte			
C2	Modul în care se desfășoară procesul de măsurare	Dispozitive de control pasiv	
		Dispozitive de control activ	Dispozitive de control și semnalizare
			Dispozitive de control și reglare
			Dispozitive de control și blocare(oprire)
C3.	Metoda de măsurare aplicată	Dispozitive de măsurare directă	
		Dispozitive de măsurare indirectă	
C4.	Numarul parametrilor controlați	Dispozitive de control uniparametrice	
		Dispozitive de control multiparametrice	
C5.	Natura parametrilor controlati	Dispozitive de control dimensionali (pentru controlul parametrilor dimensionali si geometrici)	Dimensiuni liniare
			Dimensiuni unghiulare
			Abateri de formă
			Abateri de orientare și poziție relativă
C6.	Gradul de mobilitate	Dispozitive de control staționare	
		Dispozitive de control portabile (deplasabile)	
C7.	Dimensiunile de gabarit ale măsurandului	Dispozitive de control pentru mecanică obisnuită (pentru dimensiuni medii)	
		Dispozitiv de control pentru mecanica grea (pentru dimensiuni mari)	
		Dispozitive de control pentru mecanica fina (pentru dimensiuni mici)	
C8.	Complexitatea măsurandului	Dispozitive de control a piselor cu formă simplă (limitate de suprafețe plane, cilindrice)	
		Dispozitive de control a piselor complexe (conice, filetate canelate, danturate, etc.)	
		Dispozitive de control al ansamblurilor	

2. Dispozitiv tehnologic pentru controlul concentricității și coaxialității suprafețelor cilindrice interioare.

2.1 Considerații privind metodele și mijloacele pentru controlul concentricității și coaxialității suprafețelor cilindrice interioare.

Abaterile la concentricitate și la coaxialitate fac parte din categoria abaterilor de poziție relativă a suprafețelor, care, împreună cu abaterile de orientare, determină precizia orientării și poziției relative a elementelor geometrice ale organelor de mașini.

Abaterile de poziție relativă a suprafețelor cuprind:

- abaterea la poziția nominală a suprafețelor;
- abaterea la coaxialitatea suprafețelor
- abaterea la concentricitatea suprafețelor;
- abaterea la simetria elementelor geometrice
- bătaia radială circulară și bătaia radială totală;
- bătaia frontală circulară și bătaia frontală totală.

Abaterea la coaxialitate reprezintă distanța maximă dintre axa suprafeței adiacente de rotație a suprafeței reale considerate și baza de referință, măsurată în limitele lungimii de referință.

Baza de referință poate fi:

- axa unei alte suprafețe adiacente de rotație;
- axa comună mai multor suprafețe adiacente de rotație.

Abaterea la concentricitate este un caz particular al abaterii la coaxialitate (când lungimea de referință este egală cu zero) și reprezintă distanța maximă dintre centrul cercului adiacent profilului circular real și baza de referință, măsurată în fiecare secțiune transversală în limitele lungimii de referință.

Baza de referință poate fi:

- centrul unui cerc adiacent dat;
- axa unei alte suprafețe adiacente de rotație;
- axa comună mai multor suprafețe adiacente de rotație.

Abaterile la concentricitate și coaxialitate, fiind abateri geometrice, prescrierea individuală a toleranțelor acestora, pe desenul de execuție, se realizează prin simboluri grafice, literale și numerice, conform standardelor în vigoare.

Se utilizează o casetă numită cadru de toleranță, trasată cu linie subțire și care este legat de elementul pentru care se prescrie toleranța abaterii de la simetrie, printr-o linie de indicație cu săgeată.

Cadrul de toleranță are trei casete, în care se înscriu următoarele elemente:

- în caseta din stânga se înscrie simbolul grafic al abaterii de orientare sau poziție relativă pentru care se prescrie toleranța;

în caseta din mijloc se trece valoarea toleranței în mm (în cazul în care se impune respectarea unui principiu sau condiție de tolerare geometrică, informația corespunzătoare se trece, prin simbol literal, în continuarea valorii numerice a toleranței;

- în caseta din dreapta se înscrie simbolul bazei (bazelor) de referință, indicate prin litere mari.

Indicarea bazei de referință, pe desenul de reper, se face cu ajutorul unei casete pătrate, trasată cu linie subțire în care se înscrie simbolul literal al bazei de referință (înscris cu literă mare), caseta este legată de elementul geometric specificat drept bază de referință, printr-un triunghi înnegrit, cu una din laturi alăturată elementului geometric considerat.

Zona de toleranțe poate fi limitată de:

- un cerc concentric cu baza de referință, cu diametrul egal cu toleranța prescrisă;
- un cilindru coaxial cu baza de referință, cu diametrul egal cu toleranța prescrisă.

În fig. 1.1., 1.2., 1.3., 1.4., sunt prezentate cazurile stabilite prin standardul ISO 1101: 2012 pentru definirea zonei de toleranțe a abaterilor la concentricitate și coaxialitate. Se prezintă notarea toleranței geometrice, pe desenul de execuție 2D, pe desenul 3D, precum și zona de toleranțe corespunzătoare.

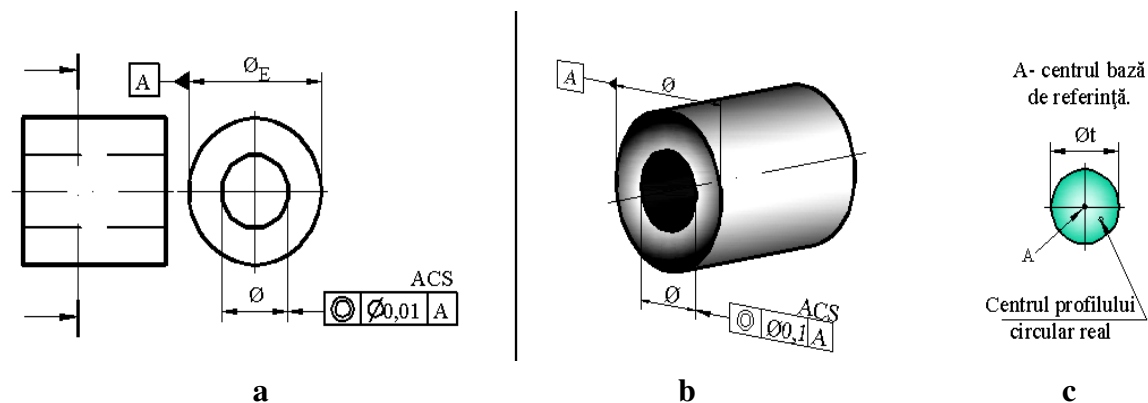


Fig. 1.1.

Toleranța la concentricitate a unui punct

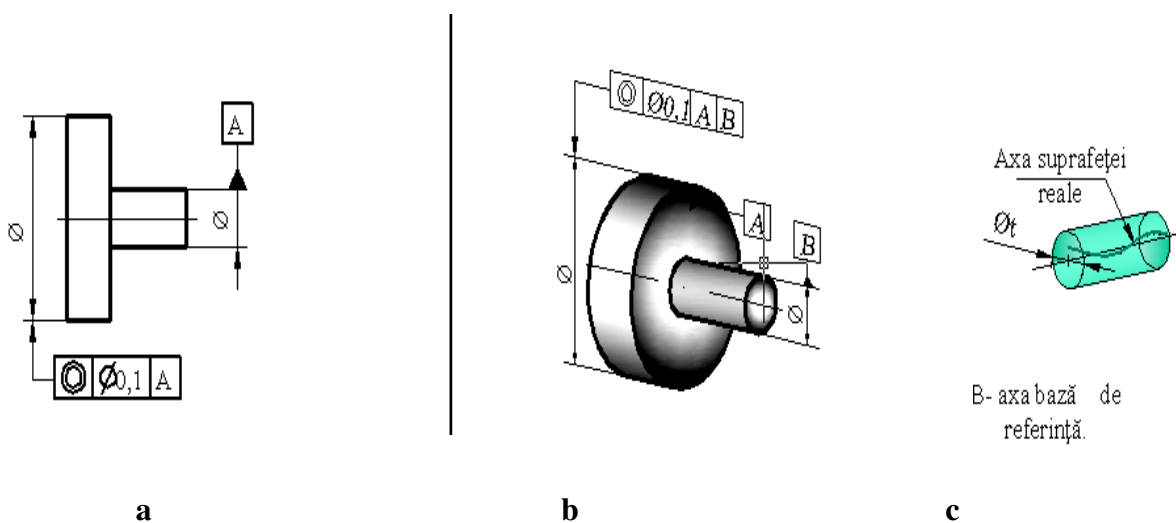


Fig. 1.2.

Toleranța la coaxialitate față de o bază de referință singulară

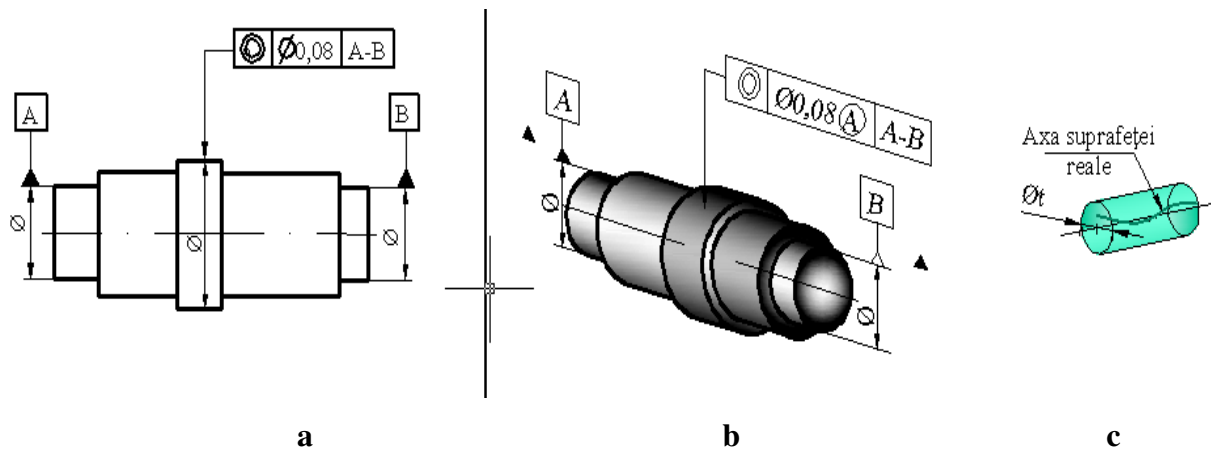


Fig. 1.3.
Toleranța la coaxialitate față de o bază de referință comună

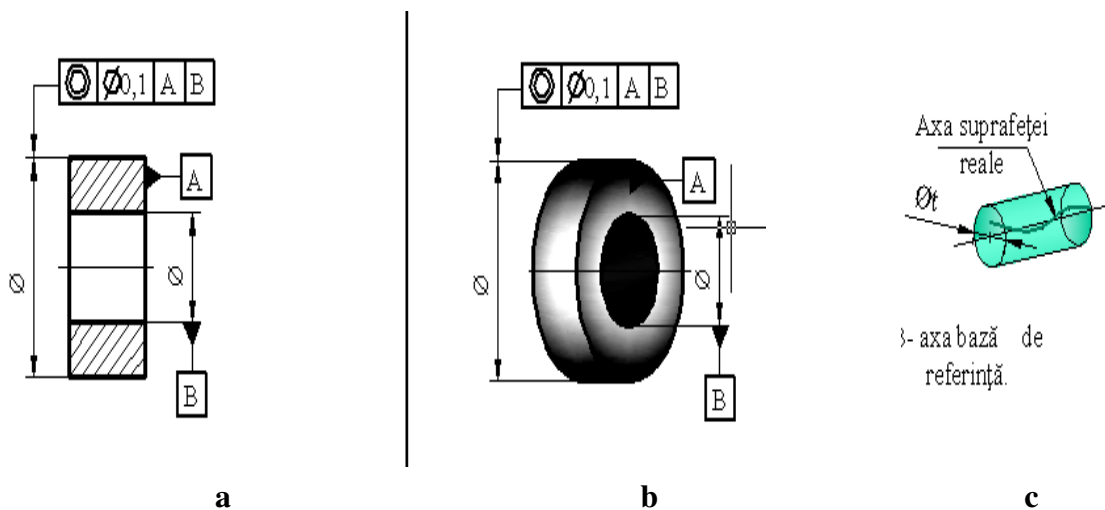


Fig. 1.4.
Toleranța la coaxialitate în raport cu axa unei suprafețe cilindrice interioare

În cazul îmbinărilor dintre orgne de mașini cu suprafețe de rotație exterioare și interioare abaterile la concentricitate sau coaxialitatea suprafețelor de montare, constituie elemente determinante în îmbinarea corectă a pieselor conjugate și pentru funcționarea, la parametri specificați, a asamblării.

La piesele de tip bușă, neconcentricitatea/ necoaxialitatea suprafețelor de rotație, determină poziția incorectă a pieselor care se montează după suprafețele considerate, iar în timpul funcționării se vor roti excentric.

În cazul pieselor tip carcasă, acestea sunt elemente componente ale reductoarelor, de cutiilor de viteză, cutiilor de avansuri, multiplicatoarelor, care sunt ansambluri constituite din angrenaje de diferite tipuri: cilindrice, conice, melcate, etc, formate din roți dințate montate pe arbori, respectiv, din arbori cu pinion. Indiferent de tipul angrenajului respectiv, de forma roților dințate montate pe arbori, trebuie asigurată rotirea acestora cu viteza de rotație impusă. În acest scop, se utilizează lagăre de rotație, cu frecare de alunecare, sau, cu frecare de rostogolire (cu rulmenți).

Acestea se montează în carcase, prevăzute cu alezaje, în care se introduc elementele fixe ale lagărelor:

- bușele cuzinet, în cazul lagărelor de alunecare;

- inelele exterioare ale rulmenților, în cazul lagărelor de rostogolire.

Pentru a fi posibilă montarea arborilor în carcasă, este necesar ca suprafețele cilindrice interioare ale găurilor din pereții carcasi, să fie coaxiale, sau, abaterea la coaxialitatea acestora, să se încadreze în toleranța la coaxialitate prescrisă. În caz contrar, arborii montați vor avea axele neparalele, ceea ce are efecte negative asupra funcționării corecte a angrenajelor; dacă abaterea la coaxialitate este exagerat de mare, montarea arborilor în carcasă nu poate fi posibilă.

De aceea este importantă cunoașterea necoaxialității, respectiv, a abaterii la coaxialitate a găurilor pereche, înainte de montarea arborilor în carcasă.

Măsurarea abaterii la concentricitatea, respectiv, coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare, la piese tip bucușă, se realizează, în general pe dispozitive staționare, echipate cu instrumente indicatoare; atunci când se utilizează echipamente portabile, sunt necesare mecanisme și elemente de centrare a acestora pe suprafața cilindrică interioară, specificată drept bază de refrință.

Controlul necoaxialității suprafețelor cilindrice interioare ale găurilor din carcase, se realizează prin verificare și măsurare, utilizându-se următoarele metode de control [8, 12]:

- verificarea coaxialității suprafețelor cilindrice interioare se realizează cu cepuri calibrate sau cu dornuri calibrate netede sau în trepte;
- măsurarea abaterii la coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare se realizează se realizează cu ajutorul unor echipamente speciale: instrumente comparatoare și accesorii; dispozitive speciale echipate cu instrumente indicatoare, dispozitive autocentrante, metode optice, în cazul carcaselor cu dimensiuni de gabarit mici.

Din analiza metodelor și mijloacelor de măsurare a abaterii la coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare la piese tip bucușă, respectiv, carcasă, se desprind următoarele concluzii:

- metodele de măsurare precise, pe mijloace staționare de control sunt greu de aplicat și necesită o serie de accesorii și mijloace de măsurare complexe și costisitoare;
- metodele de verificare cu dornuri sau, cepuri de control, sunt ușor de aplicat, dar, nu asigură precizia de verificare corespunzătoare, conducând la rezultate neconcludente ale verificării, mai ales în cazul carcaselor cu distanțe foarte mari între pereți;
- metodele de măsurare aplicate cu ajutorul unor instrumente sau dispozitive portabile, fie nu asigură precizia corespunzătoare, fie necesită timp îndelungat pentru reglare, măsurare, prelucrarea rezultatelor măsurării.

Având în vedere concluziile desprinse, s-a urmărit stabilirea unei scheme de principiu a dispozitivului de control, care să elimine aceste dezavantaje evidențiate și să cumuleze avantajele dispozitivelor staționare, caracterizate prin precizia mare de măsurare.

Datele inițiale stabilite prin temă, se referă la domeniul de valori pentru elementele dimensionale caracteristice ale bucușei, respectiv, carcasi în care se montează arborele:

- domeniul de valori pentru diametrul suprafețelor cilindrice interioare: $D = 90 - 130$ mm;
- domeniul de valori pentru lungimea totală a suprafețelor cilindrice interioare ale bucușei: $L = 90 - 250$ mm;
- domeniul de valori pentru distanța, pe direcție axială, dintre găurile carcasi: $L = 150 - 250$ mm.

2.2. Schema de măsurare și schema de principiu a dispozitivului de control

În scopul proiectării unei variante constructive a dispozitivului de control, s-a stabilit o metodă de măsurare a abaterii la concentricitatea suprafețelor cilindrice interioare la piese tip bucușă, respectiv, o metodă de măsurare a abaterii la coaxialitate a suprafețelor cilindrice

interioare, la piese tip carcasă, pe baza căreia să se elaboreze o schemă de principiu a dispozitivului.

Schema de măsurare a abaterii la concentricitate suprafețelor cilindrice interioare la o piesă tip bucă, conform desenului de execuție din fig. 2.1.a, este prezentată în fig. 2.2.

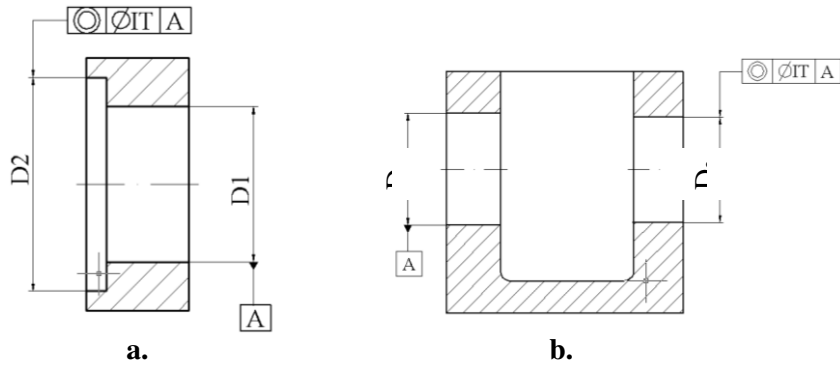


Fig. 2.1.

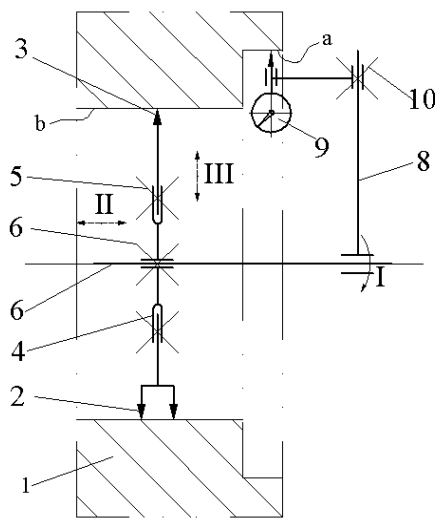


Fig. 2.2.

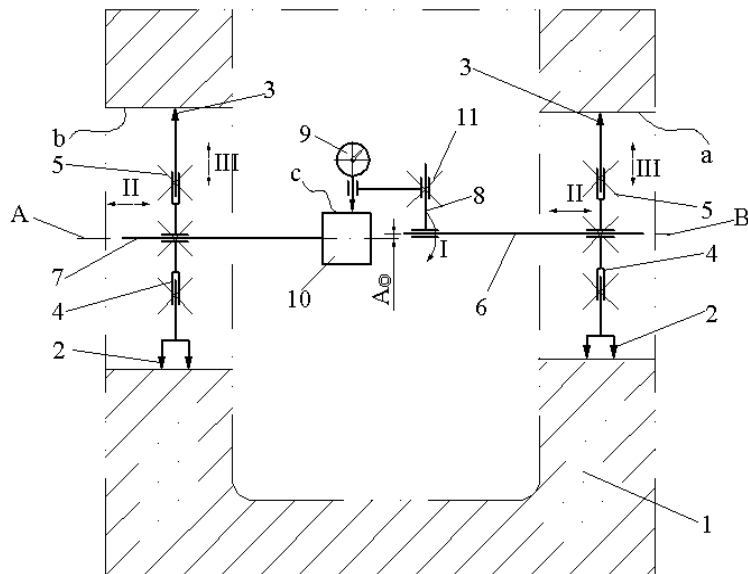


Fig. 2.3.

Pentru măsurarea abaterii la concentricitate, este necesară materializarea axei suprafeței cilindrice interioare cu diametrul D_1 , specificată drept bază de referință (fig. 2.2). În acest scop, se aduc, în contact cu suprafața cilindrică interioară a, palpatoarele 2 și 3, care se deplasează radial, cu aceeași distanță (mișcarea III), în suportii 4, în care se pot bloca, cu șuruburile de blocare 5. Fiecare din suportii 4, se poate deplasa pe tije cilindrice 6, respectiv, 7 (mișcările II) și bloca, în poziția dorită, cu șuruburi de blocare.

În acest fel, se materializează axa suprafeței cilindrice interioare b, care va coincide cu axa tije cilindrice 6.

Măsurarea abaterii la concentricitate a suprafeței cilindrice interioare a, se realizează astfel: pe tija cilindrică 6, se montează, suportul 8, al instrumentului indicator 9, al cărui vârf de măsurare se aduce în contact cu suprafața a; suportul 8, al instrumentului indicator 9, se poate roti, fără joc, pe tija cilindrică 6 (mișcarea de rotație I). După aducerea în contact, a vârfului de măsurare cu suprafața a, instrumentul indicator 9 (un comparator cu cadran sau un comparator digital) se reglează la zero. Se rotește, apoi, instrumentul indicator, cu suportul 8, menținându- se contactul permanent dintre vârful de măsurare și suprafața a, pe parcursul unei rotații complete și se notează indicațiile extreme, δ_{\max} și δ_{\min} ale instrumentului.

Abaterea la concentricitate a suprafeței cilindrice interioare a, față de axa suprafeței b, specificată drept bază de referință, se obține cu relația:

$$A_c = \frac{\delta_{\max} - \delta_{\min}}{2}. \quad (1)$$

În același mod, se măsoară abaterea la coaxialitate a suprafețelor cilindrice interioare la piese de tip crcasă, cu deosebirea că, se vor materializa cilindrii adiacenți ai ambelor suprafețe cilindrice interioare din carcasă (fig. 2.3).

Pentru elaborarea unei scheme de principiu a dispozitivului de control portabil, pe baza schemei de măsurare adoptate, s- au identificat o serie de cerințe care trebuie îndeplinite:

- este necesară materializarea axei suprafeței cilindrice interioare tolerate; această cerință este impusă de schema de măsurare adoptată;
- este necesară materializarea axei suprafeței cilindrice interioare specificată drept bază de referință, cerință impusă de schema de măsurare adoptată;
- măsurarea abaterii la coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare se realizează cu un dispozitiv de control portabil care trebuie să asigure atât orientarea – poziționarea în raport cu pesa de controlat, cât și măsurarea propriu- zisă;
- realizarea operației de măsurare a abaterii la coaxialitate (distanța dintre axele de rotație materializate) cu ajutorul unui instrument comparator;
- asigurarea orientării dispozitivului de control pe suprafețe cilindrice interioare cu diametre diferite;
- asigurarea măsurării abaterii la coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare pentru piese cu distanțe diferite dintre suprafețele cilindrice considerate.

Din analiza cerințelor pe care trebuie să le îndeplinească dispozitivul tehnologic de control, se evidențiază faptul că, pentru a asigura exactitatea măsurării, este esențială materializarea cât mai precisă a axei de rotație a suprafeței cilindrice interioare specificată drept bază de referință și, după caz, a axei de rotație a suprafeței cilindrice interioare care se măsoară.

Mecanism autocentrat cu role calibrate. Se propune o soluție de mecanism autocentrat care elimină ambele dezavantaje menționate fiind de complexitate medie și asigurând un interval suficient de mare de valori ale diametrelor suprafețelor de centrare, caracterizându- se, astfel, printr- un grad mare de universalitate (fig. 2.4).

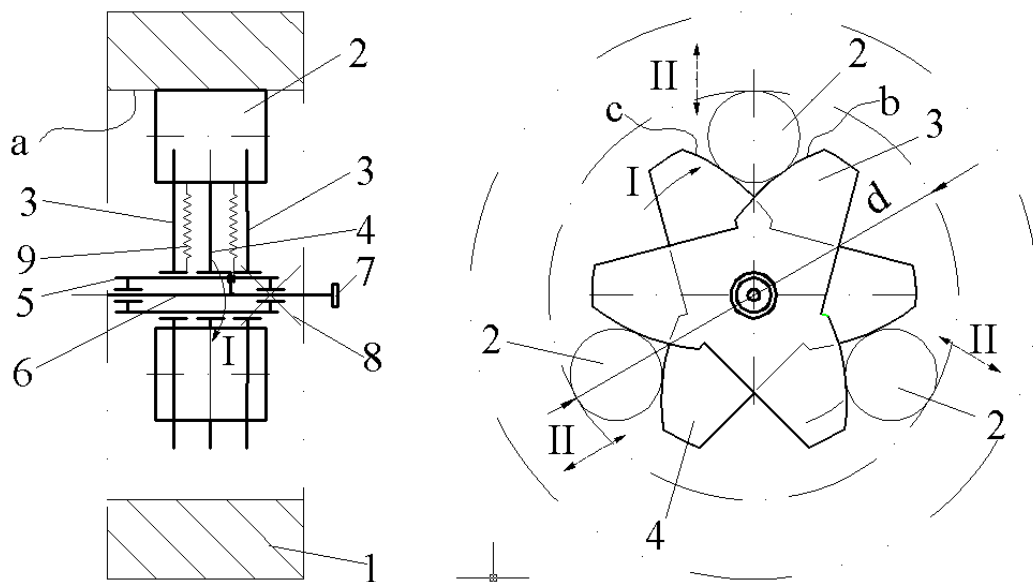


Fig. 2.4.

Acest mecanism este denumit, în continuare, mecanism autocentrant cu role calibrate, deoarece, elementele prin care se realizează contactul cu suprafața a, a piesei de controlat 1, sunt trei role cilindrice 2, cu suprafețele astfel executate, încât să materializeze cilindrul geometric (cu abatere la cilindricitate foarte mică). Contactul rolor calibrate 2 (dispuse uniform, pe circumferință), cu suprafața cilindrică interioară a, se realizează după generatoarele acestora.

Rolele calibrate 2, se sprijină pe muchiile active profilate b, ale discurilor 3, respectiv pe muchia profilată c, a discului 4. Discurile 3 (în număr de două) sunt montate pe corpul cilindric 5, fixate pe acesta, iar discul 4, este montat pe corpul cilindric 5, fiind dispus între discurile 3. Discul 4, se poate roti pe corpul cilindric 5 (mișcarea de rotație I), față de discurile 3, fiind antrenat, în mișcarea de rotație, de către arborele 6, acționat de roata de mână 7; se poate bloca, în poziția rotită, cu șurubul de blocare 8.

Prin rotirea discului 4, față de discurile 3, se modifică poziția relativă a muchiilor active profilate b și c, pe care se sprijină rolele calibrate 2, ceea ce determină deplasarea, pe direcția radială a rolor calibrate 2 (mișcarea II).

La rotirea discului mobil 4, cele trei role calibrate 2, se deplasează radial, cu aceeași distanță, astfel încât generatoarele cele mai depărtate de axa comună a discurilor 3 și 4, ale rolor vor materializa un cilindru adiacent, al cărui diametru este variabil.

Contactul permanent al rolor calibrate 2, cu muchiile active profilate ale discurilor 3 și 4, este asigurat de arcurile elicoidale de întindere 9.

Dimensiunile caracteristice ale mecanismului autocentrant. Dimensiunile caracteristice ale dispozitivului de control sunt dimensiunile care stabilesc gabaritul întregului ansamblu, dimensiuni care stabilesc gabaritul subansamblelor din structura dispozitivului, lungimi ale curselor elementelor care execută deplasări, etc.

După modul de obținere, dimensiunile caracteristice ale dispozitivului de control, se împart în două categorii distincte:

- dimensiuni caracteristice adoptate;
- dimensiuni caracteristice calculate.

Dimensiunile caracteristice adoptate sunt acele dimensiuni a căror valoare se adoptă, stabilindu-se constructiv, în funcție de dimensiunile piesei de controlat, de rolul funcțional al unui subansamblu sau al întregului dispozitiv.

Sunt adoptate următoarele dimensiuni caracteristice:

- *Diametrul mecanismului autocentrant cu role.* Diametrul mecanismului autocentrant se stabilește astfel încât, mecanismul, împreună cu rolele calibrate, să poată fi introdus în interiorul suprafeței cilindrice de controlat, cu valoarea minimă specificată, respectiv, 90 mm; aceasta înseamnă că cele trei discuri fixe și mobil, vor avea diametrul mai mic decât diametrul minim al suprafeței de controlat; de aceea pentru diametrul discurilor cu muchii profilate, se adoptă valoarea de $d = 85$ mm;
- *Lungimea corpului cilindric al mecanismului autocentrant cu role.* Această lungime trebuie să asigure măsurarea abaterii la concentricitate/ coaxialitate la piese cu lungimea egală cu valoarea maximă a domeniului de valori impus prin tema proiectului; de aceea, lungimea corpului cilindric va fi mai mare decât valoarea maximă a lungimii piesei de controlat, cu lungimea mecanismului de poziționare și fixare a instrumentului indicator; pentru lungimea corpului cilindric al mecanismului de centrare, se adoptă valoarea $L = 300$ mm;
- *Diametrul rozelor calibrate.* Rolele calibrate, atunci când generatoarele lor sunt aduse în contact cu suprafața cilindrică interioară de controlat, au rolul de a materializa cilindrul adiacent al acesteia; prin deplasarea lor, pe direcție radială, trebuie să vină în contact cu suprafața cilindrică interioară, atunci când aceasta are diametrul cuprins în intervalul stabilit prin tema proiectului; pentru diametrul rozelor calibrate, se stabilește valoarea $d_c = 25$ mm.

Dimensiunile caracteristice calculate sunt acele dimensiuni a căror valoare se obține prin calcul, în funcție de dimensiunile caracteristice ale piesei de controlat, de asigurarea îndeplinirii funcțiilor de măsurare, orientare a dispozitivului de control, de limitare a cursei unor elemente mobile care execută mișcare de rotație sau translație.

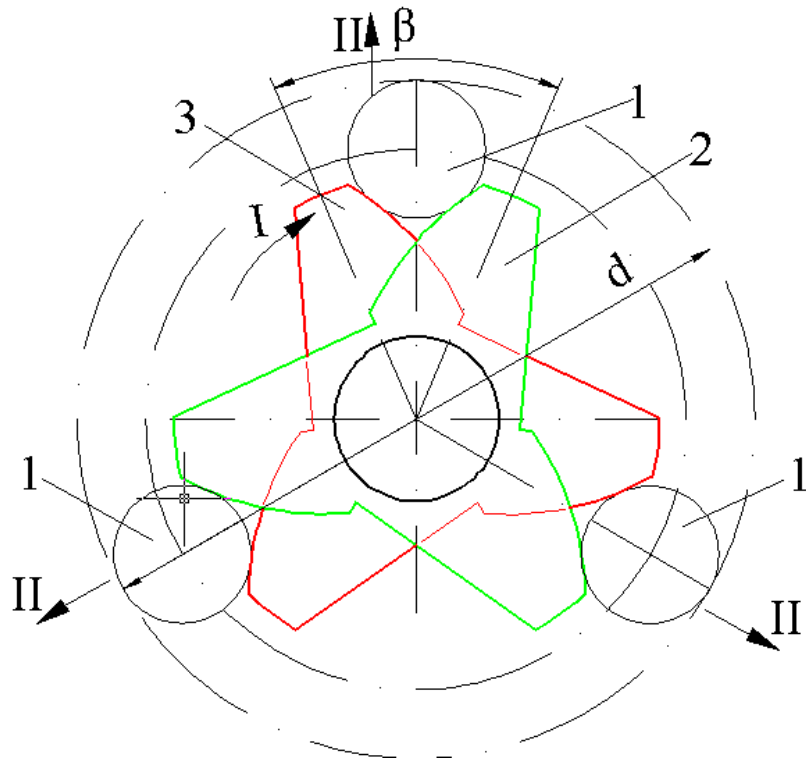
Pentru mecanismul autocentrant se determină următoarele dimensiuni caracteristice:

- *lungimea cursei rozelor calibrate.* Pentru a materializa cilindrul adiacent al suprafeței cilindrice interioare cu valori diferite ale diametrului, rolele calibrate trebuie să execute o mișcare de deplasare, pe direcție radială, pe o anumită distanță l_c , numită lungimea cursei; aceasta se calculează cu relația:

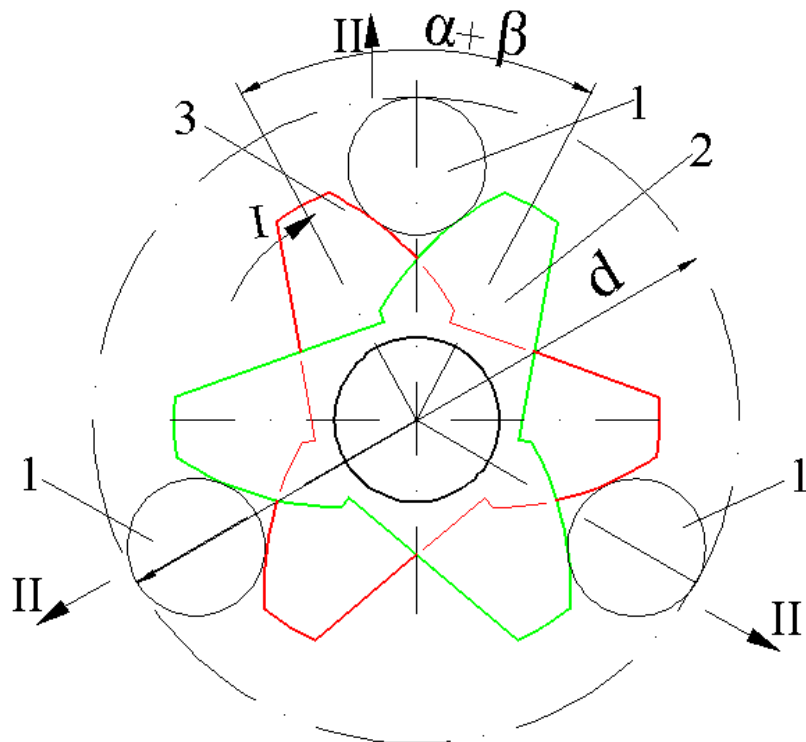
$$l_c = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} = \frac{130 - 90}{2} = 20 \text{ mm}, \quad (2.2)$$

unde D_{\max} și D_{\min} sunt limitele intervalului de valori pentru diametrul suprafeței cilindrice de controlat.

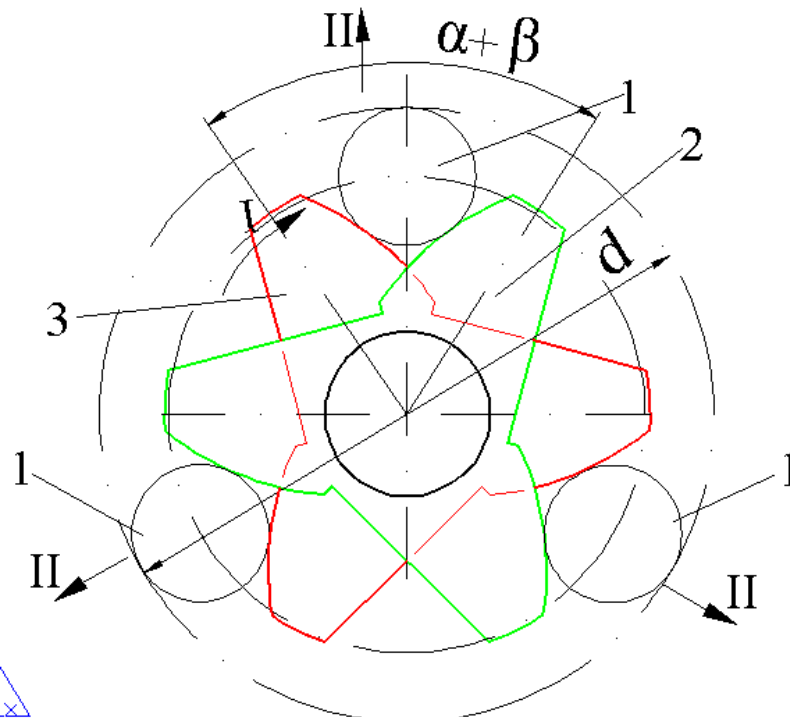
- *unghiul de rotire a discului mobil.* Discul mobil are rolul de a determina deplasarea, pe direcție radială, a rozelor calibrate, astfel încât să acopere domeniul de valori specificat pentru diametrul suprafeței cilindrice interioare, cu care, acestea, vin în contact. Valoarea unghiului de rotire a discului mobil, s-a determinat grafic; în fig. 2.5, sunt prezentate pozițiile succesive ale rozelor calibrate, corespunzătoare rotirii discului mobil cu valori ale unghiului de rotire, de la 0° la 40° .



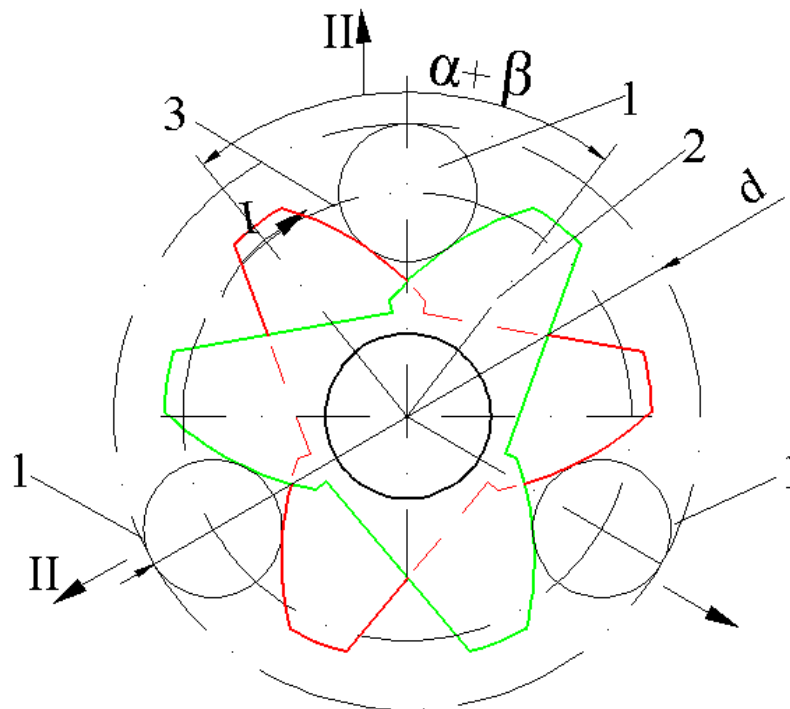
α - unghiul de rotire a discului mobil 3; $\alpha=0^\circ$;
 β -unghiul dintre discurile fixe 2 și mobil 3; $\beta= 46^\circ$;
 d - diametrul cilindrului adiacent materializat; $d=130$ mm.



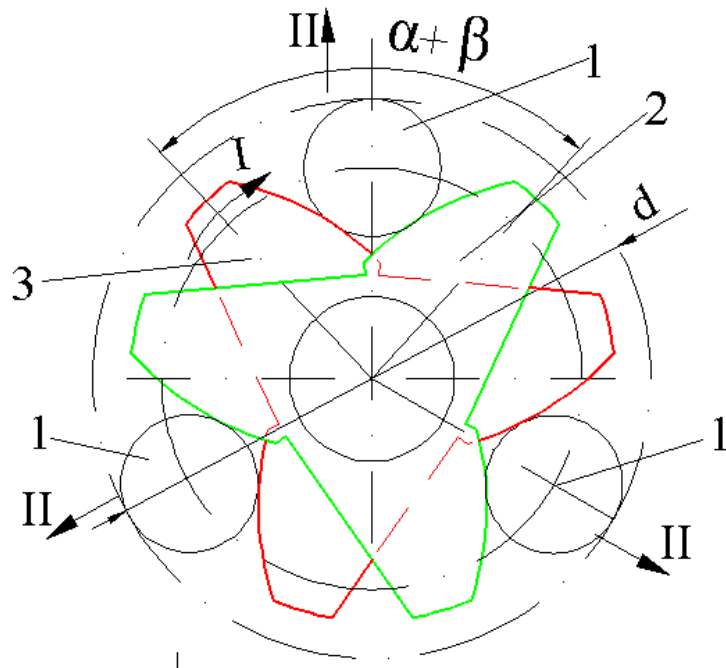
α - unghiul de rotire a discului mobil 3; $\alpha=5^\circ$;
 β -unghiul dintre discurile fixe 2 și mobil 3; $\beta= 46^\circ$;
 d - diametrul cilindrului adiacent materializat; $d=125$ mm.



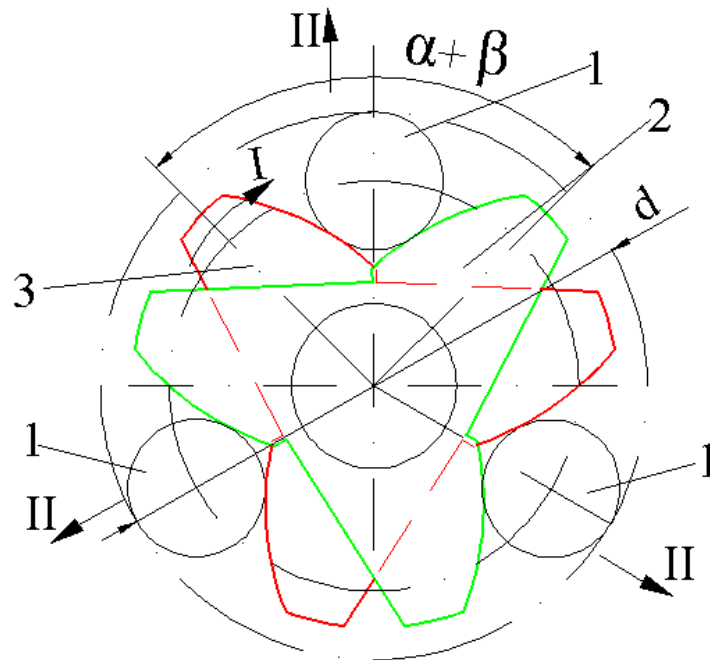
α - unghiul de rotire a discului mobil 3; $\alpha=10^\circ$;
 β - unghiul dintre discurile fixe 2 și mobil 3; $\beta=46^\circ$;
 d - diametrul cilindrului adiacent materializat; $d=118$ mm.



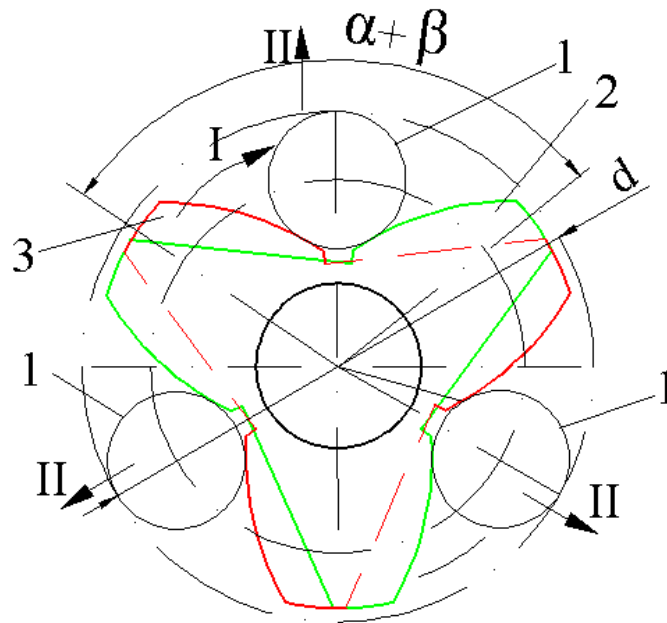
α - unghiul de rotire a discului mobil 3; $\alpha=15^\circ$;
 β - unghiul dintre discurile fixe 2 și mobil 3; $\beta=46^\circ$;
 d - diametrul cilindrului adiacent materializat; $d=111$ mm.



α - unghiul de rotire a discului mobil 3; $\alpha=20^\circ$;
 β - unghiul dintre discurile fixe 2 și mobil 3; $\beta=46^\circ$;
 d - diametrul cilindrului adiacent materializat; $d=106$ mm.



α - unghiul de rotire a discului mobil 3; $\alpha=25^\circ$;
 β - unghiul dintre discurile fixe 2 și mobil 3; $\beta=46^\circ$;
 d - diametrul cilindrului adiacent materializat; $d=99$ mm.



α - unghiul de rotire a discului mobil 3; $\alpha=40^\circ$;
 β -unghiul dintre discurile fixe 2 și mobil 3; $\beta= 46^\circ$;
d- diametrul cilindrului adiacent materializat; $d=90$ mm.

Fig. 2.5

2.3. Structura dispozitivului tehnologic de control

Pornind de la schema de principiu a dispozitivului de control prezentată anterior (fig. 2.6) și cunoscând cerințele pe care trebuie să le îndeplinească acesta, s-a elaborat o variantă constructivă a unui dispozitiv tehnologic portabil destinat controlului abaterii coaxialității suprafețelor cilindrice interioare la piese tip bucă, cu diametrelor găurilor cuprinse în intervalul 90- 130 mm (fig. 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10).

Caracteristic acestui dispozitiv de control, este faptul că, fiind un dispozitiv portabil de control, toate elementele componente importante pentru orientarea- poziționarea fixarea piesei de controlat, respectiv, a instrumentului indicator, sunt integrate într- un tot unitar, în corpul dispozitivului.

Dispozitivul tehnologic pentru controlul coaxialității suprafețelor cilindrice interioare, la piese tip bucă, este constituit din următoarele subansambluri distincte:

- subansamblul de orientare- poziționare a dispozitivului în raport cu piesa de controlat;
- subansamblul de măsurare;
- elemente și mecanisme auxiliare.

Cele două subansambluri, împreună cu elementele și mecanismele auxiliare sunt montate la corpul tubular al dispozitivului de control.

Subansamblul de orientare- poziționare a dispozitivului de control.

Acest subansamblu are rolul de a orienta dispozitivul de control în raport cu piesa de controlat și de a-l poziționa pe suprafața cilindrică interioară a piesei tip bucsă, în vederea măsurării; totodată, acest subansamblu materializează axa suprafeței adiacente de rotație a suprafeței cilindrice interioare a piesei, pe care se va sprijini dispozitivul de control la măsurare (fig. 2.5).

De fapt, acest subansamblu este constituit din mecanismul autocentrant cu role calibrate. Mecanismul autocentrant vine în contact cu suprafața cilindrică interioară a piesei, după trei drepte care sunt generatoarele cele mai depărtate de centru, ale rolor calibrate 3; în acest fel, cele trei generatoare rectilinii, dispuse uniform pe circumferință, materializează cilindrul adiacent suprafeței cilindrice interioare a piesei de controlat, suprafață care constituie baza de referință.

Rolele calibrate 3, se sprijină pe muchiile active profilate ale discurilor fixe 17 și 19, venind în contact cu acestea, în trei puncte: două puncte, pe muchiile active ale celor două discuri fixe 17 și un punct de contact, pe muchia activă a discului mobil 19.

Discul mobil 19, este montat între discurile fixe 17, astfel încât, muchiile active profilate aflate numai pe o latură a celor trei lobi ai discurilor (fig. 2.6, a și b), să fie față în față, pentru a veni în contact cu suprafețele cilindrice ale rolor calibrate 3. Acestea sunt montate pe câte o bucsă 18, respectiv 22 și fixate cu câte trei șuruburi 21.

Cele trei bucse 18 și 22, sunt montate pe corpul cilindric 13, cu suprafață cilindrică activă, astfel: bucsele 22, pe care sunt montate discurile fixe 17, sunt fixate la corpul cilindric 13, cu câte trei șuruburi 21; bucșa 18, pe care este montat discul mobil 19, se poate roti pe suprafața cilindrică a corpului 13, putând executa o mișcare de rotație cu un unghi mai mic de 90°. Rotirea discului mobil 19, se realizează cu ajutorul bucsei de antrenare 16 și șurubul 4, care solidarizează bucșa 19 cu bucșa de antrenare 16, montată în interiorul corpului cilindric 13 și rotită de către șurubul 24.

Pentru a fi o legătură elastică între șurubul 24 și bucșa 16, antrenarea, în mișcarea de rotație, se realizează prin intermediul arcului elicoidal de compresie 20, ale cărui capete sunt introduse în câte un canal practicat în suprafețele frontale ale șurubului 24, respectiv, bucsei de antrenare 16. bucșa opritor 14, împiedică deplasarea, pe direcție axială, a bucsei 16, în corpul cilindric 13. Contrapiulița 26, asigură blocarea șurubului 24.

Contactul permanent dintre rolele calibrate 3 și muchiile active ale discurilor 17 și 19, este asigurat de arcurile elicoidale de întindere 33.

Subansamblul de măsurare

Subansamblul de măsurare are rolul de a măsura abaterea la coaxialitate a suprafeței cilindrice interioare tolerate, față de baza de referință materializată de subansamblul de orientare- poziționare; captează informația de măsurare și o transmite instrumentului indicator (fig. 2.5 și 2.6).

Informația de măsurare se transmite direct la instrumentul indicator 1 (fig. 2.5),

Instrumentul indicator 1, este fixat la suportul orientabil 5, montat la furca 27. Furca 27, este fixată într- un canal din bucșa suport 12, montată pe suprafața activă a corpului cilindric 13, pe care se poate roti și deplasa axial. Se poate bloca, pentru a nu se deplasa axial, cu ajutorul bucsei elasticizate 10, montată pe suprafața cilindrică a corpului 13 și al bucsei conice 9.

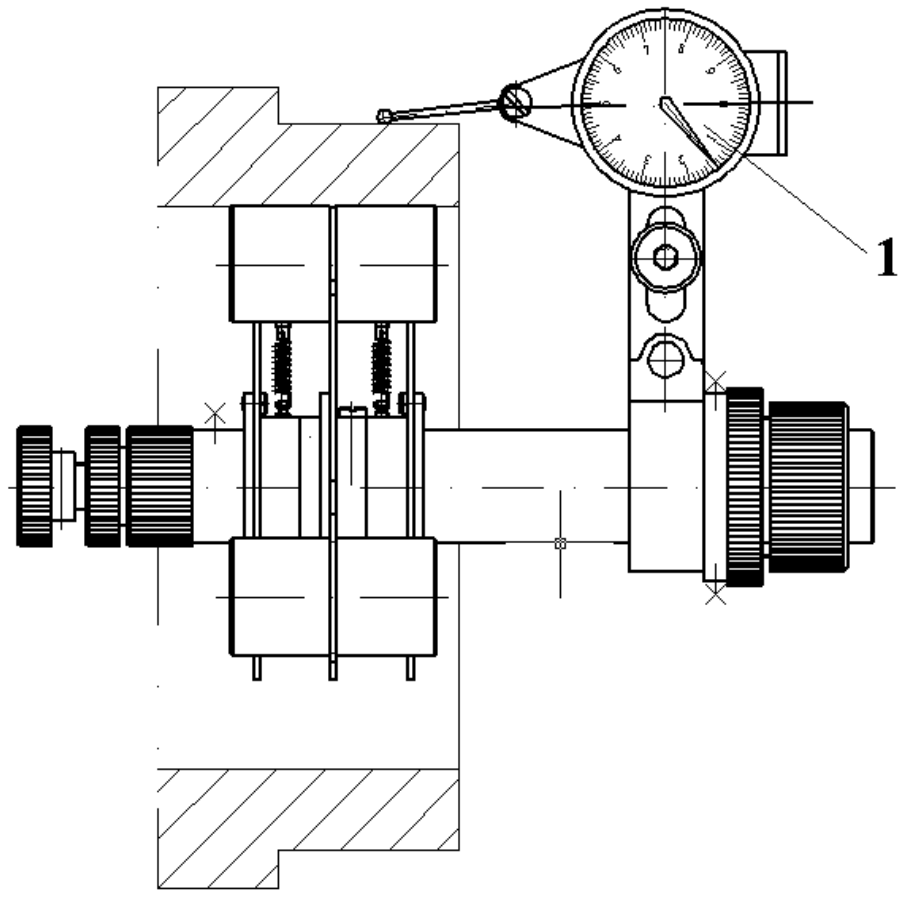


Fig. 2.6.

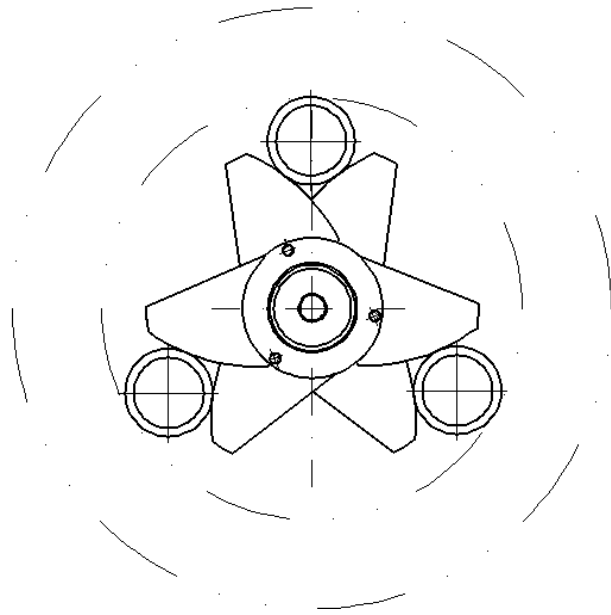


Fig. 2.6.

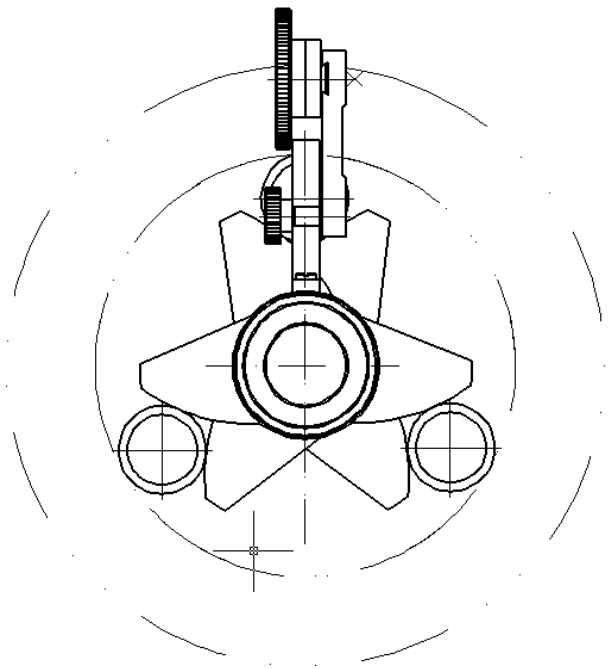


Fig. 2.7.

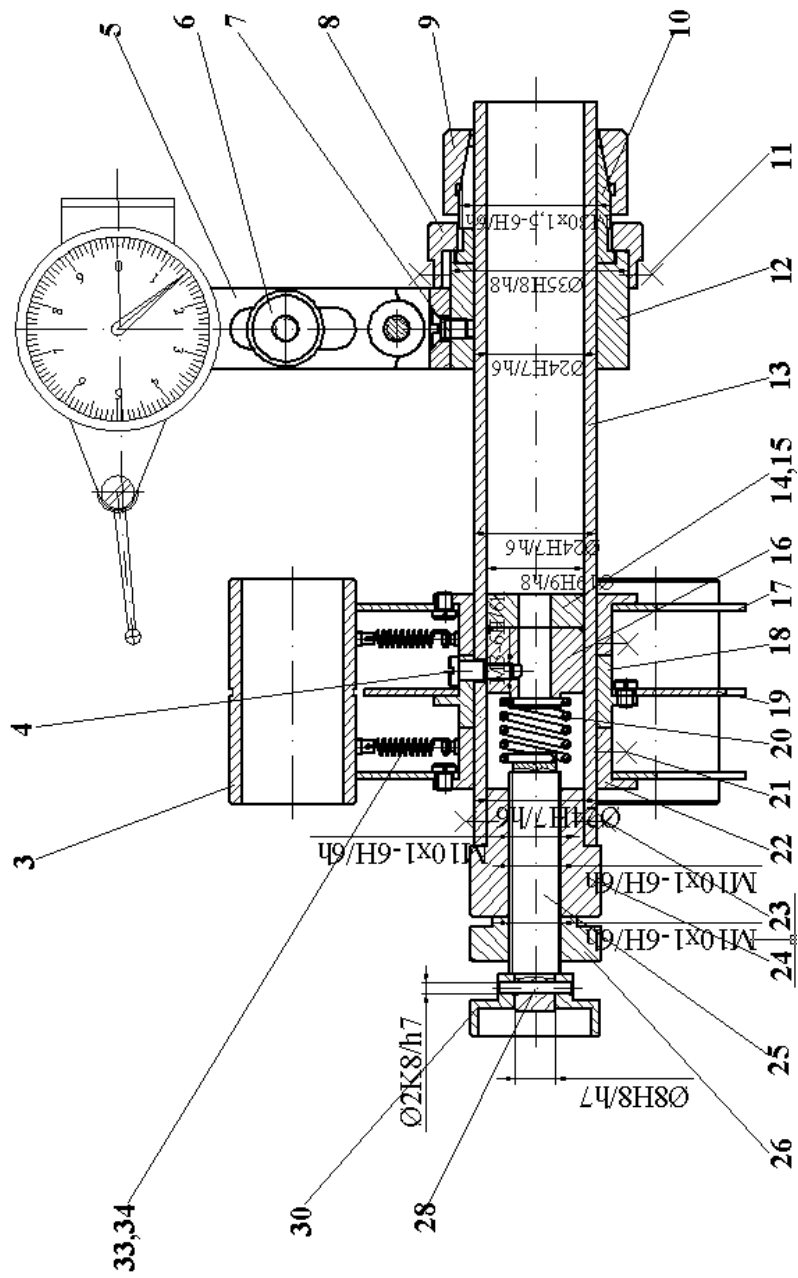


Fig. 2.8.

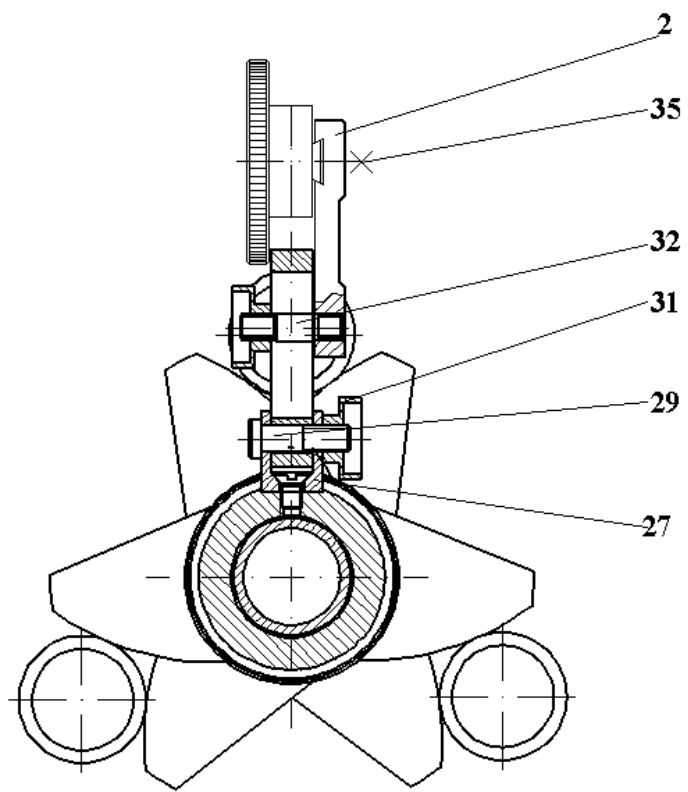


Fig. 2.9

2.5. Reglarea la zero și măsurarea cu dispozitivul tehnologic de control

Dispozitivul de control proiectat este un dispozitiv tehnologic portabil de control, fiind utilizat pentru măsurarea abaterii la concentricitate/ coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare la două categorii distincte de piese:

- piese de tip bucușă, care au suprafețele cilindrice interioare (baza de referință și suprafața tolerată) una în continuarea celeilalte;
- piese de tip bucușă, care au suprafața cilindrică interioară tolerată separată de suprafața cilindrică interioară- bază de referință, separate de una sau mai multe suprafețe cilindrice sau conice interioare;
- piese tip carcasă, la care suprafața cilindrică interioară tolerată și ce specificată drept bază de referință sunt practicate în pereți aflați față în față, iar diametrele celor două suprafețe pot avea valori egale sau diferite.

Reglarea dispozitivului de control.

Fiind un dispozitiv tehnologic portabil de control este necesară orientarea- poziționarea dispozitivului în raport cu piesa de controlat; de asemenea, faptul că este echipat cu instrument de măsurare indicator (metoda de măsurare aplicată este metoda diferenței), pentru controlul caracteristicii specificate, este necesară reglarea la zero a instrumentului comparator.

De aceea, reglarea dispozitivului de control se realizează în două etape:

- materializarea axei cilindrului adiacent, specificată drept bază de referință;
- reglarea la zero a instrumentului indicator.

Materializarea bazei de referință. Se consideră cazul abaterii la concentricitate a suprafețelor cilindrice interioare la piese tip bucușă (fig. 2.10). Așa cum se observă în fig. 2.10.a, baza de referință A, este axa cilindrului adiacent suprafeței cilindrice interioare cu diametrul D1.

Pentru materializarea bazei de referință A, trebuie introdus mecanismul autocentrat cu role calibrate în interiorul suprafeței cilindrice interioare a și realizat contactul dintre rolele calibrate cu această suprafață. În acest scop, se procedează astfel (fig. 2.10.b): se deblochează contrapiulița 6 și se acționează roata de mână 5, pentru a roti discul mobil astfel încât rolele calibrate 2, să se deplaseze radial, către centrul corpului cilindric 4, pentru a fi posibilă introducerea mecanismului autocentrat în interiorul suprafeței a.

Dispozitivul, ținut de mânerul 3, al corpului cilindric 4, se introduce în interiorul suprafeței interioare a, apoi se acționează roata de mână 5 și se rotește discul mobil pentru a deplasa rolele calibrate 2, pe direcție radială, dinspre axa corpului cilindric 4, până când acestea vin în contact nemijlocit, cu generatoarele suprafeței cilindrice interioare a; se blochează rotirea discului mobil, prin acționarea contrapiuliței 6.

În acest fel, generatoarele rolelor calibrate 2, aflate în contact cu suprafața cilindrică interioară a, materializează cilindrul adiacent acestei suprafețe, iar axa acestuia va coincide cu axa corpului cilindric 4, materializarea bazei de referință fiind realizată.

Reglarea la zero a instrumentului indicator. Instrumentul indicator utilizat, este un pupitast, care, datorită dimensiunilor de gabarit reduse, poate fi introdus în spații cu volum mic. Un avantaj al acestui dispozitiv de control îl constituie faptul că, pentru reglarea la zero nu este necesară un element suplimentare (măsură terminală de lungime, calibre, piese model), ci reglarea instrumentului se realizează direct pe piesa de controlat (fig. 2.10.b).

În acest scop, trebuie adus vârful sferic 7, al pupitastului 8, în contact cu suprafața cilindrică interioară b; pentru aceasta, se deplasează bucușa suport 12 (piulița conică 13, fiind deblocată) și se aduce instrumentul indicator 8, în interiorul suprafeței cilindrice interioare b; apoi, se acționează piulița conică 13, pentru a bloca bucușa suport 12, pe corpul cilindric 4. Se acționează șuruburile de blocare 10 și 11, pentru a permite orientarea și alungirea/ surtarea

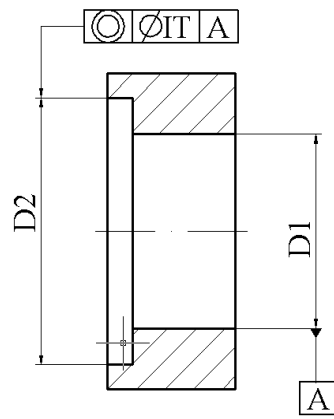
suportului 9, al instrumentului, astfel încât vârful sferic 7, să fie adus în contact cu o generatoare a suprafeței cilindrice interioare b.

În acel moment, se reglează la zero, instrumentul indicator, iar dispozitivul de control este pregătit pentru măsurare.

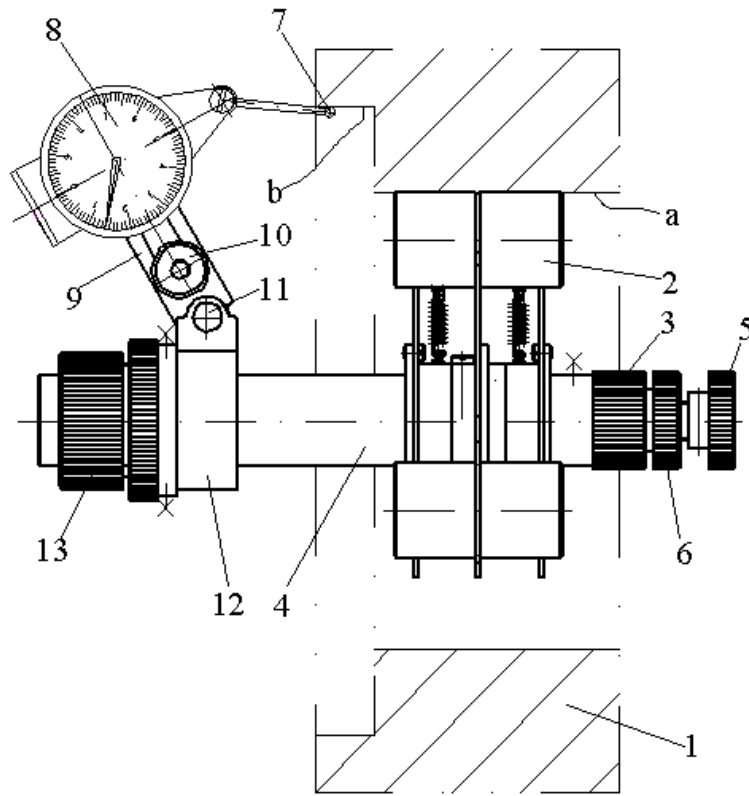
Măsurarea cu dispozitivul proiectat.

O caracteristică importantă a dispozitivului de control proiectat este faptul că, după ce a fost reglat la zero, poate fi utilizat pentru măsurarea mai multor abateri geometrice, nu numai abaterea la concentricitate/ coaxialitate, fără modificări sau ajustări suplimentare. Abaterile geometrice care se pot măsura cu ajutorul dispozitivului de control sunt:

- măsurarea abaterii la concentricitatea suprafețelor cilindrice interioare la piese de tip bucsă;
- măsurarea abaterii la coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare la piese de tip carcasă;
- măsurarea abaterii la concentricitate a unei suprafețe conice interioare, în raport cu o suprafață cilindrică interioară, specificată drept bază de referință, la piese de tip bucsă;
- măsurarea abaterii la concentricitate a unei suprafețe cilindrice exterioare, în raport cu o suprafață cilindrică interioară, specificată drept bază de referință, la piese de tip bucsă;
- măsurarea abaterii la perpendicularitate a unei suprafețe frontale, în raport cu o suprafață cilindrică interioară, specificată drept bază de referință, la piese de tip bucsă;
- măsurarea abaterii la perpendicularitate a suprafețelor frontale ale pereților, în raport cu axa unei suprafețe cilindrice interioare, specificată drept bază de referință, sau, în raport cu axa comună a suprafețelor cilindrice interioare, la piese de tip carcasă;
- măsurarea abaterii la circularitate a unei suprafețe cilindrice interioare, la piese de tip bucsă.

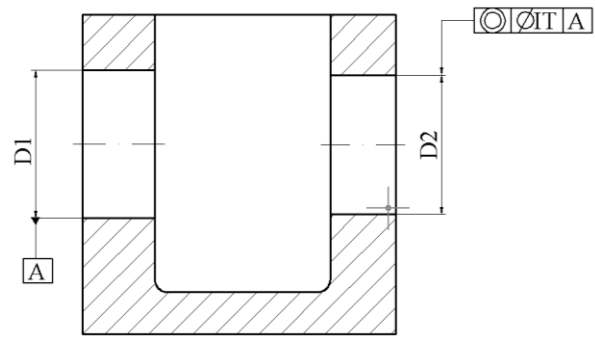


a.

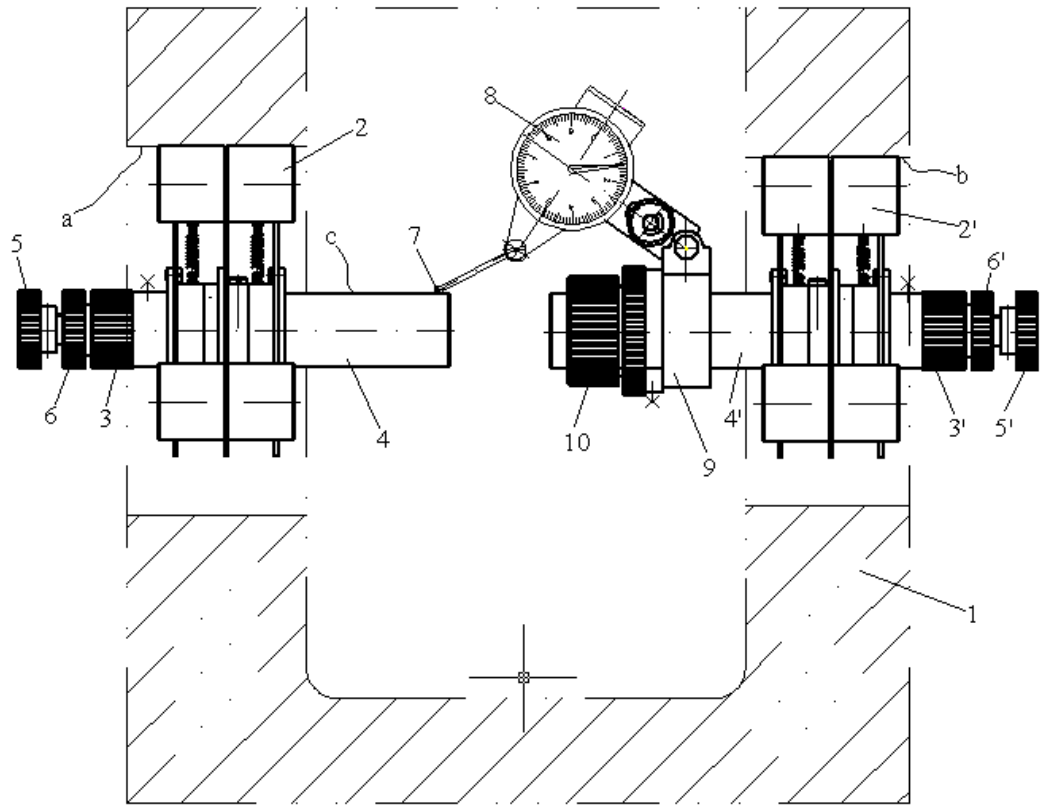


b.

Fig. 2.10

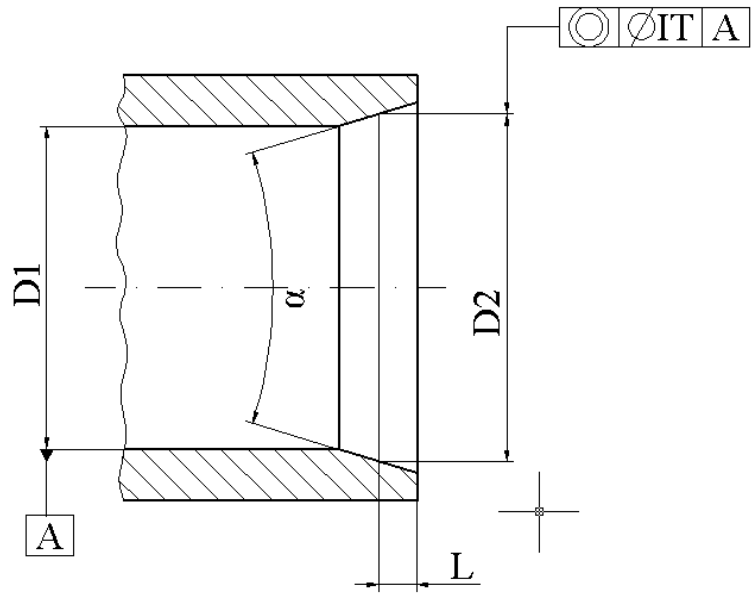


a.

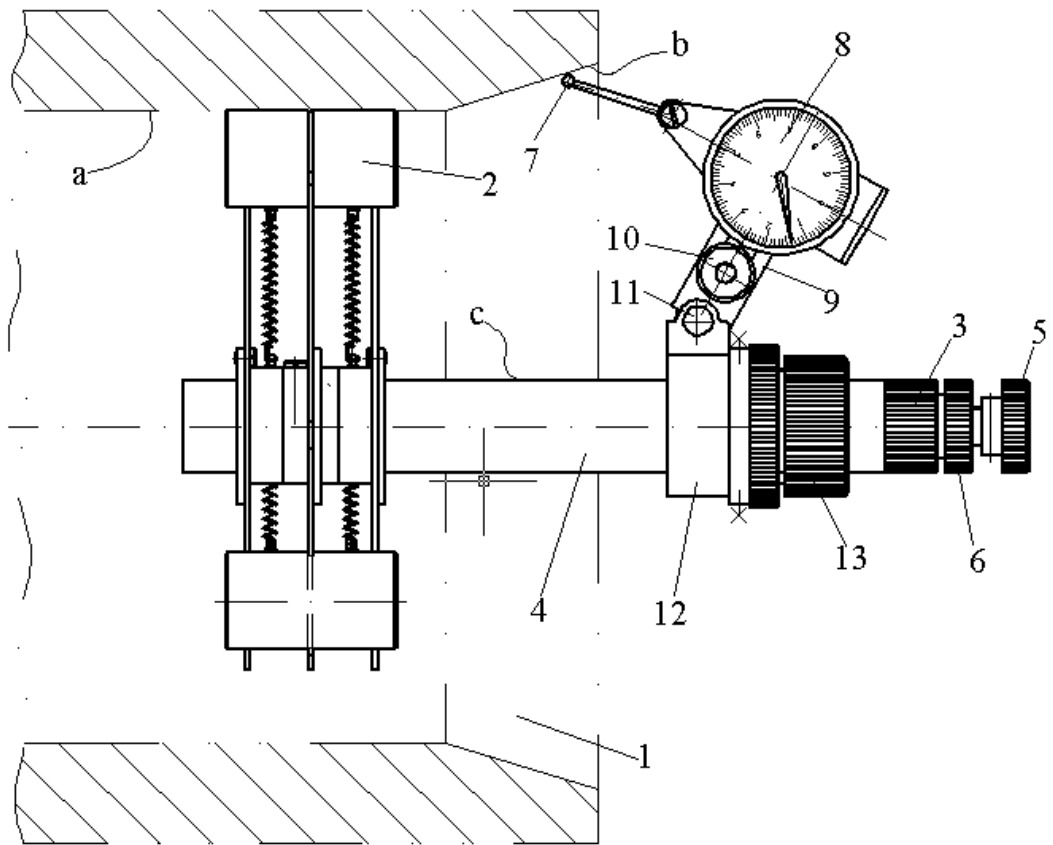


b.

Fig. 2.11

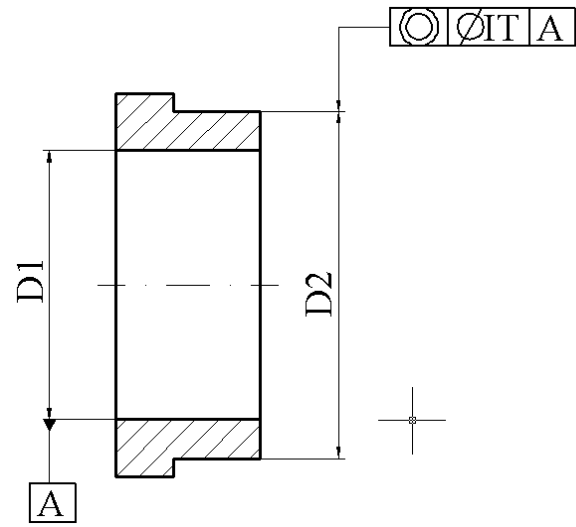


a.

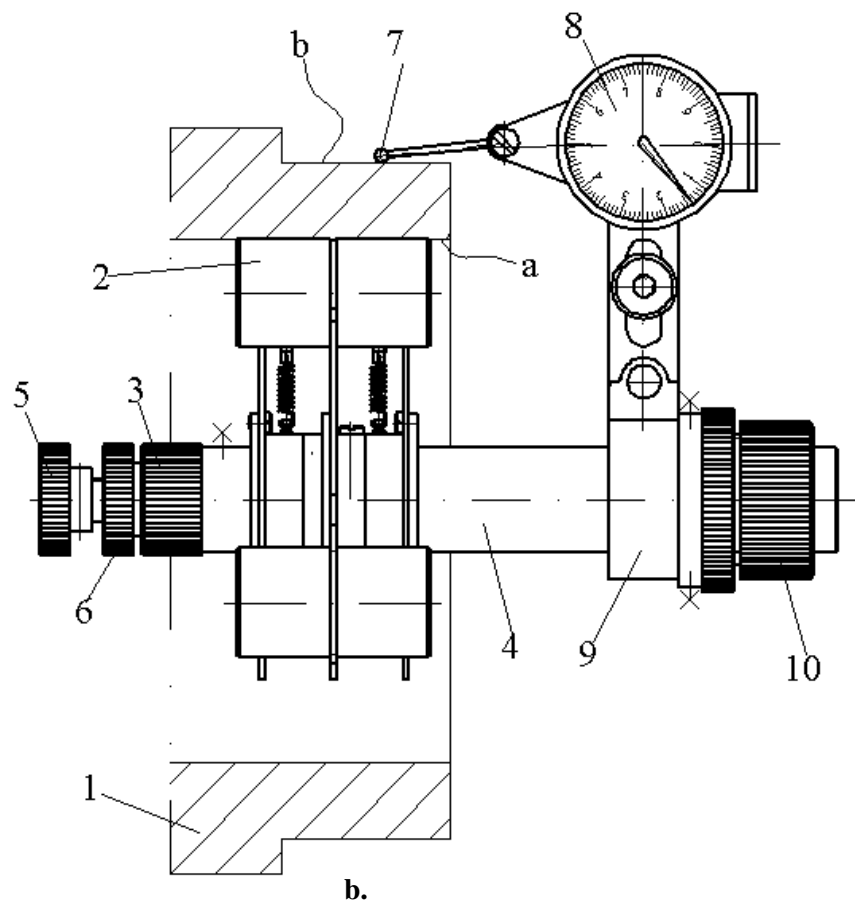


b.

Fig. 2.12

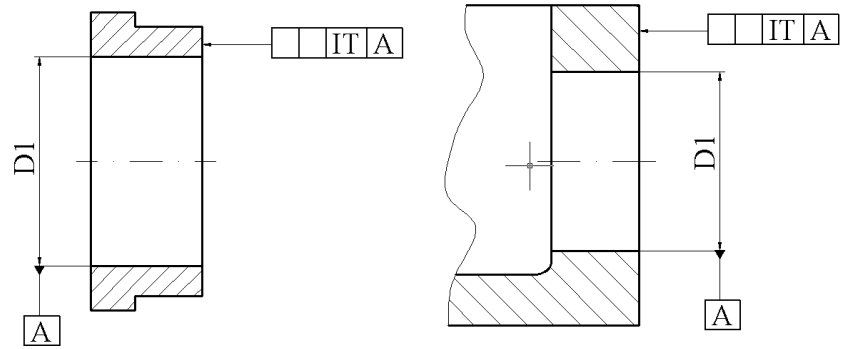


a.



b.

Fig. 2.13



a.

b.

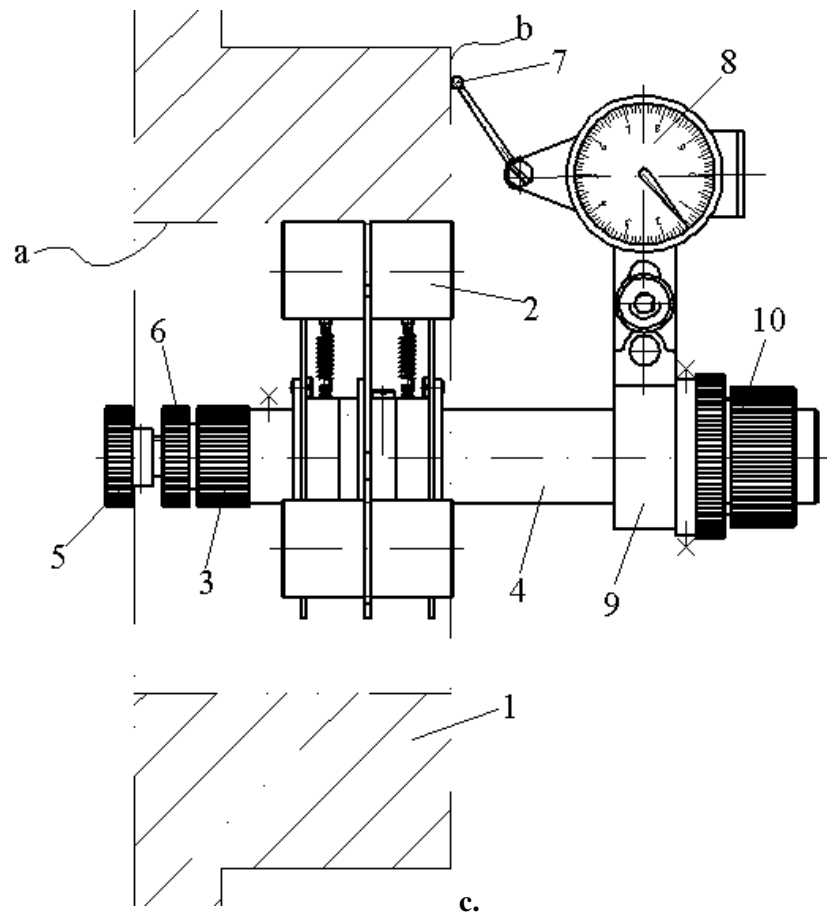


Fig. 2.14

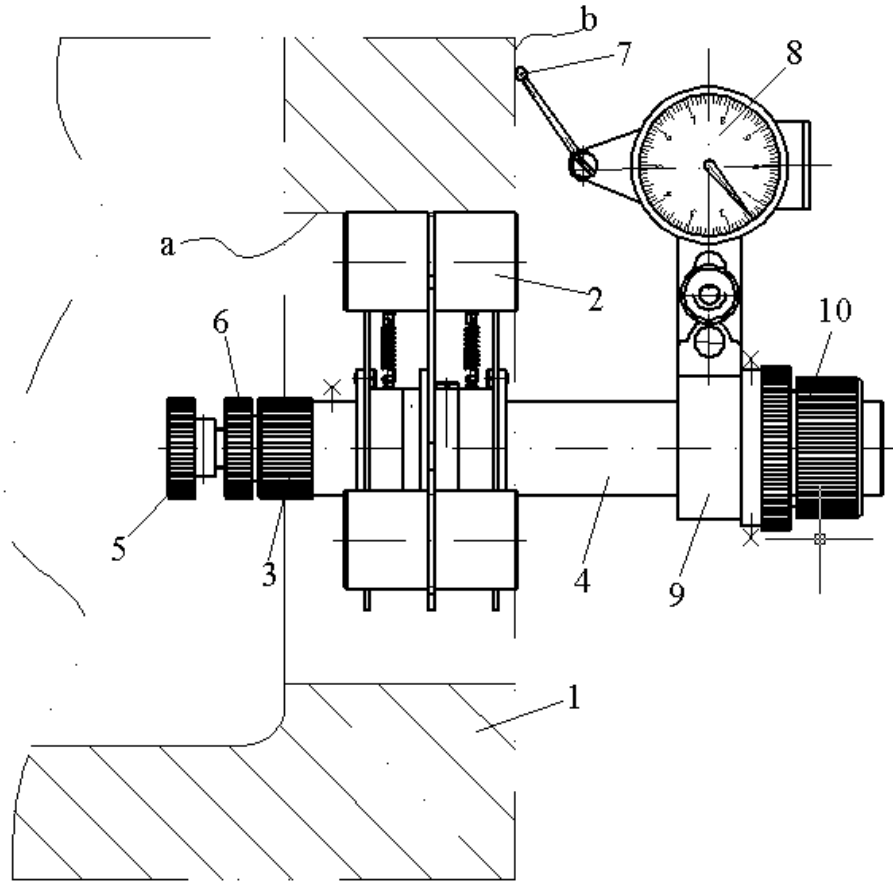


Fig. 2.15

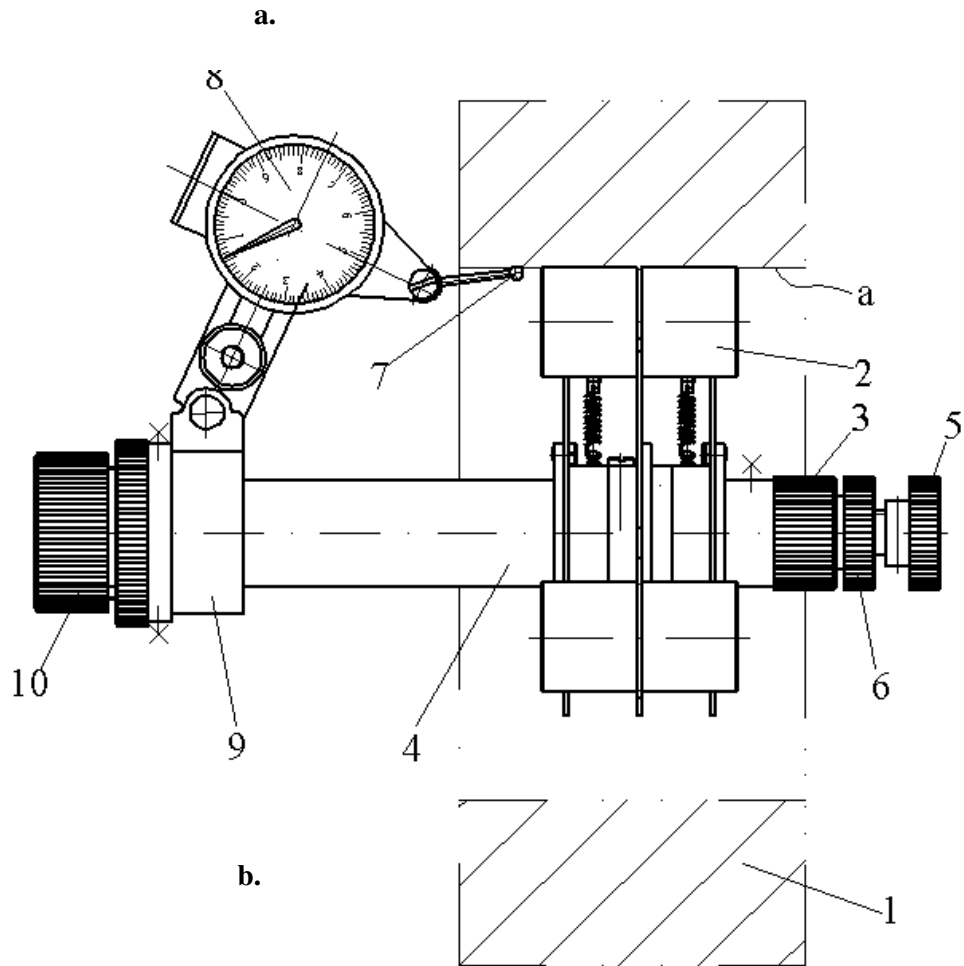
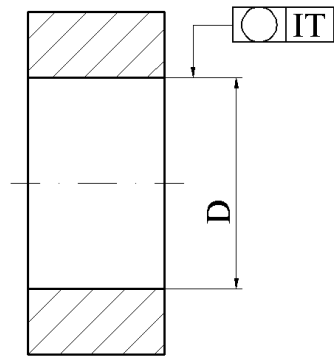


Fig. 2.16

3. Concluzii și direcții de cercetare ulterioare

- concentricitatea și coaxialitatea suprafețelor cilindrice interioare/ exterioare de montare la piese de tip bucușă, carcasă, etc, constituie caracteristici geometrice determinante în montarea și funcționarea corectă a pieselor din îmbinările mobile..

- s- a conceput și proiectat o variantă constructiv de dispozitiv tehnologic portabil pentru controlul concentricității și al coaxialității suprafețelor cilindrice interioare, cu diametre cuprinse într- un interval între 90 și 130 mm, bazat pe o soluție nouă de mecanism autocentran cu contact pe suprafețe cilindrice interioare, mecanism denumit mecanism autocentrant cu role calibrate și care prezintă următoarele caracteristici:

- precizie de materializare a suprafețelor adiacente de rotație; dacă pentru toleranțele dimensiunilor de montare se adoptă treapta de toleranțe 5,6, pentru toleranțele geometrice ale acestora se adoptă treapta de toleranțe 6, iar montarea se va realiza pe grupe de sortare, se apreciază că eroarea de materializare a axei cilindrului adiacent nu va depăși valoarea de 0,012 mm;
- posibilitatea de materializare a cilindrului adiacent atât pentru suprafața cilindrică interioară de controlat, cât și la cea specificată drept bază de referință;
- posibilitatea de utilizare la piese de controlat cu axa orientată orizontal sau vertical;
- număr mic de îmbinări mobile, ceea ce determină creșterea preciziei de măsurare;
- grad mare de universalitate, putând fi utilizat la mai multe categorii de piese: de tip bucușă fixă sau rotitoare, de tip carcasă, etc;
- acoperă un interval mare de diametre ale suprafețelor materializate;
- simplitate constructivă;
- tehnologie ridicată;
- reglare rapidă la materializarea cilindrului adiacent;
- siguranța menținerii valorilor la care s- au executat reglările;
- manevrare ușoară, ceea ce asigură rapiditatea măsurărilor;
- dimensiuni de gabarit reduse;
- masa redusă.

- se evidențiază o direcție de cercetare ulterioară, după elaborarea documentației de execuție completă (desen de ansamblu, desene de execuție, etc.) a dispozitivului de control: determinarea, prin calcul, a erorii limită de măsurare a acestuia;

- activitatea de concepere și proiectare se poate continua cu elaborarea de scheme de principiu și de variante constructive de dispozitive tehnologice pentru controlul concentricității și/ sau a coaxialității la piese cu valori ale diametrelor suprafețelor de controlat mai mici de 90 mm, respectiv, mai mari de 130 mm.

Bibliografie

1. ALEXANDRU, I. ș.a. *Alegerea și utilizarea materialelor metalice*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1997.
2. DODOC, P., *Metrologie generală*, București, Ed. Tehnică, 1984.
3. DRAGU, D. *Toleranțe și măsurători tehnice*, București, Ed. Didactică și pedagogică, 1982.
4. DRĂGHICI, I, ș.a., *Îndrumar de proiectare în construcția de mașini*, vol.1, 2 , București, Ed. Tehnică, 1981
5. GHERGHEL, N., SEGHEDEIN, N. *Concepția și proiectarea reazemelor dispozitivelor tehnologice*, Iași, Ed. Tehnopress, 2006.
6. MIRCEA, D. *Controlul dimensional în construcția de mașini*, Iași, Ed. Tehnopress, 2004.
7. SEGHEDEIN, N. *Dispozitive tehnologice de lucru pentru mecanică fină*, Iași, Ed. Tehnopress, 2006
8. STURZU, A. *Bazele cercetări și proiectării dispozitivelor de control al preciziei de formă și de poziție a suprafețelor*, București, Ed. Tehnică, 1977.
9. x x x, STAS 2810- 86, *Mijloace de măsurare. Terminologie.*
10. x x x, STAS 7391- 91, *Toleranțe geometrice.*
11. x x x, *Organe de mașini. Elemente de asamblare* (culegere de standarde).
12. x x x, *Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje* (culegere de standarde).