1. ELEMENTELE DISPOZITIVELOR ȘI ALEGEREA ACESTORA

1.1. Definiția, locul, rolul și structura dispozitivelor

La modul general, tehnologia reprezintă ansamblul:

- proceselor,
- metodelor,
- procedeelor,
- operațiilor

utilizate în scopul obținerii unui produs.

Produsul este rezultatul parcurgerii unui flux tehnologic specific care include:

- mașini,
- utilaje specializate,
- operații de prelucrare

Sistemul tehnologic reprezintă ansamblul format din:

- mașini,
- scule,
- dispozitive,
- mijloace de control
- semifabricat.

În cadrul sistemului tehnologic, dispozitivele tehnologice, care pot fi:

- de lucru
- de prindere

reprezintă componente ale sistemului cu rol de asigurare a:

- orientării,
- poziționării
- fixării

pentru:

- semifabricate
- scule
- mijloace de control
- mijloace de protecție sau de siguranță și

menținerea lor pe parcursul operațiilor de:

- prelucrare,
- control,
- asamblare.

Dispozitivul este:

- component auxiliar al unui sistem tehnic,
- unitate din punct de vedere funcțional,
- alcătuit din elemente, cel puțin în parte solide, ale căror legături permit o mobilitate limitată
- alcătuit din părți componente care rămân în repaus relativ, în timpul serviciului (dacă se mișcă pe durata ciclului $\Rightarrow$ mecanism).

Elementele dispozitivului:

- pot fi deplasate unele fată de altele pentru a fi aduse în poziții convenabile operațiilor ce trebuie efectuate, poziții intenționate,
- rămân în imobilitate relativă atunci când dispozitivul îndeplinește funcția/ funcțiile pentru care a fost conceput.

De exemplu, in sistemul tehnologic al mașinilor-unelte pentru prelucrări prin așchiere, dispozitivele pot avea două funcții distincte:

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

1. leagă semifabricatul de mașina-unealtă → rol de orientare și fixare a semifabricatului față de traiectoria descrisă de tăișul principal al sculei,
2. leagă scula de mașina-unealtă → rol de orientare și fixare a sculei pe mașina-unealtă.

Dispozitive se găsesc în toate domeniile tehnicii, economiei și chiar vieții cotidiene. Există dispozitive specifice:

- căilor ferate (ex.: dispozitiv măsurare căi ferate),
- telecomunicațiilor (ex.: adaptoare, *router*e, conectoare)
- industriei petroliere, (ex.: dispozitive de transport a țițeiului)
- topometriei, (ex.: teodolit)
- tehnicilor de protecție sau de siguranță (ex.: măști, ecrane, genunchiere)
- medicinii (ex.: pensetă, clește, atelă)

În prelucrarea materialelor, mai ales a metalelor, dispozitivele sunt asimilate în general operațiilor de:

- prindere,
- fixare,
- poziționare.

Funcțiile principale ale dispozitivelor de lucru în cadrul proceselor tehnologice sunt:

- orientare-poziționare piesă;
- strângere – fixare piesă
- alte funcții (ghidare, înclinare, divizare, creștere a rigidității)

Piesa (semifabricat, obiect de lucru) este un corp sau un sistem de corpuri caracterizate prin dimensiuni și baze de referință (elemente geometrice).

Funcțiile dispozitivelor se exercită fie asupra:

- piesei
- sculei de lucru

printr-o serie de operaţii asigurate în cadrul sistemului tehnologic:

1. ***prinderea***: legarea nepermanentă și repetabilă a piesei de celelalte componente, cu suboperaţii:
   - orientarea/ poziţionarea
   - strângerea/fixarea;
2. ***instalare***a: asemănătoare prinderii, cuprinde suplimentar o operaţiune de rigidizare, (creștere a stabilităţii piesei prin rezemare suplimentară)
3. ***desprinderea***: cu suboperații de:
   - slăbire
   - scoatere a piesei;
4. ***orientarea***: aşezarea în anumită direcţie sau poziţie (în raport cu alte elemente geometrice caracteristice). Dispozitivele ce asigură orientarea includ cepuri, axe sau bucșe de orientare. Un caz particular al orientării este ***centrarea*** (orientarea, poziţionarea după un element de simetrie al piesei).
5. ***poziţionarea***: plasarea piesei într-o anumită poziţie față de celelalte componente ale sistemului tehnologic direct sau prin dispozitiv. Poziţionarea se deosebește de aşezare, aşezarea fiind considerată rezemare în poziţie nedeterminată.
6. ***rezemarea*** este operaţiunea de aşezare pe elemente din dispozitiv c4u rol de poziționare / orientare, numite reazeme.

Sistemul tehnologic este pus în mișcare și monitorizat de către operatorul uman. Această conlucrare este cuprinsă în sintagma sistem operaţional tehnologic.

Sistemul tehnologic cuprinde activităţi efectuate asupra piesei / semifabricatului:

- prelucrarea,
- controlul,
- asamblarea,

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

- tratarea termomecanică
- transportul obiectului finit

Fiecare din aceste activități necesită dispozitive de lucru cu roluri și funcţii specifice, în cadrul sistemului tehnologic.

În fiecare sistem tehnic, dispozitivele constituie verigi de legătură cu:

- parte sau
- cu totalitatea

elementelor componente.

Dispozitivele folosite la prelucrarea pe mașini-unelte reprezintă (80...90)% din întregul parc de dispozitive cu care sunt înzestrate procesele tehnologice din construcția de mașini.

Sistemul tehnic din cadrul procesului tehnologic de prelucrare pe mașinile-unelte este reprezentat prin sistemul tehnologic elastic constituit din:

- mașina - unealtă,
- dispozitiv,
- semifabricat,
- sculă

un sistem care se închide prin interacțiunea dintre sculă și semifabricat.

În **Fig.1.1**, dispozitivul este reprezentat în interdependență funcțională cu toate elementele componente ale sistemului tehnologic.

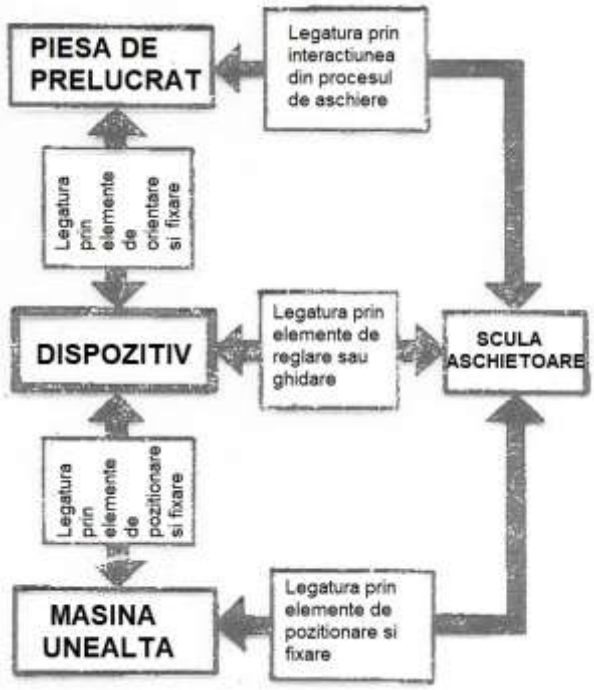


Fig. 1.1. Interacțiunile funcționale ale dispozitivul cu elementele sistemului tehnologic.

Rolul dispozitivelor este de a

- orienta suprafețele de prelucrare ale semifabricatului în raport cu tăișurile sculelor,
- menține orientarea în tot timpul procesului de prelucrare.

1.1.2. Structura dispozitivelor

Dispozitiv folosite la prelucrări pe mașini unelte includ următoarele elemente:

- de orientare a semifabricatului în raport cu scula, numite generic reazeme (popice, cale).
- elemente necesare menținerii poziției sau orientării semifabricatelor, numite elemente de fixare (bride, șuruburi);
- elemente de legătură cu mașinile - unelte;
- elemente de ghidare, reglare sau conducere a sculelor;

- ❖ elemente de bază pe care se poziționează toate celelalte elemente (masă de trasat).

La dispozitivele rotitoare sau deplasabile intervin elemente specifice care favorizează ridicarea, rotirea, deplasarea sau blocarea semifabricatului.
Dispozitivele tehnologice condiţionează performanţele:

- o prelucrării,
- o controlului,
- o asamblării

iar dezvoltarea lor este o cerință esențială pentru îmbunătăţirea continuă a produselor oricărui proces tehnologic.
Pregătirea tehnologică a fabricaţiei: partea procesului de producţie în care:

- ❖ sunt elaborate tehnologiile de fabricaţie pentru produse,
- ❖ sunt proiectate și realizate dispozitivele de:
  - ✓ producție (turnare, deformare, aşchiere),
  - ✓ control,
  - ✓ verificare,
  - ✓ asamblare
  - ✓ transport
  - ✓ securizarea operatorilor.

Etapele pregătirii tehnologice:

- Elaborarea fluxului tehnologic complet;
- Elaborarea procesului de prelucrare și asamblare;
- Proiectarea și execuţia dispozitivelor nenormalizate (speciale);
- Stabilirea normelor de consum (scule, dispozitive, material, energie);
- Organizarea locului de muncă.

1.2. Condițiile impuse dispozitivelor

Dispozitivele folosite la prelucrarea pe mașini - unelte, pentru a corespunde rolului lor, trebuie să îndeplinească următoarele condiții de bază:

- o să fie concepute și realizate cu un grad de mecanizare sau automatizare corespunzătoare, pentru a contribui la creșterea productivității;
- o să asigure securitatea muncii și reducerea efortului fizic;
- o să fie comod de:
  - transportat,
  - manipulat
  - depozitat;
- o să fie simplu de
  - întreținut
  - exploatat;
- o să fie ieftine și justificate din punct de vedere economic;
- o să fie cât mai flexibile (pentru a putea fi incluse în cât mai multe procese tehnologice)
- o să fie cât mai fiabile (pentru a putea fi utilizate cât mai mult timp, fără să li se deprecieze performanțele)

Un dispozitiv tehnologic cu caracteristici de performanţă trebuie să asigure:

- poziţionarea corectă,
- fixarea în mod corespunzător menţinerii poziţiei dorite (condiţii de asigurare a preciziei cerute),
- să nu permită desprinderea în timpul procesării (se asigură astfel securitatea operatorilor),
- condiţii cu impact pozitiv asupra cheltuielilor de producţie.

Prin intermediul dispozitivelor se pot realiza următoarele:

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

- ❖ Eliminarea timpilor ajutători, prin:
  - ➢ Asigurarea unor operaţii simultane (strângere, fixare centralizată pentru mai multe piese);
  - ➢ Accelerarea mişcărilor (fixare, strângere; pornire, oprire);
  - ➢ Automatizarea ciclului de lucru prin intermediul dispozitivului.
- ❖ Suprapunere de timpi ajutători peste cei de bază:
  - ➢ Prelucrarea simultană cu mai multe scule din direcţii diferite;
  - ➢ Prelucrarea continuă;
  - ➢ Prelucrarea simultană a mai multor piese.

O altă modalitate de reducere a cheltuielilor este utilizarea unor dispozitive capabile să preia mai multe funcţii, sau dispozitive capabile să se adapteze solicitărilor tehnice. Se evită astfel existenţa unor dispozitive specializate, costisitoare și cu utilizare limitată.
Se pot menţiona următoarele tipuri de dispozitive:

- ☐ Dispozitive universal normale (DUN);
- ☐ Dispozitive universal reglabile (DUR);
- ☐ Dispozitive modulate (modulare) sau dispozitive speciale demontabile (DSD).

DSD sunt alcătuite dintr-un set de lucru ce conţine peste 10000 de elemente și subansambluri cu care se pot asambla simultan 250 de dispozitive și succesiv, lunar, până la 2000 de dispozitive.
Dispozitivele pot juca roluri diferite în funcție de operația pentru care sunt destinate:

- o în sistemul de control, asigură:
  - repetabilitatea,
  - precizia măsurătorilor de la un produs la altul.

putând fi utilizate

- interoperaţii
- la sfârşitul procesului tehnologic.

- o în sistemul de asamblare:
  - uşurează operaţia
  - asigură manipularea corespunzătoare a componentelor, mai ales în cazul ansamblelor cu elemente de mare precizie.

1.3. Clasificarea și codificarea dispozitivelor.

Clasificarea dispozitivelor permite:

- ☐ Sistematizarea în vederea abordării simplificate a studiului lor (selectarea unor elemente de referință care să permită generalizarea teoretică);
- ☐ Codificarea pentru gestionare uşoară;
- ☐ Alegerea soluţiilor optime în situaţii tehnologice concrete;
- ☐ Sistematizarea în vederea cuprinderii în baze de date coerente;

Criteriile de clasificare a dispozitivelor sunt prezentate în **Tab.1.1**

Tabelul 1.1 Criteriile de clasificare a dispozitivelor

	Criteriul de clasificare	Tipuri, soluții, variante de dispozitive	
1	Destinaţia tehnologică	Dispozitive pentru prelucrare	de prindere
			de instalare
			de divizare
			de generare
			de manipulare
			de alimentare
			de transport
			complexe

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Tabelul 1.1 - continuare

	Criteriul de clasificare	Tipuri, soluții, variante de dispozitive	
1	Destinaţia tehnologică	Dispozitive pentru prelucrare	Disp. pentru tratamente termice
			De control
			De asamblare
	Obiectul prins	Prinderea semifabricatului	
		Prinderea pieselor	
		Prinderea sculelor	
		Prinderea mijloacelor de control	
3	Gradul de universalitate	Universal	
		Specializate	
		Special	
4	Numărul obiectelor prinse	Singular	
		Multiplu	
5	Numărul posturilor de lucru	Unipost	
		Multipost	
6	Natura energiei de acţionare	Manuală	
		Mecanizată	
7	Gradul de mecanizare	Manual	
		Semiautomat	
		Automat	
8	Gradul de mobilitate	Fixe	
		Deplasabile	Unghiular
			Liniar
9	Rapiditatea strângerii	Obişnuite	
		Cu strângere rapidă	
10	Tipul producţiei	Producţie uşoară	
		Producţie grea	
		Mecanică fină	
11	Variante de orientare poziționare	Orientare-poziționare și strângere	
		Centrare și strângere	
		Mixte	
12	Schema de orientare-poziționare	orientare-poziționare pe trei suprafeţe plane exterioare perpendiculare	
		orientare-poziționare pe o suprafață cilindrică exterioară	
13	Forma constructivă tipică	Dornuri (obișnuite, autocentrante)	
		Bolțuri (obișnuite, autocentrante)	
		Mandrine(obișnuite, autocentrante)	
		Menghine (obișnuite, autocentrante)	
		Platouri magnetice, electromagnetice	
		Portscule	
		Suporturi pentru scule	
		Capete (divizor, multiax, de filetat, canelat, alezat	
		Portfiliere	
		Portelectrozi	
		Rame de fierăstrău	
14	Grad normalizare	Normalizate	
		Parțial normalizate	
		Nenormalizate	

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

1.4. Avantajele utilizării dispozitivelor

Utilizarea dispozitivelor la prelucrare, control și la asamblare, prezintă următoarele avantaje:

- ☐ creșterea productivității muncii - prin diminuarea, eliminarea timpilor auxiliari la prelucrare;
- ☐ obținerea sigură a preciziei de prelucrare;
- ☐ calificare operatorului poate fi mai scăzută decât în cazul prelucrării clasice, fără dispozitive;
- ☐ reducerea efortului fizic al operatorului și îmbunătățirea condițiilor de muncă;
- ☐ îmbunătățirea esențială a condițiilor de protecție a muncii, prin eliminarea riscului de desprindere a piesei sau semifabricatului de pe mașina-unealtă la prelucrare.

Necesitatea utilizării unui dispozitiv și gradul de complexitate al acestuia se stabilește în urma unui calcul economic, ținând seama de seria de fabricație și de alți factori.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

2. ELEMENTE RECAPITULATIVE DE DESEN TEHNIC ŞI TOLERANȚE DIMENSIONALE

2.1 Desen tehnic

2.1.1. Cotarea

Cotarea este operaţia de înscriere pe desenul unei piese:

- a dimensiunilor formelor geometrice simple din care este alcătuită piesa,
- a dimensiunilor care stabilesc poziţia reciprocă a acestora.

Cotarea trebuie să fie completă, astfel încât pentru executarea piesei reprezentate, să fie determinante (necesare şi suficiente) dimensiunile înscrise pe desen fără a fi necesar efectuarea unor calcule.

Pentru executarea operaţiei de cotare se folosesc, conform SR ISO 129:1994, elementele din **Fig.2.1**

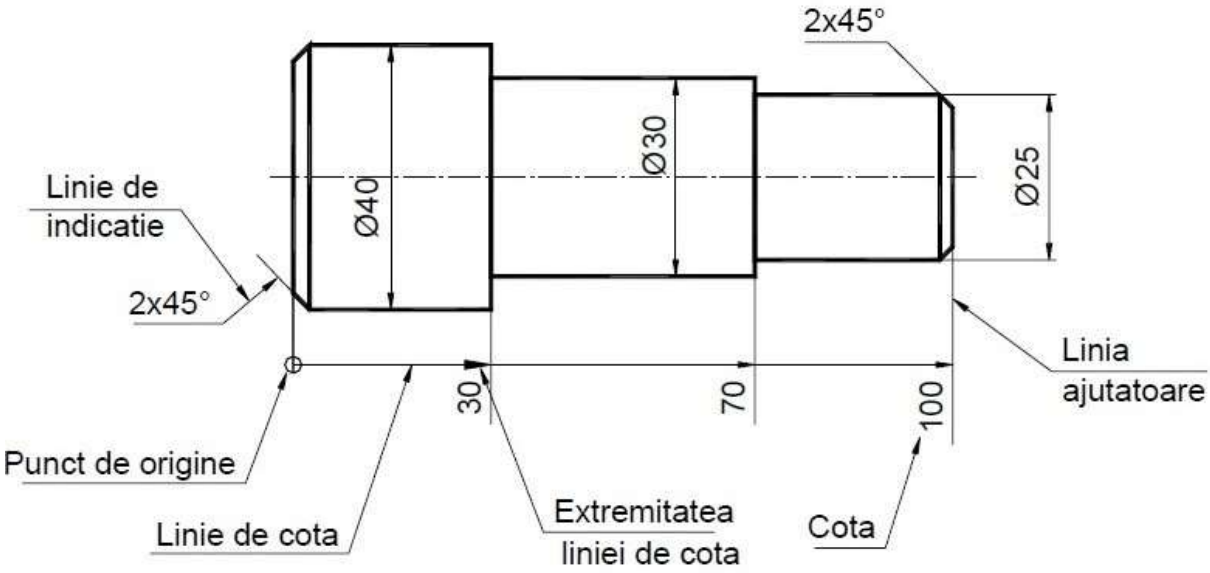


Fig.2.1 Elemente utilizate la cotare

Linia de cotă:

- ❖ linia deasupra căreia se înscrie cota;
- ❖ determină limitele de măsurare pentru dimensiunea respectivă;
- ❖ se trasează cu linie continuă subțire;
- ❖ nu se întrerupe atunci când elementul reprezentat este întrerupt;
- ❖ poate fi :
  - ➢ linie dreaptă paralelă cu elementul cotat;
  - ➢ arc de cerc, concentric cu arcul cotat;
  - ➢ linie frântă
  - ➢ linie de cotă cu braț de indicaţie pentru înscrierea cotelor şi a altor date suplimentare

Extremităţile liniei de cotă şi punctul de origine sunt acele elemente (săgeţi, bare oblice, punct, etc.) care delimitează foarte precis linia de cotă sau indică originea dacă este cazul.

2.1.2. Dispunerea cotelor

Lanţul de cote:

- ☐ ansamblul cotelor care definesc o piesă;
- ☐ se formează pornind de la o bază de referinţă numită bază de cotare, care se alege în funcţie de:
  - rolul funcţional al piesei
  - procedeul tehnologic de prelucrare.

Fig.2.2 ilustrează două moduri diferite de cotare.

DISPOZITIVE TF ... curs

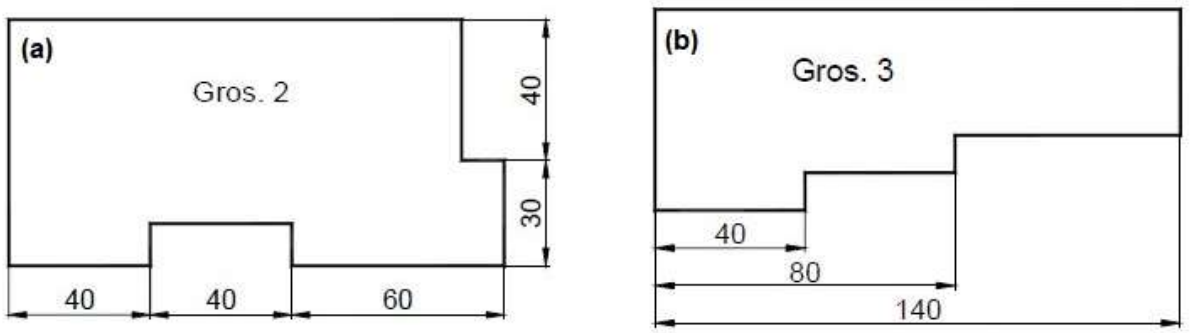


Fig.2.2 Moduri de cotare: (a) în serie; (b) cu bază de referință uni

Conform Fig.2.2(a), ***cotare în serie*** consideră că, în cadrul lanțului de cote, fiecare cotă utilizează, ca bază de cotare, sfârșitul cotei precedente. Principalul dezavantaj al cotării în serie este cumularea erorilor de prelucrare ale fiecărei cote ⇒ poate afecta funcționalitatea piesei.
Cotarea cu bază de referință unică este ilustrată în Fig.2.2(b). Acest mod de cotare folosește aceeași bază de cotare. Cotarea față de un element comun se poate face în paralel, cu condiția ca, între liniile de cotă, să rămână o distanta suficientă pentru înscrierea cotelor.

2.1.3 Clasificarea cotelor

După rolul lor funcţional, cotele înscrise pe un desen se clasifică în :

- Cote funcţionale - (F), esenţiale pentru funcţionarea unei piese sau a unui ansamblu. Pot defini dimensiunea unui element sau poziția lui în raport cu alt element. Aceste cote se înscriu obligatoriu într-un desen.
- Cote nefuncționale - (NF) completează forma piesei, dar nu-i influențează rolul funcțional în ansamblul din care face parte.
- Cotele auxiliare - (AUX) nu sunt importante în executarea şi verificarea unei piese. De obicei sunt cote de închidere a lanțului de cote. **Fig.2.3** ilustrează exemple ale celor trei tipuri de cote.

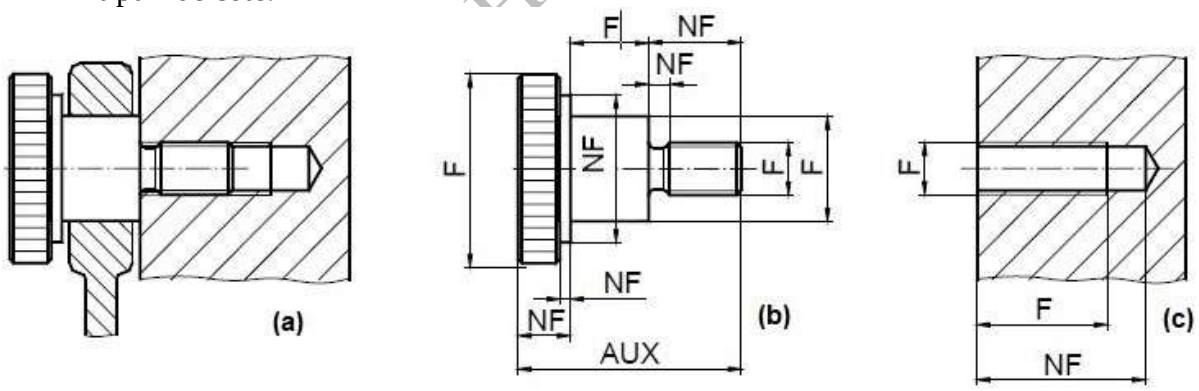


Fig.2.3 Ilustrarea tipurilor de cote: (a) ansamblu cu ajustaj; (b) arbore filetat; (c) alezaj filetat

2.1.4 Notarea stării suprafețelor

2.1.4.1 Generalități

În urma aplicării diferitelor procedee tehnologice (strunjire, frezare, turnare, forjare, etc.) pe suprafețele probelor rezultă cu mici asperități (microneregularități), uneori neobservabile cu ochiul liber. Ansamblul acestor microneregularităţi ale suprafeţei rezultate în urma unui proces tehnologic se numește rugozitate
Termenii referitori la rugozitate sunt definiţi în standard SR ISO 4287: 2000.
Într-o secțiune perpendiculară pe suprafață se obține profilul microneregularităţilor, ilustrat schematic în **Fig.2.4**.

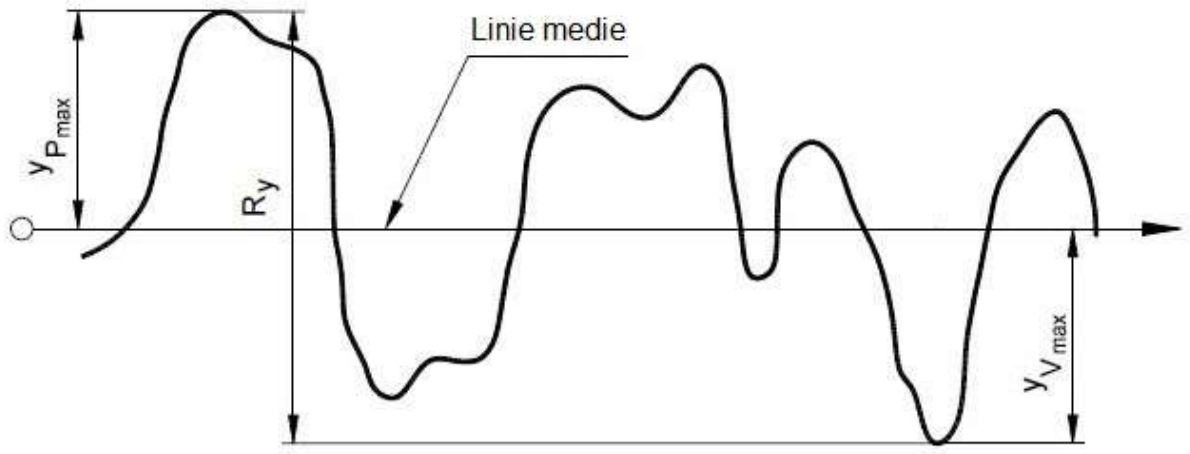


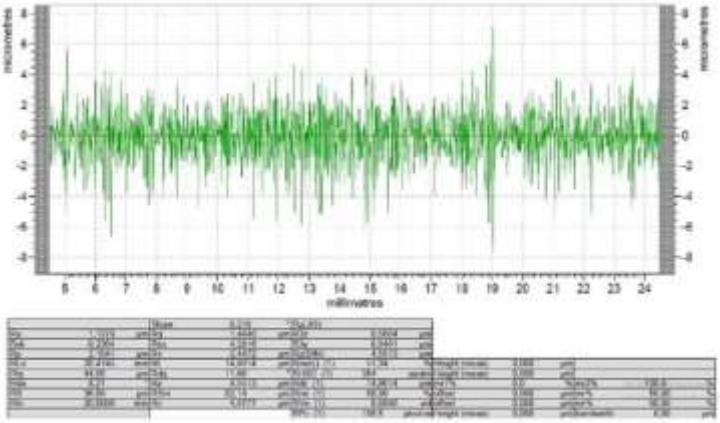
Fig.2.4 Ilustrare schematică a microgeometriei suprafeţelor

S-au folosit următoarele notații:

$Y_{P\,max}$ – înălțimea maximă a proeminențelor profilului = distanța dintre punctul cel mai de sus al profilului și linia medie;

$Y_{V\,max}$ – adâncimea maximă a golurilor profilului = distanța dintre punctul cel mai de jos al profilului şi linia medie.

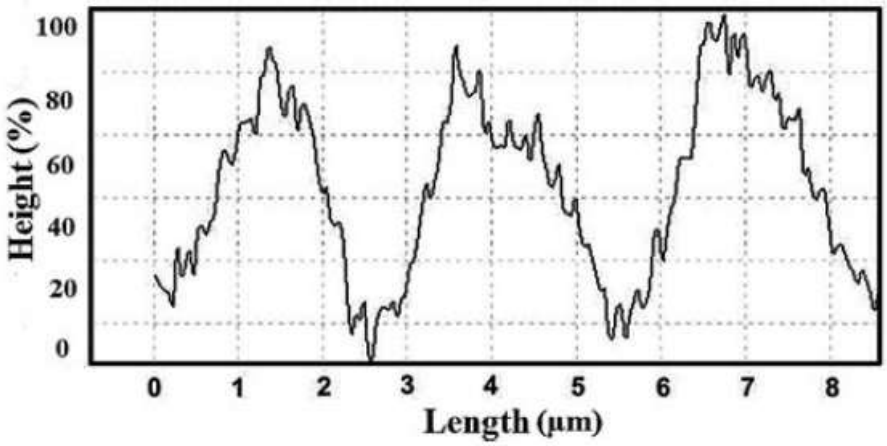
Profilul real al suprafețelor este mult mai complex și se poate analiza cu ajutorului unor aparate speciale, numite ***profilometre***.



Profilograma suprafeței unui oțel Hadfield

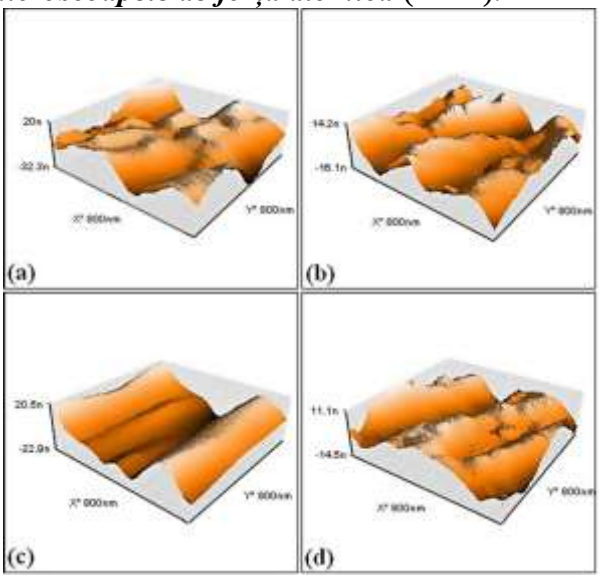
Detaliile reliefului suprafeței pot fi analizate la nivel:

- micrometric cu ***microscoapele electronice cu baleiaj*** (SEM)



Relief de suprafață a unui aliaj Cu-14,86 Zn-5,81 Al-0,5 Fe (%m) cu memoria formei

- nanometric cu ***microscoapele de forță atomică*** (AFM).



Micrografii AFM ale plăcilor de martensită ale unui aliaj Cu-14,86 Zn-5,81 Al-0,5 Fe (%m) cu memoria formei, supus ciclurilor de educare termomecanică: (a) plăci primare după 100 de cicluri; (b) plăci secundare după 100 de cicluri; (c) plăci primare după 500 de cicluri; (d) plăci secundare după 500 de cicluri.

2.1.4.2 Indicatori de rugozitate

R_y – distanţa dintre linia proeminenţelor şi linia golurilor;
R_y este înălţimea maximă a neregularităţilor, conform Fig.2.4;
R_z – înălţimea neregularităţii profilului în 10 puncte şi reprezintă media valorilor absolute ale înălţimilor celor mai de sus 5 proeminenţe şi ale celor mai de jos cinci goluri în limitele lungimii de bază, conform **Fig.2.5(a)**
Ra - media aritmetică a valorilor absolute ale abaterilor profilului în limitele lungimii de bază, conform **Fig.2.5(b).**

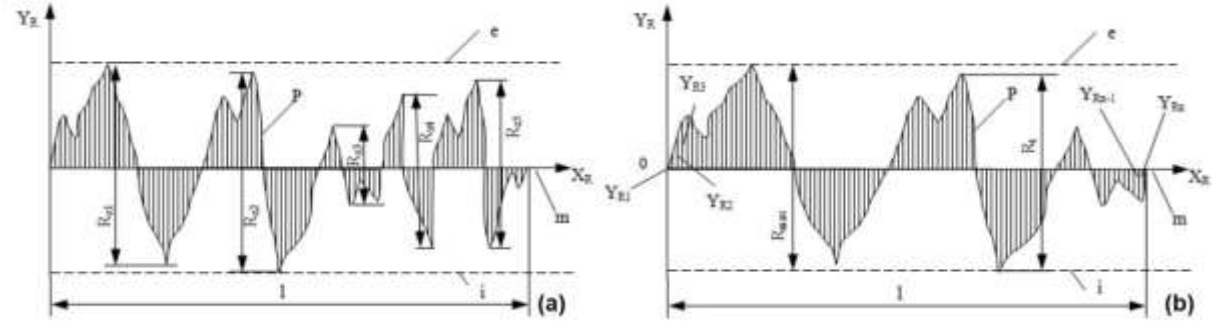


Fig.2.5 Ilustrarea indicatorilor de rugozitate: (a) criteriul R_z; (b) criteriul R_a

Ra se calculează cu relația:

$$R_a = \frac{1}{l}\int_0^l |y_{(x)}|dx \cong \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i| \qquad (2.1)$$

Calitatea suprafeței este reprezentată, în desenul tehnic, prin simbolurile ilustrate în **Fig.2.6.**

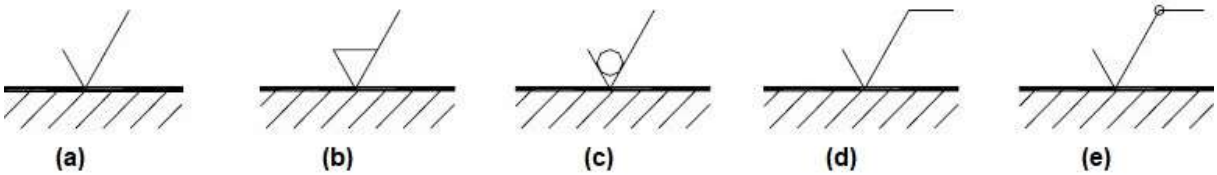


Fig.2.6 Moduri de reprezentare a calității suprafețelor în desenul tehnic: (a) simbolul de bază; (b) indică obligativitatea îndepărtării de material; (c) indică interzicerea îndepărtării de material (arăta că o suprafață trebuie să rămână în aceeaşi fază ca la operaţia precedentă); (d) se folosește când trebuie să fie indicate caracteristicile speciale ale suprafeței ; (e) se folosește când pe toate suprafețele piesei este cerută aceeaşi stare a suprafeței

2.2. Toleranţe dimensionale

2.2.1. Definiții

Dimensiune/ Cotă = Număr care exprimă în unitatea de măsură aleasă, valoarea numerică a unei dimensiuni liniare.

Dimensiune nominală, N = Dimensiunea faţă de care sunt definite dimensiunile limită prin aplicarea abaterii superioare şi inferioare, conform **Fig.2.7**. În general, dimensiunea nominală este un număr întreg dar poate fi și un număr zecimal.

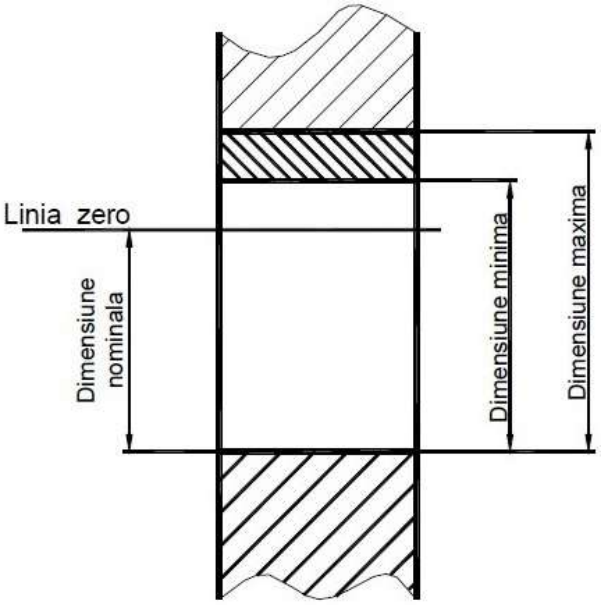


Fig.2.7 Ilustrarea diferitelor tipuri de dimensiuni

Dimensiune efectivă, E: Dimensiune a unei piese determinată prin măsurare.

Dimensiuni limită: Cele două dimensiuni extreme admisibile ale unui element, între care trebuie să se găsească dimensiunea efectivă, inclusiv dimensiunile limită:

- *Dimensiune maximă*: Cea mai mare dimensiune admisă a piesei;
- *Dimensiune minimă*: Cea mai mică dimensiune admisă a piesei.

Observaţie – Simbolurile pentru dimensiunile limită sunt scrise cu:

- litere mici pentru piese tip arbore (d_{max}, d_{min})
- litere mari pentru piese tip alezaj (D_{max}, D_{min}).

Linia zero: Dreaptă care corespunde dimensiunii nominale, faţă de care sunt reprezentate abaterile limită şi toleranţele, conform Fig.2.7 și **2.8.** Prin convenţie, linia zero este trasată orizontal, abaterile limită pozitive situându-se deasupra ei, iar cele negative dedesubtul ei.

Abatere (A): Diferenţa algebrică dintre o dimensiune (dimensiune efectivă, dimensiune limită, etc.) şi dimensiunea nominală corespunzătoare:

$$A = E - N \qquad (2.2)$$

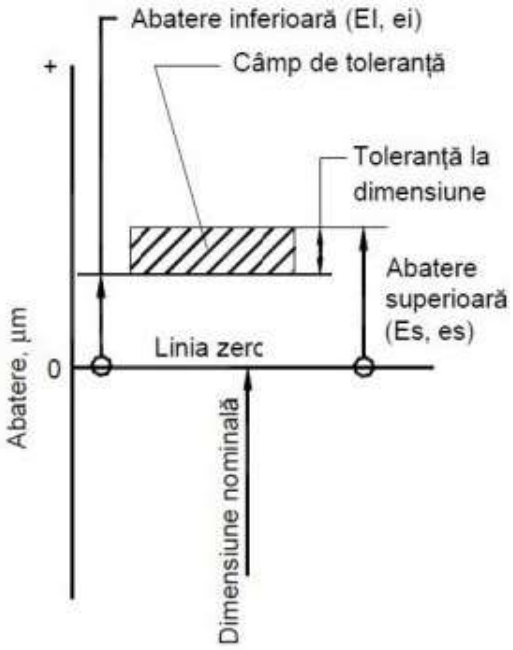


Fig.2.8 Reprezentarea convenţională a unui câmp de toleranţă

DISPOZITIVE TEHNICE, note de curs

Observaţie – Simbolurile pentru abaterile limită sunt scrise cu:

- litere mici pentru piese tip arbore (e_s, e_i);
- cu litere mari (E_S, E_I) pentru alezaje, conform Fig.2.8.

Abateri limită: Abaterea superioară şi abaterea inferioară (Fig.2.8).

- ***Abatere superioară***: (E_S, e_s): Diferenţa algebrică dintre dimensiunea maximă şi dimensiunea nominală corespunzătoare, conform Fig.2.8.

$$E_S = D_{max} - N \; ; \; e_s = d_{max} - N \qquad (2.3)$$

- ***Abatere inferioară***: (E_I, e_i): Diferenţa algebrică dintre dimensiunea minimă şi dimensiunea nominală corespunzătoare:

$$E_I = D_{min} - N; \; e_i = d_{min} - N \qquad (2.4)$$

Abatere fundamentală: În cadrul sistemului ISO de toleranţe şi ajustaje, este acea abatere care defineşte poziţia câmpului de toleranţă în raport cu linia zero, conform **Fig.2.9**

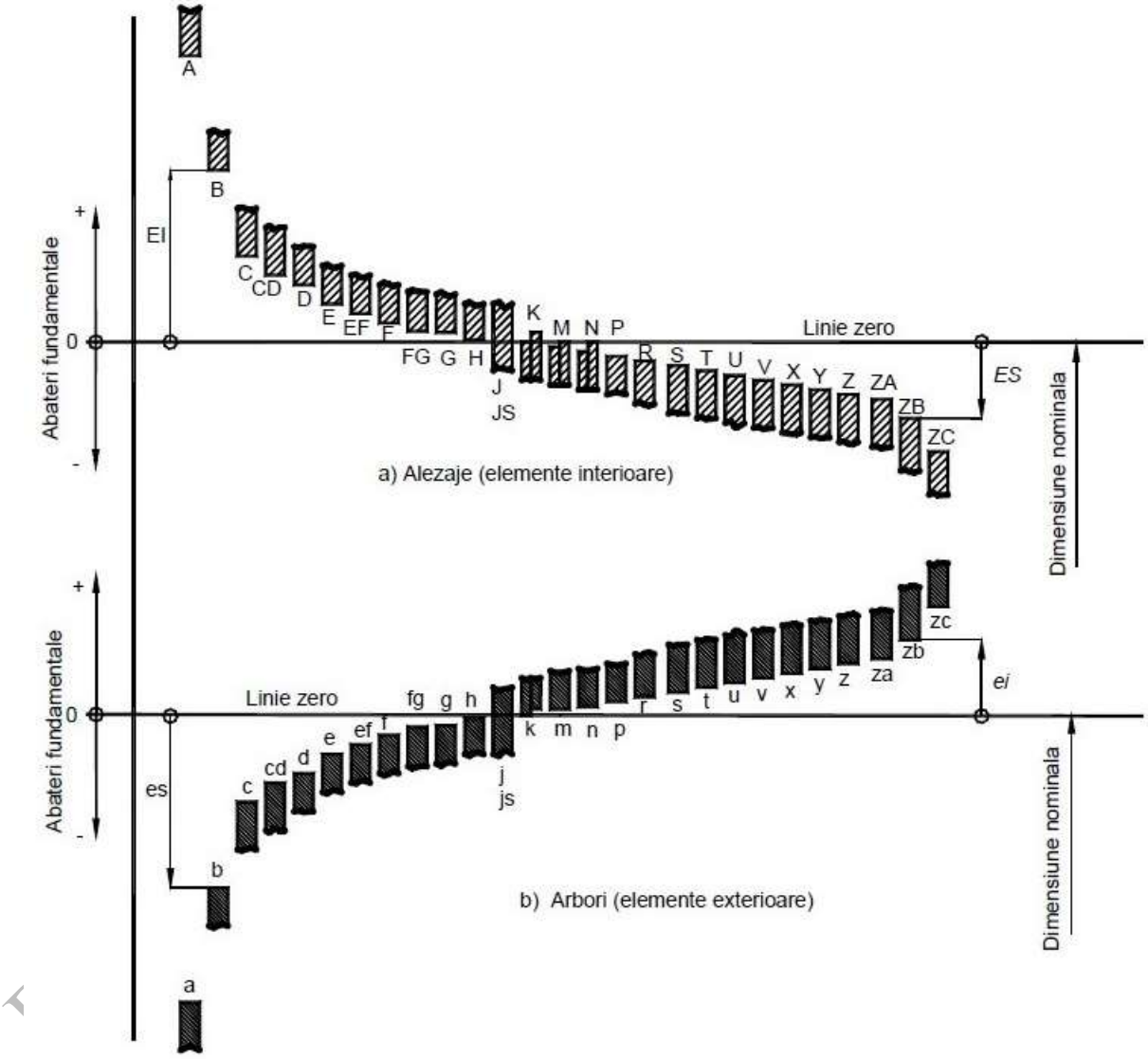


Fig.2.9 Reprezentarea schematică a poziţiilor ocupate de abaterile fundamentale în raport de liniile zero ale dimensiunilor nominale de tip arbore şi alezaj

Observaţie – Aceasta poate să fie abaterea limită superioară sau inferioară, însă, prin convenţie, abaterea fundamentală este abaterea cea mai apropiată de linia zero.

Poziţia câmpului de toleranţă: Poziţia câmpului de toleranţă faţă de linia zero, care este funcţie de dimensiunea nominală, este notată prin

- literă(e) mare(i) pentru alezaje (A ... ZC);

- literă(e) mică(i) pentru arbori (a ... zc)

Toleranţă la dimensiune: Diferenţa dintre dimensiunea maximă şi dimensiunea minimă (diferenţa dintre abaterea superioară şi abaterea inferioară).

Observaţie – Toleranţa este o valoare absolută fără semn.

Toleranţă fundamentală (IT): , Orice toleranţă care aparţine sistemului ISO de toleranţe şi ajustaje.

2.2.2 Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje

Câmpurile de toleranţe sunt reprezentate sub formă de coordonate care indică valoarea abaterii faţă de linia de zero şi sunt simbolizate prin literele alfabetului latin, exceptând literele i, l, o, q şi w.

- Câmpul de toleranţe ce cuprinde valoarea zero este notat cu H (pentru alezaj) sau h (pentru arbore). Toleranțele situate sub linia zero sunt simbolizate prin literele a, b, c, …, h la arbori și sunt poziționate prin abaterea superioară care, în acest caz reprezintă abaterea fundamental (a_f).
- Abaterile fundamentale la alezaje (A_f), pentru aceleași simboluri, sunt egale și de semn contrar. Astfel, toleranțele situate deasupra liniei zero corespund simbolurilor A, B, C, …, H la alezaje, iar pozițiile lor se stabilesc cu ajutorul abaterii inferioare, care devine fundamentală, în acest caz.

Deasupra dimensiunii nominale abaterea fundamentală este abatere inferioară ($A_f = A_{i;}\, a_f = a_i$)

Sub dimensiunea nominală abaterea fundamentală este abatere superioară ($A_f = A_s; a_f = a_s$)

Pentru câmpurile intersectate de dimensiunea nominală, abaterea fundamentală se consideră drept abaterea cea mai apropiată de zero.

Sistemul ISO cuprinde 28 de clase de toleranţă pentru ajustaje şi tot atâtea pentru arbori (*fusuri*).

2.2.3 Clase de precizie şi unitate de toleranţă în sistemul ISO

Sistemul cuprinde 18 clase de precizie 01, 0, 1, …, 16. Cele 18 "calităţi", combinate cu cele 28 de poziţii ale câmpurilor de toleranţe generează 504 variante ale câmpurilor de toleranţă pentru alezaje şi arbori. Din acestea se utilizează 107 pentru alezaje şi 113 pentru arbori.

Clasele de precizie sunt utilizate diferit, existând prescripţii consacrate, conform **Tab.2.1**.

Tab.2.1 Utilizarea claselor de precizie

							Piese care formează ajustaje							Toleranţe pentru procese mai puţin precise: laminare, presare				
	Mecanica de precizie şi compo-nente din aparatele de măsură		Calibre												Dimensiuni libere			
Pre-cizie	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Toleranţele corespunzătoare claselor de precizie se notează IT01, IT0, IT1…IT16, unde IT este simbolul pentru unitatea internaţională de toleranţă.

Unitatea de toleranţă în sistemul ISO se calculează diferit în funcţie de dimensiunea D, definită ca media geometrică a limitelor intervalului de dimensiuni:

- pentru $D < 500$ mm, IT5…IT16:

$$IT = a \times i, \text{ unde } i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001D \text{ (μm)} \qquad (2.5),$$

în care:

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

a = numărul unităţilor de toleranţă;
i = unitatea de toleranţă.

- pentru $D \in (500\ldots 3150)$ mm, IT 7… IT 16:

$$i = 0{,}004D+2{,}1 \ (\mu m) \qquad (2.6)$$

Conform **Fig.2.10**, poziţia câmpului de tolerantă faţă de dimensiunea nominală NU se modifică, indiferent de clasa de precizie, în sistemul ISO.

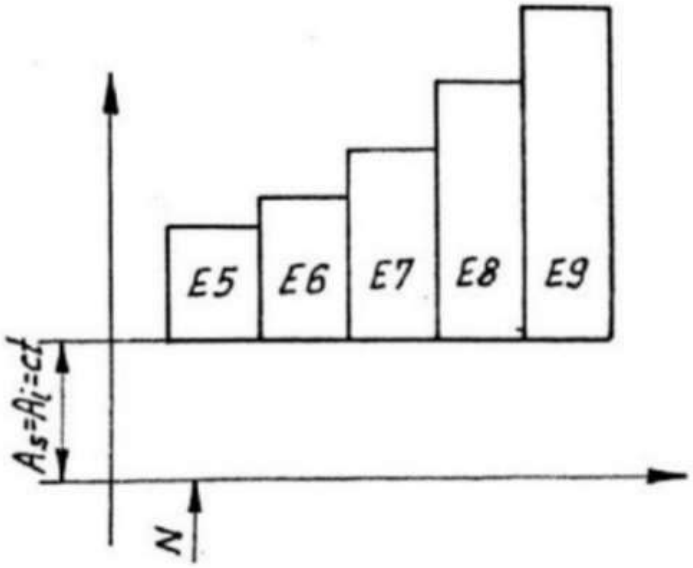


Fig.2.10 Poziţia câmpului de toleranţe în funcţie de clasa de precizie

2.2.3.1 Clase de toleranţe

Clasa de toleranţe reprezintă combinaţie dintre abaterea fundamentală şi o clasă de precizie, de exemplu: H7- pentru alezaje, f7- pentru arbori, conform **Fig.2.11.**

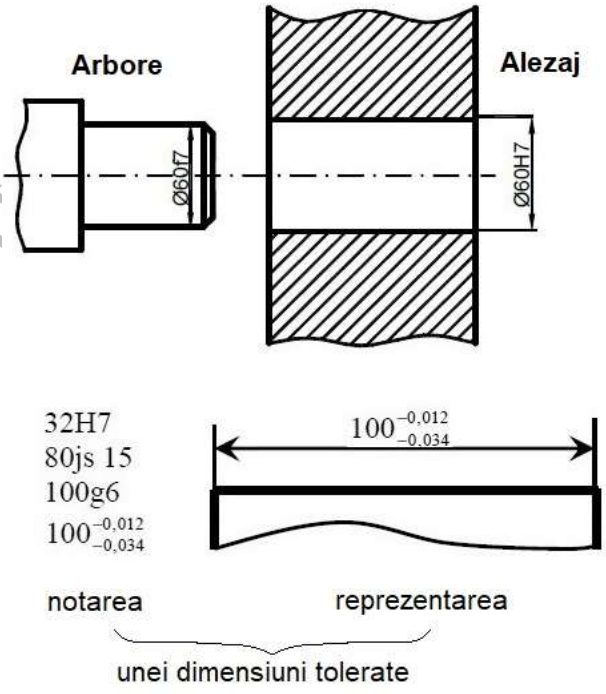


Fig.2.11 Exemplu de reprezentare a clasei de toleranţe şi a dimensiunilor tolerate

Dimensiune tolerată: se notează prin dimensiunea nominală urmată de simbolul clasei de toleranţe cerute, sau de valorile abaterilor limită, ca în Fig.2.11.

2.2.3.2 Ajustaje

Ajustajul reprezintă relaţia rezultată din diferenţa, înainte de asamblare, dintre dimensiunile a două piese (alezaj şi arbore) care trebuie să fie asamblate.

Observaţie - Cele două piese conjugate ale unui ajustaj au aceeași dimensiune nominală.

La asamblarea a două piese, când suprafețele de aceeași formă geometrică vin în contact, se stabilește o dimensiune nominală, comună ambelor suprafețe, care reprezintă dimensiunea nominală. În acest caz, $N_D = N_d = N$. Deci dimensiunile nominale de la alezaj (N_D) și arbore (N_d) sunt egale cu dimensiunea nominală a asamblării.

TIPURI DE AJUSTAJE

Ajustaj cu joc: Ajustajul care asigură, după asamblare, întotdeauna un joc între alezaj şi arbore, adică un ajustaj la care dimensiunea minimă a alezajului este sau mai mare sau, în caz extrem, egală cu dimensiunea maximă a arborelui:

$$J = D- d\ ;\ J_{min} = D_{min} - d_{max}\ ;\ J_{max} = D_{max} - d_{min} \qquad (2.7)$$

Ajustaj cu strângere: Ajustajul care asigură, după asamblare, întotdeauna o strângere între alezaj şi arbore, adică un ajustaj în care dimensiunea maximă a alezajului este mai mică sau, în caz extrem, egală cu dimensiunea minimă a arborelui:

$$S=d - D;\ S_{min} = d_{min} - D_{max}\ ;\ S_{max} = d_{max} - D_{min} \qquad (2.8)$$

Ajustaj intermediar: Ajustajul care poate asigura, după asamblare, fie un joc fie o strângere în funcţie de dimensiunile efective ale alezajului şi arborelui, adică câmpurile de toleranţe ale alezajului şi arborelui se suprapun parţial sau total.

În **Fig.2.12** sunt ilustrate cele trei tipuri de ajustaje, împreună cu toleranțele arborelui și alezajului, în fiecare caz. Se pot observa :

- jocurile minim (J_{min}-alezaj, j_{min}-arbore) și maxim (J_{max}-alezaj, j_{max}-arbore), conform relației (2.7);
- strângerile minimă (S_{min}-alezaj, s_{min}-arbore) și maxim (S_{max}-alezaj, s_{max}-arbore), conform relației (*2.8*).

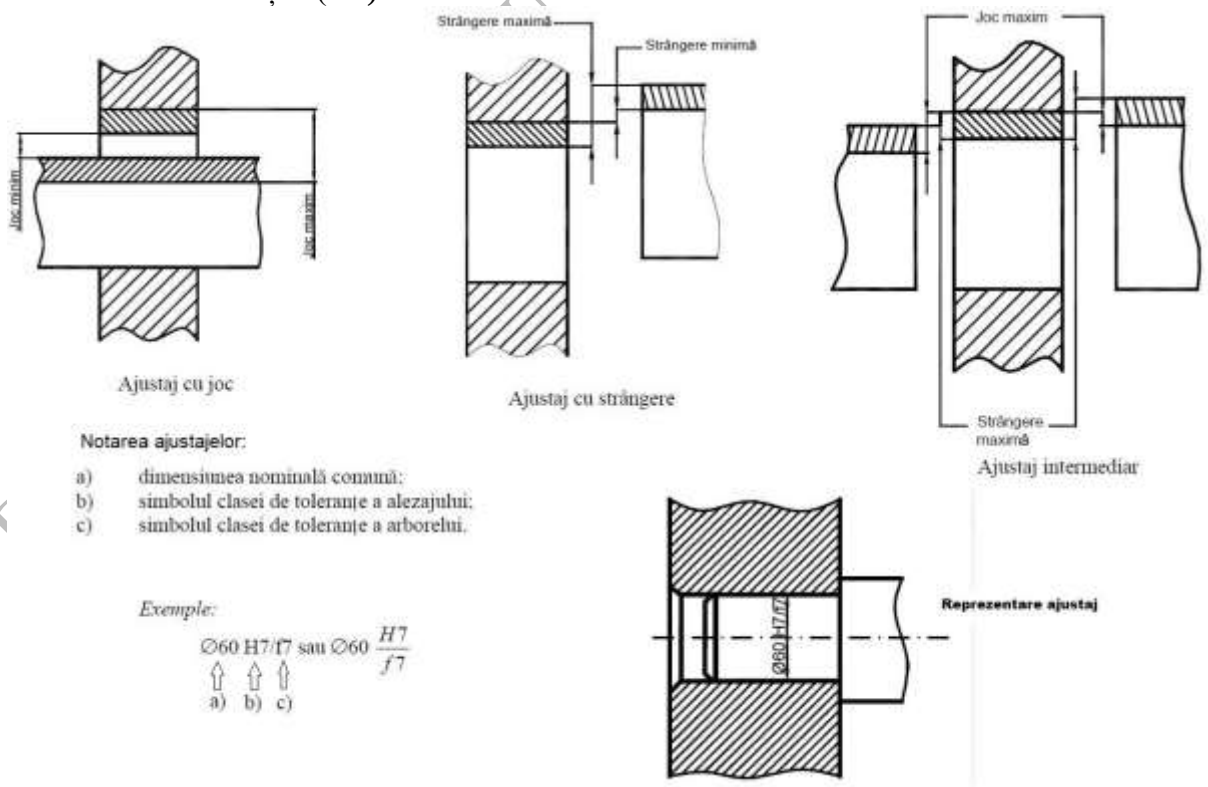


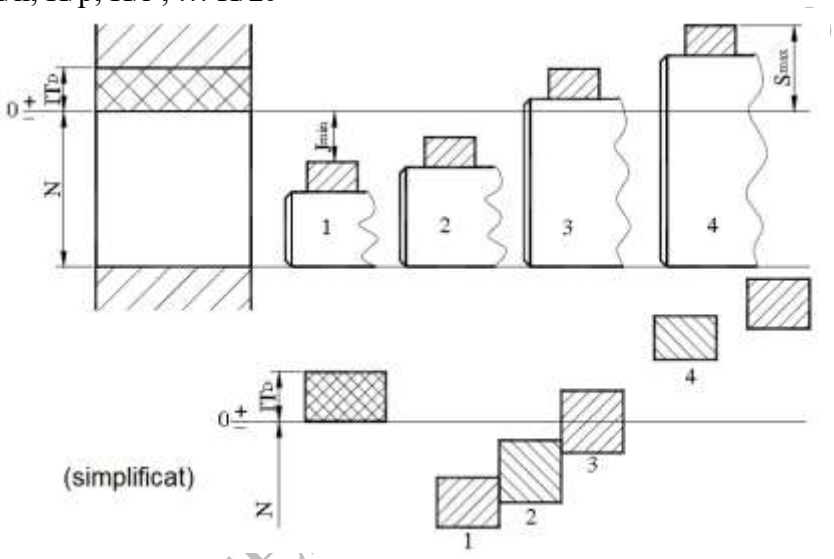
Fig.2.12 Ilustrarea celor trei tipuri de ajustaje, a toleranțelor arborelui și alezajului și a modului de notare a unui ajustaj cu joc

NOLOGICE. Note de curs

Toleranţa ajustajului: Suma toleranţelor celor două elemente ale ajustajului (arborele, T_d și alezajul, T_D):

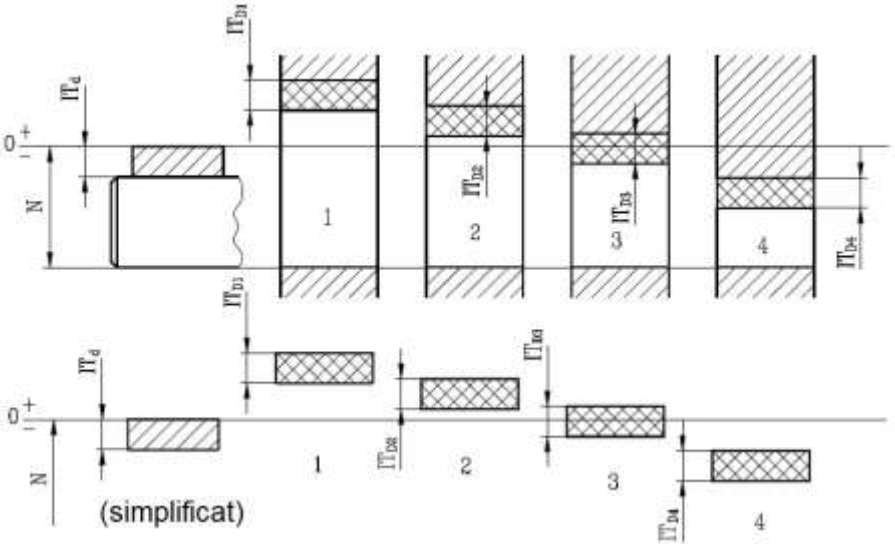
$$T_{aj} = T_D + T_d \quad (2.9)$$

Notarea ajustajelor in desenul tehnic
După cum s-a exemplificat în Fig.2.12, ajustajele între două piese se notează prin:
a) dimensiunea nominală comună;
b) simbolul clasei de toleranţe a alezajului;
c) simbolul clasei de toleranţe a arborelui.
În funcție de modul de raportare a dimensiunilor, s-au stabilit două sisteme de ajustaje:
Sistem alezaj unitar, când alezajul "conţine" ,dimensiunea nominală cu abaterea minimă (abaterea inferioară): H are Ai=0. Ajustajele pot fi:
cu joc: H/a, H/b, H/c – (jocuri termice) H/cd, …H/h;
intermediare H/j, H/k, H/m;
cu strângere: H/n, H/p, H/r , … H/zc



Sistemul alezaj unitar

Sistem arbore unitar, când arborele este dimensionat în câmpul cu abatere minimă, abaterea superioară : h are as=0. În acest sistem, ajustajele pot fi:
cu joc: A/h, B/h, C/h, (jocuri termice) … H/h;
intermediare: J/h; K/h, M/h;
cu strângere N/h, P/h, … ZC/h.



Sistemul arbore unitar

Câmpurile N,P,R şi n, p, r asigură ajustaje cu **strângere** la **precizii mari** şi **ajustaje intermediare** la **precizii mici**, conform **Fig.2.13**.

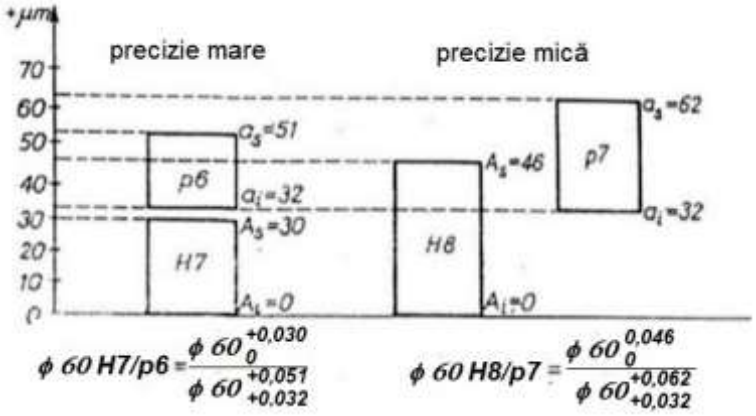


Fig.2.13 Variația tipului de ajustaj în funcție de clasa de precizie

Notarea pe desen a ajustajelor se face sub formă de fracţie după dimensiunea nominală, la numărător simbolul câmpului de toleranţă urmat de clasa de precizie a alezajului iar la numitor simbolul câmpului de toleranţă urmat de clasa de precizie a arborelui.

Ex: pentru alezaj unitar: ϕ100 H8/f7 (alezajul are precizie mai mică); arbore unitar ϕ 100 F7/h8 (arborele are precizie mai mică).

Pentru proiectare se calculează jocul / strângerea necesare:

$$T_{aj} = J_{max} - J_{min} = T_D + T_d \quad (2.10)$$

$$T_{as} = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d \quad (2.11)$$

$$T_{as} = J_{max} + S_{max} = T_D + T_d \quad (2.12)$$

2.3 Toleranţe geometrice

2.3.1. Abateri şi toleranţe de forma geometrică

Dimensiunile piesei și forma geometrică a suprafetelor sunt impuse de condiţiile funcţionale ale pieselor şi produselor finite.

Din cauza:

- imperfecţiunii sistemului tehnologic,
- neuniformității procesului de prelucrare,

au loc modificări ale formei geometrice, luată ca bază de comparaţie.

2.3.1.1 Abateri de formă ale suprafeţei

Suprafaţă reală a piesei — suprafaţa care limitează piesa şi o separă de mediul înconjurător.

Suprafaţă efectivă a piesei — suprafaţa obţinută prin măsurare (suprafaţă care se apropie de suprafaţa reală).

Suprafaţa geometrică (nominală) — suprafaţa ideală a cărei formă nominală este definită în documentaţia tehnică.

Suprafaţa adiacentă — suprafaţa de aceeaşi formă cu suprafaţa geometrică, tangent exterior la suprafaţa reală, aşezată astfel încât distanţa dintre aceasta şi suprafaţa reală să aibă valoarea minimă.

Abatere de formă — Abaterea formei suprafeţei reale faţă de forma suprafeţei adiacente, sau a formei profilului real faţă de forma profilului adiacent. Mărimea abaterii de formă se determină ca distanţa maximă dintre suprafaţa efectivă şi suprafaţa adiacentă sau dintre profilul efectiv şi profilul adiacent.

Toleranţă de formă — Zona determinată de abaterile limită de formă.

Cazuri particulare ale abaterii de formă se referă la *suprafeţei cilindrice şi suprafeţei plane*.

Abaterea de la cilindricitate *(Necilindricitate)* ***AFl,*** — distanţa maximă dintre suprafaţa efectivă şi cilindrul adiacent, în limitele lungimii de referinţă ⇒ *toleranţa la cilindricitate TFl.*

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Conform **Fig.2.14**, există patru cazuri ale necilindricităţii: *forma conică*, *forma butoi*, *forma şa*, *curbarea.*

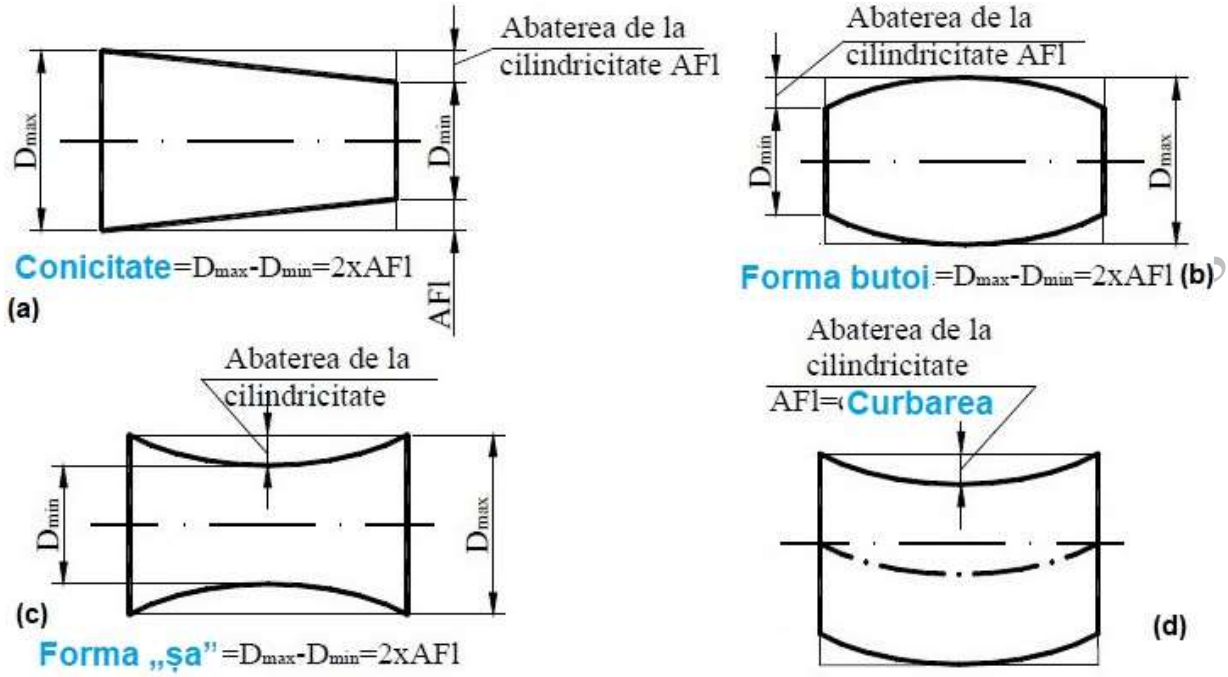


Fig.2.14 Abateri de formă ale suprafeţei cilindrice: (a) conicitate; (b) butoi; (c) şa; (d) curbare

Abaterea de la planitate *(Neplanitate),* — Distanţa maximă dintre suprafaţa reală şi planul adiacent, considerată în limitele suprafeţei de referinţă, conform **Fig.2.15**. Formele simple ale abaterii de la planitate sunt: concavitatea şi convexitatea**.**

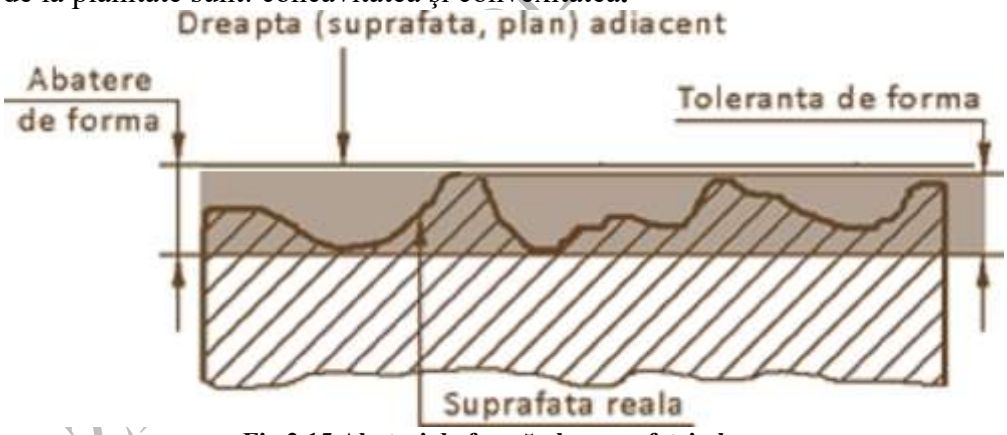


Fig.2.15 Abateri de formă ale suprafeţei plane

2.3.1.2 Abateri de formă ale profilului

Profil real — conturul rezultat prin intersecția dintre suprafața reală şi un plan de secţionare, de orientare dată.

Profil geometric (nominal) — conturul rezultat prin intersecția suprafeței geometrice cu un plan.

Profil efectiv — profil obținut prin măsurare, apropiat de profilul real.

Profil adiacent — profilul de aceeași formă cu profilul geometric, tangent exterior la profilul real și așezat astfel încât distanţa dintre acesta şi profilul real să aibă valoarea minimă.

Cazurile particulare se referă la abateri ale *profilului circular şi profilului rectiliniu*:

Abaterea de la circularitate *(Necircularitate)* ***AFc*** — distanţa maximă dintre profilul real şi cercul adiacent, cu toleranţa la circularitate *TFc.*

Se întâlnesc două subcazuri ale necircularităţii: *ovalitatea* şi *poligonalitatea,* ilustrate în **Fig.2.16**.

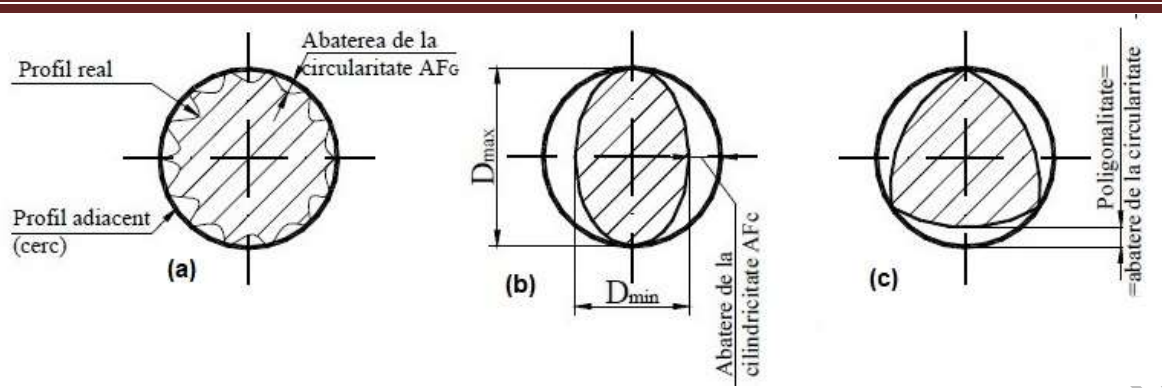


Fig.2.16 Abateri de la forma profilului circular: (a) poligonalitate; (b) ovalitate; (c) poligonalitate

Abaterea de la rectilinitate (nerectilinitate) – Distanţa maximă dintre profilul real şi dreapta adiacentă, considerată în limitele lungimii de referinţă. Formele simple ale abaterii de la rectilinitate sunt: concavitatea şi convexitatea.

2.3.2 Abateri şi toleranţe de poziţie

2.3.2.1 Abaterea de la coaxialitate şi concentricitate

Abaterea de la coaxialitate şi concentricitate (Apc), cu toleranţa la coaxialitate şi concentricitate *TPc*, poate avea următoarele cazuri concrete, conform **Fig.2.17**.

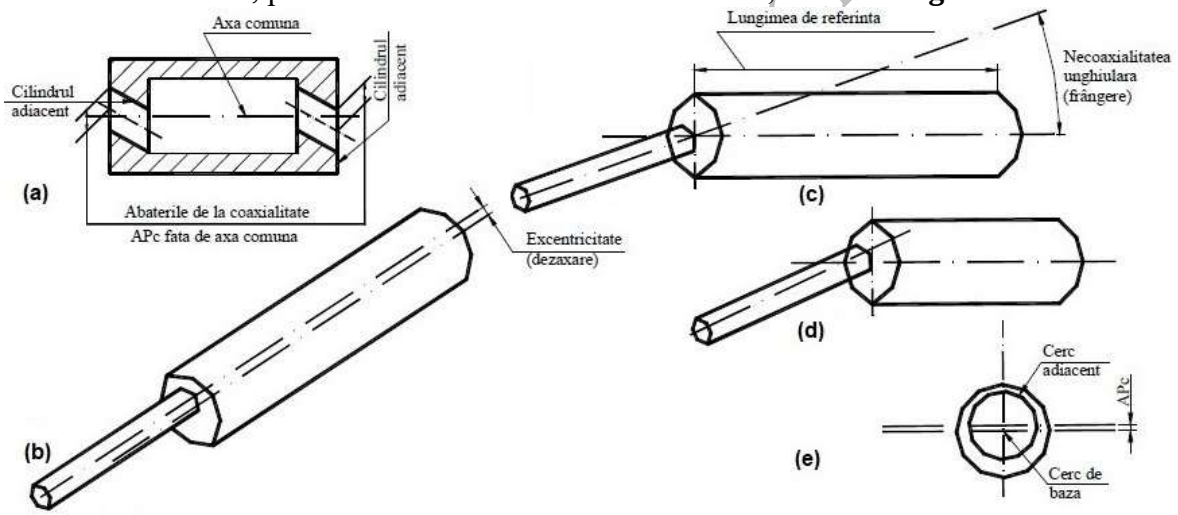


Fig.2.17 Forme ale abaterii de la coaxialitate şi concentricitate : (a) concentricitate; (b) excentricitate; (c) necoaxialitate unghiulară(frângere); (d) necoaxialitate încrucişată; (e) concentricitate

Abaterea de la coaxialitate (*necoaxialitate*) — care este distanţa maximă dintre axa suprafeţei adiacente considerate şi axa dată ca bază de referinţă, măsurată în limita lungimii de referinţă.
Excentricitatea (dezaxarea) — care este un caz particular, când axele suprafeţelor enunţate anterior rămân paralele.
Necoaxialitatea unghiulară (frângerea) — care este un caz particular, când axele suprafeţelor enunţate anterior sunt concurente.
Necoaxialitatea încrucişată — care este un caz particular, când axele suprafeţelor enunţate anterior sunt încrucişate.
Abaterea de la concentricitate (neconcentricitate, excentricitate) — este distanţa dintre centrul cercului adiacent şi baza de referinţă.

2.3.2.2 Abateri şi toleranţe de bătaie

Bătaia Circulară Radială ABr — Diferenţa dintre distanţa maximă şi distanţa inimă de la suprafaţa reală la axa de rotaţie de referinţă, considerată în limitele lungimii de referinţă. Dacă

nu se specifică altfel, bătaia circulară radială se determină în plane perpendicular pe axa de referinţă, cu toleranţa bătăii radiale ***TBr,*** **Fig.2.18(a).**

Bătaia Circulară Frontală ABf — diferenţa dintre distanţa maximă şi distanţa minimă de la suprafaţa frontală reală şi un plan perpendicular pe axa de rotaţie de referinţă, măsurată în limitele lungimii de referinţă, cu toleranţa bătăii frontale ***TBf,*** **Fig.2.18(b).**

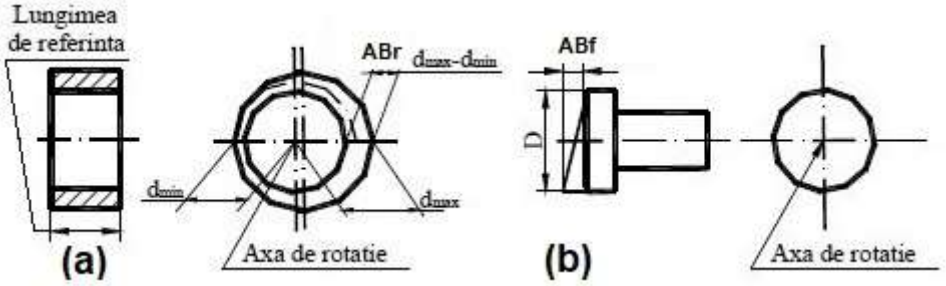


Fig.2.18 Abateri la bătaie: (a) radială (ABr); (b) frontală (ABf)

Toleranţele de formă şi de poziţie se înscriu pe desenul produsului finit (ca în exemplul prezentat în **Fig.2.19**) într-un cadru dreptunghiular împărţit în două sau trei căsuţe în care se trec:

- simbolul grafic al toleranţei;
- valoarea toleranţei în *mm*;
- litera majusculă de identificare a bazei de referinţă.

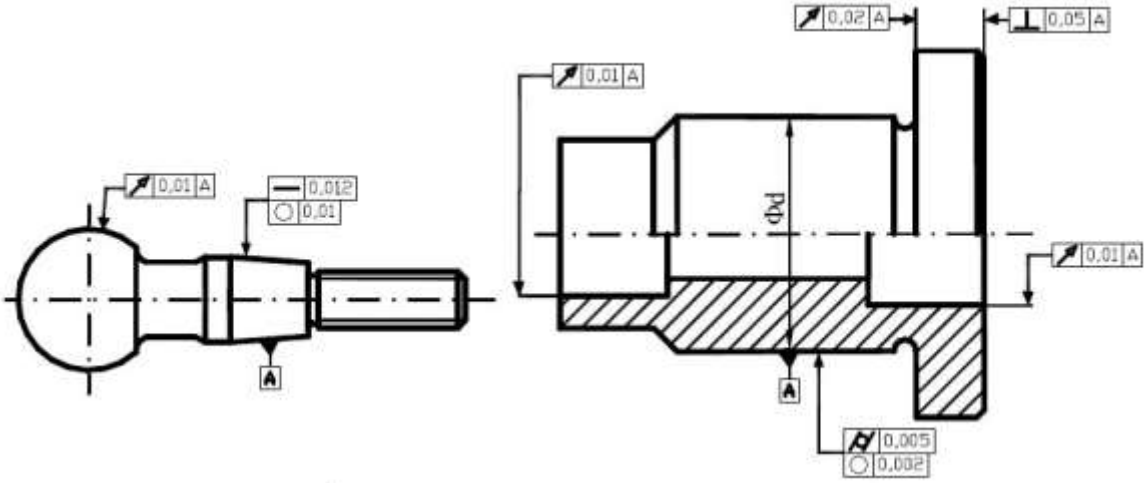


Fig.2.19 Exemple de notare a abaterilor de formă și de poziție în desenele de execuție ale pieselor: (a) bătaie radială a unui arbore sferic, rectilinitate și circularitate ale unui arbore conic; (b) bătăi radiale ale unor alezaje, bătaie frontală a unui arbore și abatere de la perpendicularitate a unui arbore

DISPOZITIVE. Note de curs

3. ORIENTAREA SEMIFABRICATELOR ÎN DISPOZITIVE

3.1 Noțiuni generale

Orientarea corectă a semifabricatului:

- asigură repartiția judicioasă a adausului de prelucrare, pe măsură ce piesa se apropie de forma și dimensiunile finale;
- implică particularități specifice determinate de:
  - forma și dimensiunile piesei;
  - tipul suprafețelor care o înfășoară.

Schema clasificării elementelor de determinare a bazelor de orientare este prezentată în **Tab.3.1**

Tabelul 3.1 Clasificarea elementelor de determinare a bazelor de orientare

Element de orientare	Tip	Concavitate	Extindere
Orientarea pe suprafață	plană		întinsă
			îngustă
	cilindrică	exterioară	scurtă sau lungă
		interioară	
	conică	exterioară	
		interioară	
	sferică	exterioară	
		interioară	
	canelată cilindrică	exterioară	
		interioară	
	canelată conică	exterioară	
		interioară	
	filetată	exterioară	
		interioară	
	danturată cilindrică	exterioară	
		interioară	
	danturată conică	exterioară	
Orientarea pe muchie (intersecție de suprafețe reale)	deschisă	dreaptă	
		curbă	
	închisă		contur poligonal
			contur circular
Orientarea în punct			

Pentru realizarea unei operații de prelucrare, semifabricatul trebuie orientat în mod corespunzător în cadrul sistemului tehnologic ⇒ poziționarea sa în spațiul de lucru al sistemului tehnologic astfel încât să fie posibilă prelucrarea suprafețelor sale și realizarea condițiilor tehnice prescrise. Extremităţile liniei de cotă şi punctul de origine sunt acele elemente (săgeţi, bare oblice, punct, etc.) care delimitează foarte precis linia de cotă sau indică originea dacă este cazul.

Orientarea unui semifabricat constă din suprimarea posibilităților de mișcare (gradelor de libertate) în scopul obținerii unei configurații static-determinate, în funcție de condițiile concrete de prelucrare:

- cotele ce definesc suprafața/suprafețele ce trebuie obținute pe piesa în cadrul operației;
- cotele ce definesc pozițiile relative ale suprafețelor.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Grad de libertate = posibilitatea de mișcare, măsurată printr-o deplasare liniara (translație, t) sau unghiulară (rotație, r), pe care un corp solid o poate realiza în cadrul unui sistem de referință dat.

Legarea unui grad de libertate:

- ☐ realizarea unei legături/ contact direct între suprafața semifabricatului și reazemele dispozitivului de orientare,
- ☐ păstrarea acestei legături care împiedică semifabricatul să realizeze anumite mișcări, deplasări sau rotiri.

Considerând un corp solid, determinat de suprafețe plane (paralelipiped), reprezentat printr-un punct în sistemul de referință triortogonal, xOyz, **Fig.3.1**, numărul maxim de mișcări pe care corpul le poate realiza în spațiul tridimensional este 6:

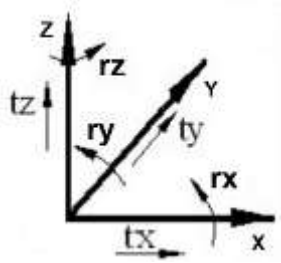


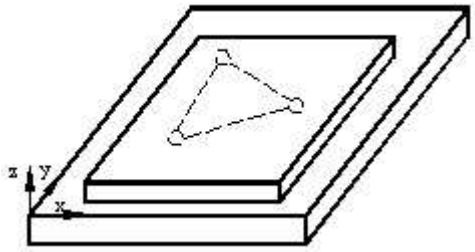
Fig.3.1 Ilustrare schematică a celor șase grade de libertate dintr-un spațiu triortogonal, xOyz

- ❖ 3 translații, tx, ty, tz, de-a lungul celor trei axe,
- ❖ 3 rotații în jurul fiecărei axe, rx, ry, rz,

deci corpul are 6 grade de libertate.

Pentru a studia modul în care corpului i se preiau gradele de libertate, se impun legături succesive între suprafețele plane ale corpului și planele sistemului de referință, după cum urmează:

a) Se aduce corpul paralelipipedic în contact cu suprafața (planul) xOy, conform **Fig.3.2**.



Mișcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t			*
r	*	*	

Fig.3.2 Suprimarea unei translații și a două rotații, prin orientarea după o suprafață plană

Legătura dintre cele două suprafețe, suprafața plană inferioară a corpului și planul orizontal xOy impune suprimarea a trei mișcări:

- translația după axa Oz, tz;
- rotațiile în jurul axelor Ox, rx și Oy, ry.

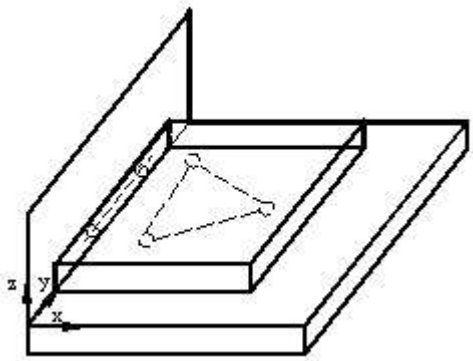
Considerând că suprafața plană inferioară a corpului este suficient de întinsă, **contactul** realizat este de **tip plan**, determinat de **trei puncte necoliniare**, amplasate la distanță relativ mare unul față de celălalt. Prin aceasta poziționare, corpului i s-au legat trei grade de libertate (menționate în tabelul din Fig. 3.2). Au rămas disponibile două translații, tx și ty și o rotație, rz.

b) Păstrând legătura anterioară, se aduce corpul în contact și cu planul frontal yOz, conform **Fig. 3.3**. Poziționarea astfel realizată suprimă,

în plus, alte doua mișcări ale corpului:

- translația după axa Ox, tx,
- rotația după axa Oz, rz.

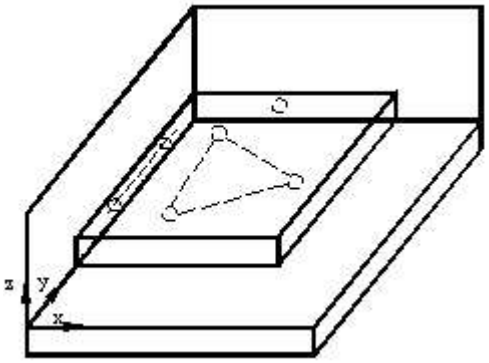
DISPOZITIVE TEHNOLOGICE, Note de curs



Mişcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*		*
r	*	*	*

Fig.3.3 Suprimarea tuturor translațiilor și a două rotații, prin orientarea după două suprafețe plane

Suprafața plană laterală a corpului pe care s-a realizat legătura cu planul yOz este o suprafață de lungime mare și lățime mică, ceea ce înseamnă un contact liniar, determinat de două puncte de contact suficient de depărtate unul față de celălalt. Prin această poziționare, corpului i s-au legat încă două grade de libertate, rămânându-i disponibilă doar translația după Oy, ty.
c) Păstrând legăturile anterioare, se aduce corpul în contact cu planul vertical xOz, conform **Fig.3.4**.



Mişcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*	*	*
r	*	*	*

Fig.3.4 Suprimarea tuturor gradelor de libertate, prin orientarea după trei suprafețe plane

S-a legat astfel și cel de-al șaselea grad de libertate al corpului, (deplasarea de-a lungul axei Oy) $\Rightarrow$ au fost preluate toate gradele de libertate.

3.2 Baze şi sisteme de baze

Baza reprezintă:

- ☐ un element geometric de tip plan, dreaptă sau punct care servește la stabilirea unor raporturi de poziție reciprocă între:
  - elementele geometrice ale unei piese
  - elementele geometrice ale unei piese și cele ale altor piese, conjugate cu piesa dată, într-un ansamblu.
- ☐ elementele geometrice ale semifabricatului față de care se determină poziția suprafețelor ce urmează a fi obișnuite (generate).

În cazul proiectării proceselor tehnologice sunt importante următoarele tipuri de baze:
- baze de cotare,
- baze tehnologice,
- baze de orientare,
- baze de reglare.

3.2.1. Baze de cotare

În procesul de concepție/ proiectare constructivă, piesa trebuie privită ca un corp solid obținut prin asamblarea formală a unor corpuri geometrice elementare, delimitate de suprafețe simple:

DISPOZITIVE TEH
Note de curs

- cilindrice,
- plane,
- conice,
- sferice,
- mai rar, altele.

Bazele de cotare sunt elemente geometrice ale piesei în raport cu care se precizează, prin dimensiuni liniare şi/sau unghiulare poziţiile:

- altor elemente geometrice ale piesei
- suprafeţelor ce urmează a fi prelucrate.

Ansamblul bazelor de cotare formează sistemul de baze de cotare. Există baze de cotare reale și imaginare.

De exemplu, piesa din **Fig.3.5** este compusă din două suprafețe cilindrice: Φ_1 - arbore și Φ_2 - alezaj.

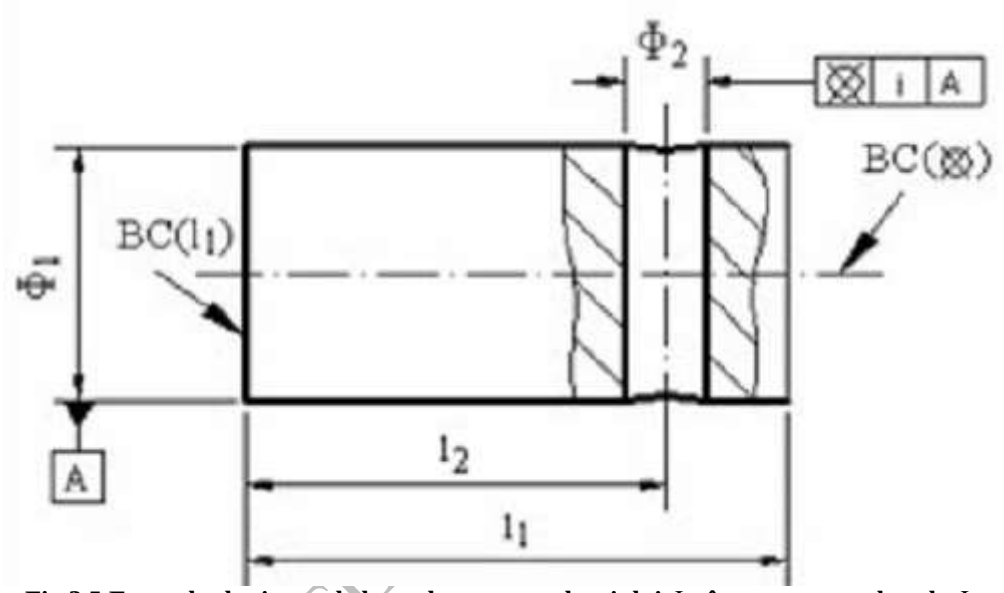


Fig.3.5 Exemplu de sistem de baze de cotare a alezajului Φ_2 în raport cu arborele Φ_1

Poziția alezajului Φ_2 în raport cu arborele Φ_1 care determină piesa, este determinata de:

- cota l_2 (care indica poziția axei alezajului față de suprafața frontală a arbore);
- cota de intersecție a axei alezajului Φ_2 cu axa arborelui Φ_1.

Cele două elemente geometrice:

- suprafața frontală
- axa cilindrului F1,

față de care este definită poziția alezajului Φ2, reprezintă **bazele de cotare** pentru suprafața respectivă și formează un sistem al bazelor de cotare. Deci sistemul bazelor de cotare pentru alezajul Φ_2 este format dintr-un plan și o dreaptă.

Deci sistemul de baze de cotare este un ansamblu de baze de cotare (de tip plan, dreaptă și punct, în funcție de complexitatea constructivă a piesei), în raport cu care se determină poziția suprafeței în raport cu piesa.

La piesa din **Fig.3.6**, poziția canalului **b** pe piesă este determinată prin următoarele baze de cotare:

- planul frontal al piesei BC(a), față de care este notată cota a;
- axa X-X, fata de care canalul trebuie sa fie simetric;
- planul BC(//), față de care canalul trebuie să fie paralel.

Cota „a” este singura cota explicit notată pe desenul de execuție al piesei. Celelalte două cote:

- simetria față de axa X – X

- paralelismul cu planul BC(//)

se subînțeleg, ca urmare a poziției particulare a canalului pe piesă.

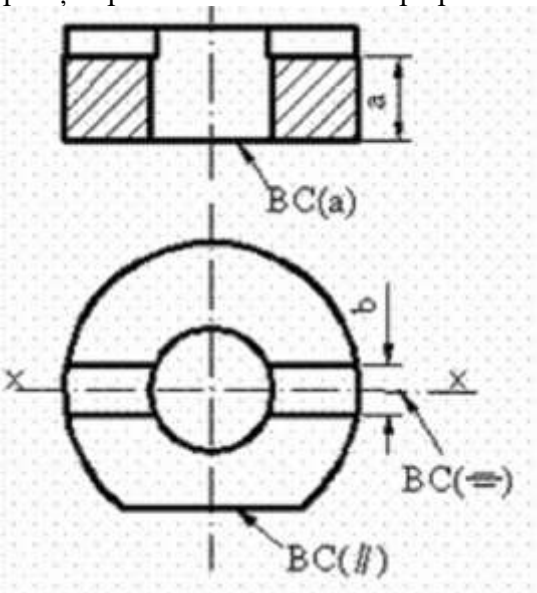


Fig.3.6 Exemplu de sistem de baze de cotare a alezajului *b* în raport cu piesa

Deci sistemul bazelor de cotare pentru canalul b este format din trei baze de cotare:

- doua suprafețe plane : BC(a) si BC(//),
- dreaptă (axa X - X).

Dintre bazele de cotare ale unei piese, anumite baze au o importantă mai mare în definirea generală a acesteia, fiind numite baze de cotare principale. De regulă, **bazele de cotare principale** sunt atașate suprafețelor piesei care au rolul funcțional cel mai important.

3.2.2 Baze tehnologice

Bazele tehnologice:

- sunt elemente geometrice de tip plan, dreapta sau punct prin care se definește:
  - poziția relativă a piesei față de sculă,
  - traiectoria mișcărilor de generare,

în procesul prelucrării uneia sau mai multor suprafețe ale piesei.

- se stabilesc de tehnolog la proiectarea tehnologiei, astfel încât să se asigure obținerea preciziei prescrise pentru suprafețele prelucrate într-o operație. Aceste baze apar în documentația tehnologică.

De exemplu, canalul „b” al piesei din Fig.3.6 se realizează după ce a fost executat alezajul d și planul BC(//), pentru a fi utilizate pentru centrarea pe dorn. Pentru executarea canalului se folosește o freză disc cu trei tăișuri, conform **Fig.3.7**.

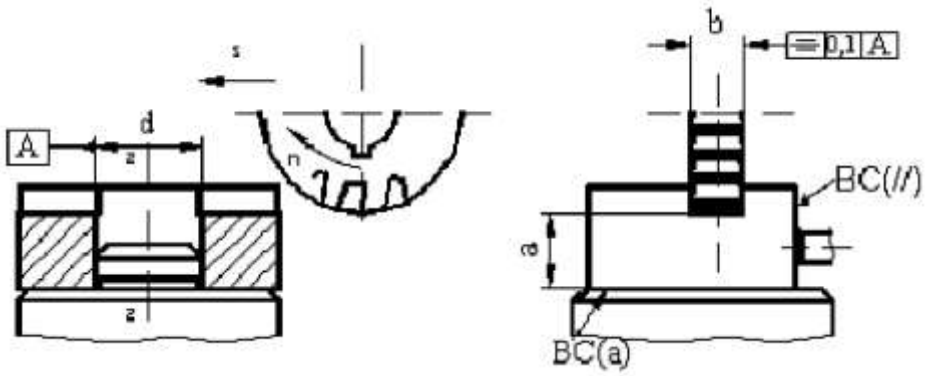
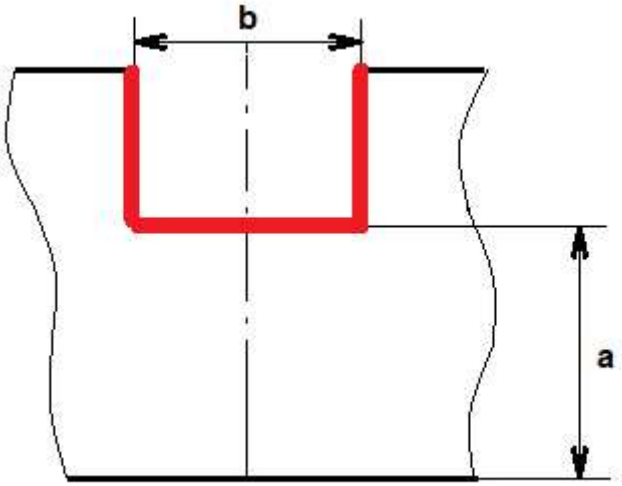


Fig.3.7 Exemplu de sistem de baze tehnologice a alezajului b în raport cu piesa

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE - Note de curs

Traiectoriile tăișurilor sculei descriu trei suprafețe plane.



Suprafețele canalului de pană

Pentru a realiza pe piesă canalul **b** la cota a și poziționată simetric față de axa alezajului piesei, semifabricatul trebuie orientat astfel încât suprafețele de prelucrat, în formă de U, să se suprapună peste cele descrise de sculă.

În exemplul dat, alezajul d vine în contact cu elementul de orientare de tip bolț rigid, centrându-se pe suprafața cilindrică B a acestuia iar suprafața plană inferioară BC(a) vine in contact cu suprafața plană a gulerului bolțului rigid, iar suprafața plană laterală vine în contact cu un cep, conform **Fig.3.8**.

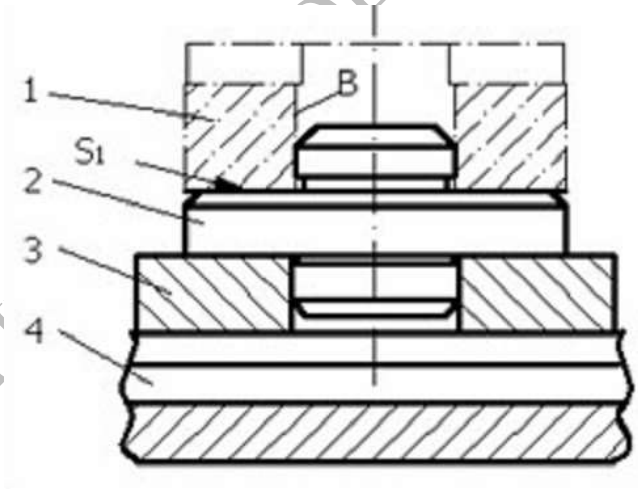


Fig.3.8 Exemplu de sistem de baze tehnologice și de orientarea a piesei din Fig.3.6: (1) piesa; (2) bolț rigid cu guler de așezare; (3) placa de bază a dispozitivului de orientare și fixare; (4) mașina de freza

Deci, baze tehnologice la prelucrarea canalului b sunt:

- axa Z-Z a alezajului d;
- suprafața plană inferioară BC(a)
- suprafața plană laterală ale piesei.

În general, pentru o operație de prelucrare se pot alege mai multe sisteme de baze tehnologice. O problemă fundamentală a proiectării procesului tehnologic este determinarea acelui sistem de baze tehnologice care să asigure eficiența tehnică (precizia prescrisă) și economică maximă a prelucrării.

Bazele tehnologice care coincid cu bazele de cotare ale suprafețelor care se prelucrează la operația respectivă se numesc baze tehnologice principale, iar celelalte se numesc secundare.

În exemplul anterior, ambele baze tehnologice sunt principale. Bazele tehnologice principale asigură precizia maximă a orientării, de aceea ele trebuie luate primele în considerare la stabilirea sistemului de baze tehnologice.

3.2.3 Baze de orientare

Pentru orientarea piesei în vederea prelucrării, bazele tehnologice sunt:

- aduse în contact cu
- materializate prin

elemente ale dispozitivului sau mașinii-unelte pe care se așază și fixează piesa, numite ***elemente de orientare sau reazeme***.

Aceste elementele geometrice asigură orientarea semifabricatului în dispozitiv, pornind direct sau indirect de la condițiile funcționale.

Bazele de orientare se grupează într-un ***sistem de baze de orientare***.

Bazele de orientare:

- ❑ elemente geometrice ale reazemelor dispozitivului de orientare şi fixare a piesei sau ale mașinii-unelte,
- ❑ definesc poziția piesei pentru prelucrarea uneia sau mai multor suprafețe ale sale.

Bazele de orientare au o determinare univoca. De exemplu:

- ❖ - baza de orientare a unui dorn este axa lui geometrica,
- ❖ - baza de orientare a unei prisme este linia de intersecție a planelor sale etc.

Bazele tehnologice şi cele de orientare se găsesc într-o legătură biunivocă: fiecărei baze tehnologice îi corespunde o bază de orientare şi invers. Se spune ca ele sunt conjugate.

La proiectarea procesului tehnologic se stabilesc mai întâi bazele tehnologice si apoi bazele de orientare.

În general, există posibilitatea alegerii mai multor sisteme de baze de orientare pentru același sistem de baze tehnologice ⇒ apare necesitatea stabilirii unor criterii de decizie pentru selectarea acelui sistem care să asigure **eficiența tehnică şi economică maximă a prelucrării**. Este ceea ce se numește ***determinarea variantei optime de orientare și fixare***.

Revenind la exemplul anterior, cele două baze tehnologice (axa alezajului și suprafața plană S1 au fost materializate (aduse în contact) cu elementul de orientare 2, de tip bolț rigid cu guler de așezare, Fig.3.8. Acesta este centrat şi fixat în placa de bază 3 a dispozitivului de orientare și fixare, dispozitiv montat pe masa 4 a mașinii de frezat.

În acest caz***, sistemul bazelor de orientare*** pentru prelucrarea canalului *b* este format din:

- ➢ - axa bolțului rigid, asociată axei Z-Z a alezajului *d*,
- ➢ - suprafața plana S1 a gulerului, asociata suprafeței plane, *BC(a)*.

Atunci când bazele de cotare se suprapun cu bazele de orientare se numesc baze principale. Bazele secundare introduc erori de orientare, erori ce trebuie limitate la valori acceptate de câmpul de toleranțe al piesei finite.

3.2.4 Baze de reglare

Se consideră un sistem tehnologic în care urmează a se realiza suprafața **S** a unei piese.

Dimensiunea de reglare: definește poziția reciprocă dintre elementele determinante ale sistemului tehnologic care participă la realizarea suprafeței S (scula și un alt element din sistem).

Baza de reglare: elementul geometric față de care se realizează reglarea sistemului tehnologic la dimensiune.

Bazele de reglare pot aparține:

- piesei,
- mașinii-unelte,
- dispozitivului de orientare şi fixare a piesei,
- sculei de prelucrare
- combinații ale acestora,

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

în funcție de condițiile concrete ale prelucrării.
Utilizarea unor baze de reglare care aparțin piesei este specifică, în general, producției de unicate și serie mică.
De exemplu, în **Fig.3.9** se considera prelucrarea prin strunjire interioara a:

- alezajului ϕ 28,5±0,2
- suprafeței plan-frontale S2

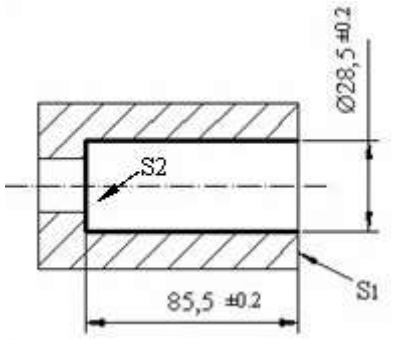


Fig.3.9 Exemplu de sistem de baze de reglare care aparțin piesei

Reglarea la dimensiune a sistemului tehnologic pentru obținerea cotei 85,5±0,2 (cea care definește poziția suprafeței S2) se face față de suprafața plan-frontală S1 a piesei astfel:

- ❑ - se aduce vârful sculei în contact cu suprafața S1;
- ❑ - se marchează aceasta poziție a ansamblului scula – port-cuțit – cărucior cu ajutorul tamburului gradat al căruciorului (prin reglarea acestuia la „0”);
- ❑ - se prelucrează suprafața cilindrica ϕ 28,5 cu avans longitudinal pe lungimea de 85,5 (dimensiunea medie a cotei 85,5±0,2), această deplasare fiind citită la tamburul căruciorului;
- ❑ - se execută prelucrarea cu avans transversal a suprafeței S2, menținând căruciorul în poziția fixată anterior.

Prin urmare, reglarea poziției sculei pentru generarea suprafeței S2 s-a făcut în raport cu suprafața S1 a piesei. Acest tip de reglare la dimensiune se executa la prelucrarea fiecărei piese în parte, lucru care conduce la un **consum mare de timp**.
Utilizarea unor **baze de reglare care aparțin dispozitivului** de orientare și fixare a piesei este specifică producției de serie și masă, când reglarea la dimensiune se execută o singură dată pentru un lot de piese. În acest scop, dispozitivul trebuie să ***materializeze*** prin construcția sa anumite cote de pe piesă.
De exemplu, se considera prelucrarea unui alezaj d într-o piesă prismatică, conform **Fig.3.10**.

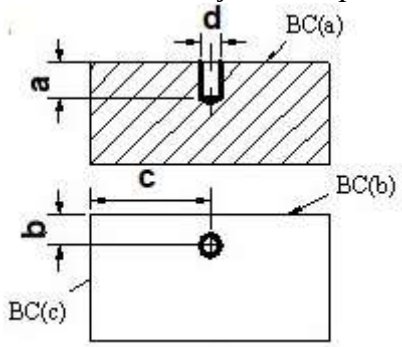


Fig.3.10 Exemplu de stabilire a sistemului de baze de reglare care aparțin dispozitivului

Cotele care trebuie realizate pe piesă sunt:

- ❑ diametrul d,
- ❑ cotele de poziție b și c ale axei găurii
- ❑ adâncimea a găurii.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

Sistemul bazelor de cotare este format din suprafețele *BC(a)*, *BC(b)* și *BC(c)*.
Alegând sistemul bazelor tehnologice identic cu sistemul bazelor de cotare, piesa se va orienta în dispozitiv pe suprafețele reazemelor ***1***, ***2*** și ***3***, conform **Fig.3.11**.

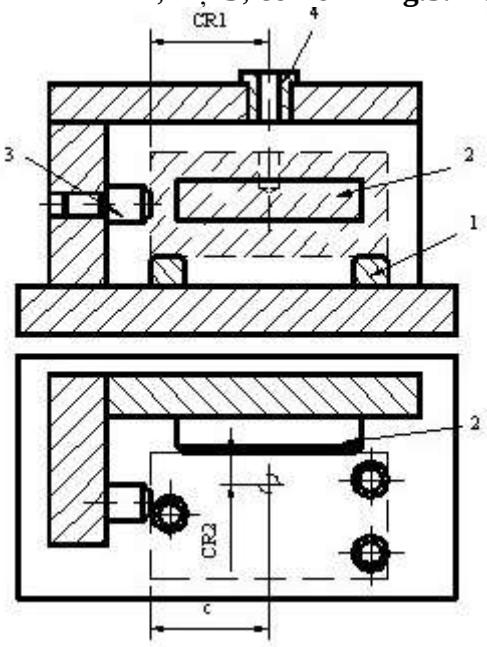


Fig.3.11 Exemplu de utilizare a unui dispozitiv care materializează bazele tehnologice, identificându-le cu bazele de cotare, pentru prelucrarea piesei din Fig.3.10

La prelucrare, burghiul este ghidat în bucșa 4 și este reglat să se oprească axial la cota a, Fig.3.11.
Bazele de reglare sunt în acest caz elemente geometrice ce **aparțin reazemelor dispozitivului** de orientare și fixare:

- ❑ suprafața plană a reazemului 2, care asigură realizarea cotei b, prin stabilirea şi executarea pe dispozitiv a cotei de reglare ***CR2***;
- suprafața plană a reazemului 3, care asigura realizarea cotei c prin stabilirea și executarea pe dispozitiv a cotei de reglare ***CR1***.

Reglarea cotei a se face prin montarea corespunzătoare a unui opritor pe mașina de găurit, astfel încât la atingerea acestuia de către capul de găurit să se comande oprirea mișcării de avans axial a burghiului.
In aceasta situație, cotele a, b și c vor rezulta teoretic cu aceleași valori la toate piesele din lot.
Reglarea cotei d se face prin intermediul sculei (burghiului), aceasta materializând dimensiunea găurii de realizat. Este unul din cazurile în care **baza de reglare aparține sculei**.
Utilizarea unor baze de reglare care aparțin mașinii este specifică, de regulă, producției de unicate și serie mică, când ***nu se utilizează dispozitive*** de orientare și fixare a piesei. În acest caz piesa (semifabricatul) este orientat direct într-un/ pe un element ce aparține mașinii-unelte. Un exemplu în acest sens îl constituie prelucrarea prin frezare cilindrica a suprafeței plane superioare (realizarea cotei 50±0,05) a unei piese prismatice orientată direct pe masa mașinii de frezat, **Fig.3.12**.

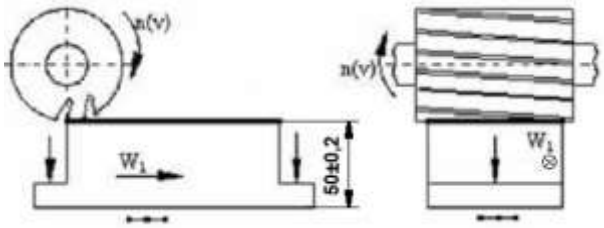


Fig.3.12 Exemplu de bază de reglare aparținând mașinii-unealtă, la frezarea plană a unei suprafețe

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE - Note de curs

Bazele auxiliare:

- ❖ nu participă la orientarea suprafeței de prelucrat,
- ❖ nu sunt legate direct prin cote liniare sau unghiulare de suprafețele pieselor,
- ❖ leagă grade de libertate ce nu sunt limitate de procesul de orientare, ci de condițiile de limitate a zonei de lucru, închidere a forțelor de strângere, rezemare suplimentară

3.3 Simboluri pentru indicarea bazelor și elementelor de orientare

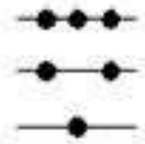
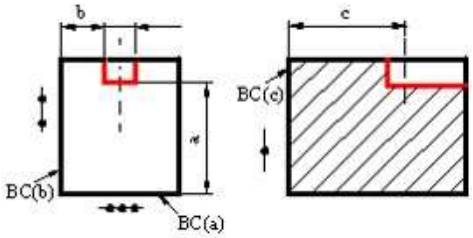
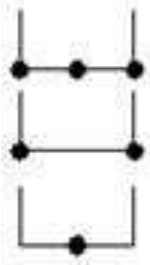
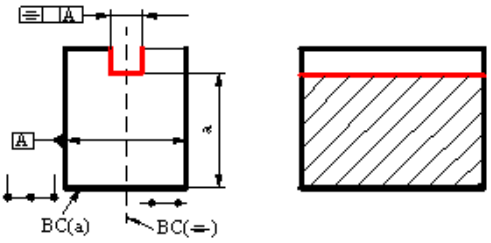
Pentru simplificarea informațiilor referitoare la orientarea semifabricatelor, se folosesc **simboluri**, **Tab. 3.2**, care trebuie trecute de către proiectantul tehnologiei de prelucrare pe schițele de operații. Prin simboluri se indică:

- bazele tehnologice, adică elementele geometrice ale piesei (plane, drepte, puncte) care sunt utilizate pentru așezarea semifabricatului în dispozitiv: simbolurile se așază în apropierea suprafeței bază tehnologică sau pe o prelungire a acesteia;
- tipul bazei de orientare: plan, dreaptă, punct (dat de forma simbolului);
- tipul elementelor de dispozitiv care materializează bazele de orientare;
- importanța fiecărei baze, prin numărul de grade de libertate legate semifabricatului.

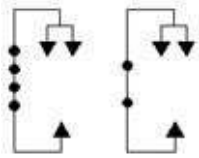
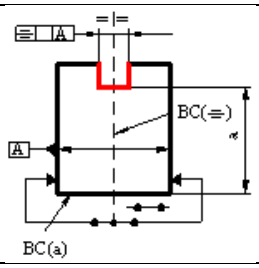
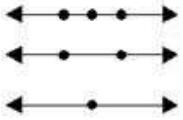
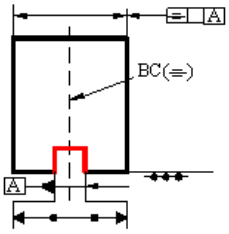
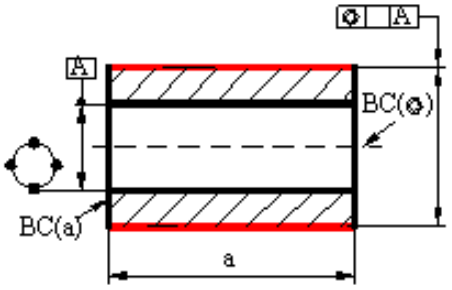
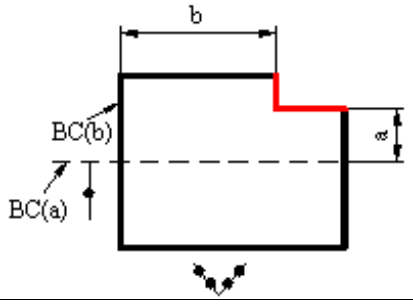
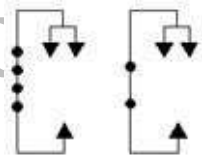
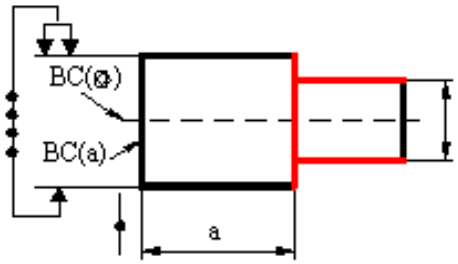
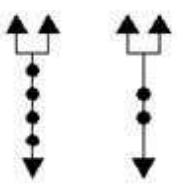
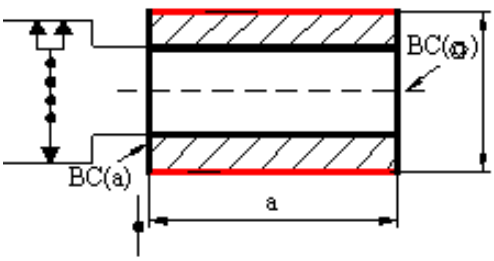
Simbolurile se referă la suprafețe:

- ❑ plane, cu elemente de tip:
  - o reazem;
  - o ghidaj;
  - o subansamblu autocentrant într-un plan de simetrie
- ❑ cilindrice, cu elemente de tip:
  - o dorn sau bucșă rigidă;
  - o prismă
  - o mandrină sau dorn autocentrant
- ❑ conice, cu elemente de tip dorn sau bucșă conică

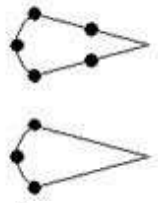
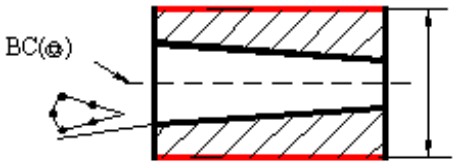
Tabelul 3.2 Simboluri utilizate pentru indicarea bazelor și elementelor de orientare

Forma suprafetei de orientare	Simbolul	Tipul bazei de orientare	Tipul elementului de orientare	Exemple de utilizare
Plană		Plan	Reazeme pentru suprafețe plane	
		Dreaptă		
		Punct		
		Plan	Ghidaje rigide	
		Dreaptă		
		Punct de simetrie		

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Forma suprafetei de orientare	Simbolul	Tipul bazei de orientare	Tipul elementului de orientare	Exemple de utilizare
Plană		Plan Dreaptă Punct de simetrie al unor suprafețe exterioare	Subansam-bluri auto-centrante într-un plan de simetrie	
		Plan Dreaptă Punct de simetrie al unor suprafețe interioare		
Cilindrică		Axă sau punct de pe axa unei suprafețe interioare sau exterioare	Dorn sau bucșă rigidă	
		Axa sau punct de pe axa unei suprafețe exterioare	Prismă	
		Axa sau punct de pe axa unei suprafețe exterioare	Mandrine auto-centrante	
		Axa sau punct de pe axa unei suprafețe interioare	Dornuri auto-centrante	

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE curs

Forma suprafetei de orientare	Simbolul	Tipul bazei de orientare	Tipul elementului de orientare	Exemple de utilizare
Conică		Axa conului sau puncte de pe axă	Dornuri sau bucșe conice	
-		-	-	Se atașează simbolului pe direcția pe care elementul este mobil

3.4 Utilizarea simbolurilor pentru bazele și elementele de orientare

Pentru exemplificarea modului de utilizare a simbolurilor pentru bazele și elementele de orientare, se consideră, în continuare, tipurile de suprafețe frecvent utilizate ca baze tehnologice în prelucrări.
La fiecare exemplu se va preciza sistemul bazelor de orientare posibil de utilizat și se va indica simbolizarea acestora.

3.5 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe plane

Suprafețele plane, pe care se poate realiza orientarea unui corp în scopul poziționării sale pentru prelucrare, sunt prezentate în cazul cel mai general, în **Fig.3.13**:

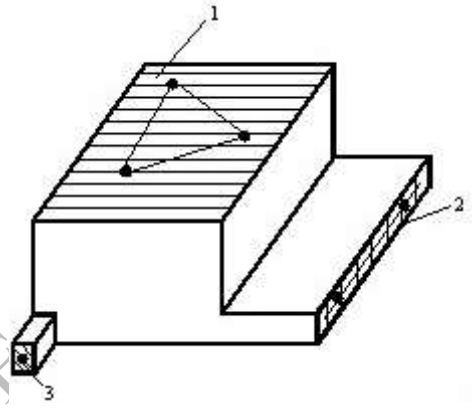


Fig.3.13 Ilustrarea orientării pe suprafețe plane

- ❑ suprafața plană întinsă (1), de dimensiuni relativ mari în comparație cu celelalte suprafețe ale corpului. Aceasta leagă trei grade de libertate:
  - ❖ o translație
  - ❖ doua rotații;
- ❑ suprafața plană lungă și îngustă (2) . Aceasta leagă doua grade de libertate:
  - ❖ o translație
  - ❖ o rotație;
- ❑ suprafața plană de dimensiuni mici (3). Aceasta leagă un singur grad de libertate:
  - ❖ o translație.

Elementele de dispozitiv care materializează bazele de orientare (suprafețele pe care se orientează corpul prin cele trei suprafețe plane) sunt de tip **cep** sau **plăcuță de reazem**.
Simbolurile utilizate pentru acest tip de orientare sunt următoarele:

a) așezarea pe suprafața plană întinsă prin simbolul [●●●] care, amplasat lângă această suprafața arată că:
   a.1 suprafața semifabricatului este bază tehnologică,
   a.2 baza de orientare utilizată este plană,

DISPOZITIVE TEHNICE Note de curs

a.3 elementele de orientare utilizate pot fi trei **cepuri**, poziționarea legând trei grade de libertate.

b) ghidarea pe suprafață întinsă și îngustă prin simbolul [●●], cu același gen de indicații ca mai înainte, dar cu legarea a doar doua grade de libertate;

c) sprijinul pe suprafață de dimensiuni foarte mici prin simbolul [●],baza de orientare fiind materializată printr-un **cep** ce preia un singur grad de libertate.

Un exemplu de orientare a unui semifabricat pe suprafețe plane este prezentat in **Fig.3.14**.

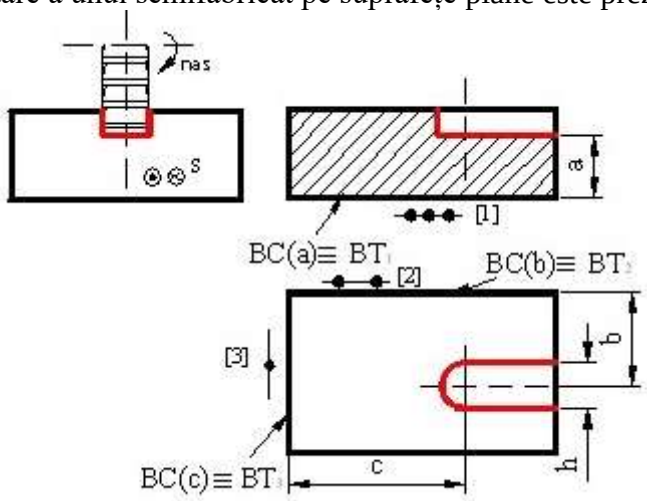


Fig.3.14 Orientarea pe suprafețe plane, leagă a șase grade de libertate, la prelucrarea unui canal de pană incomplet

Pe piesa din figură se prelucrează canalul de lățime h, cu o freza cilindro-frontală (deget). Poziția canalului este determinata de cotele **a, b** și **c**, iar sistemul bazelor de cotare este format din planele ***BC(a)***, ***BC(b)***și ***BC(c)***.

Alegând aceste plane ca baze tehnologice, materializarea lor in dispozitiv se va face prin planul [1], dreapta [2] și punctul [3]. Sistemul bazelor de orientare este format din trei baze, materializate prin elemente de dispozitiv de tip:

- trei cepuri sau două plăcute (care materializează planul),
- două cepuri sau o plăcută (care materializează dreapta),
- un singur cep (care materializează punctul),

toate aceste elemente de orientare leagă piesei după **șase grade de libertate**.

În cazul în care canalul ar fi trebuit realizat pe toată lungimea piesei, orientarea s-ar efectua conform **Fig.3.15**.

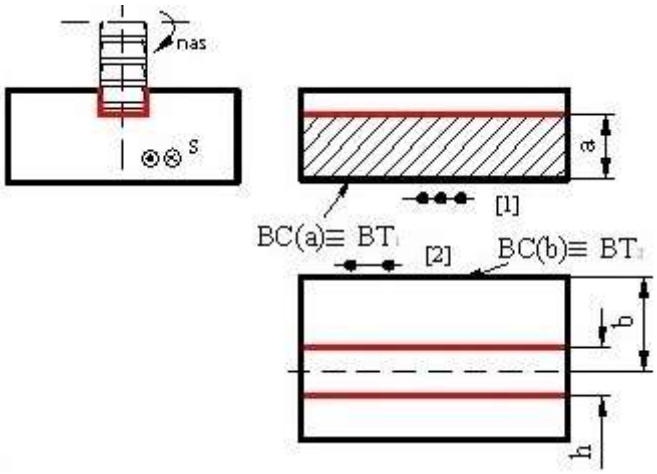


Fig.3.15 Orientarea pe suprafețe plane, leagă cinci grade de libertate, la prelucrarea unui canal de pană complet

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE - note de curs

Comparativ cu cazul precedent, ar rezulta următoarele schimbări:

- cota c nu ar mai fi fost necesară (nu ar fi fost dată pe desen),
- sistemul bazelor de cotare ar fi fost format numai din bazele ***BC(a)*** și ***BC(b)***
- sistemul bazelor tehnologice ar fi format din două baze, iar reazemul [3] nu ar mai fi fost necesar, fiind preluare doar **5 grade de libertate**
- prelucrarea s-ar putea face cu o freză disc cu trei tăișuri.

Dacă **bazele de cotare sunt plane de simetrie a două suprafețe plane**, rezemarea semifabricatelor nu se mai poate face pe astfel de baze, ele fiind *fictive*. ***Materializarea bazelor fictive*** se face cu ajutorul unor elemente de dispozitiv de tipul:

- mecanismelor autocentrante
- ghidajelor,

elemente care determină o bază de orientare de tip:

- ❑ plan de simetrie,
- ❑ axă de simetrie
- ❑ punct de simetrie.

De exemplu, se consideră poziționarea simetrică a canalului față de planul de simetrie ***P*** al suprafețelor ***S1*** și ***S2***, conform **Fig.3.16**.

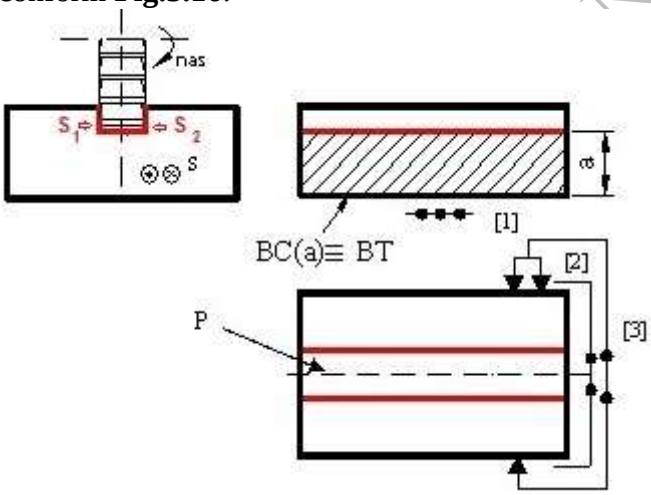


Fig.3.16 Orientarea pe suprafețe plane, leagă cinci grade de libertate, la prelucrarea unui canal de pană complet

Sistemul bazelor de cotare este format din planul ***BC(a)*** și planul ***P***. Impunând un sistem de baze tehnologice identic cu sistemul bazelor de cotare, materializarea bazelor tehnologice în dispozitiv se poate face cu ajutorul reazemelor [1] – trei **cepuri** sau două **plăcuțe** împreună cu:

- ❑ ghidajul rigid [2];
- ❑ mecanismul autocentrant [3].

Prin urmare, putem forma două sisteme de baze de orientare :
- SBO1 = [1] + [2] ;
- SBO2 = [1] + [3].

3.6 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice exterioare

Suprafețele cilindrice exterioare ale semifabricatelor materializează **baze tehnologice fictive**, de tipul axelor geometrice ale cilindrilor respectivi. Suprafețele cilindrice exterioare ale semifabricatelor se consideră:

- ❑ - lungi, dacă lungimea cilindrului este mai mare decât diametrul (l > d)
- ❑ - scurte, dacă lungimea cilindrului este mult mai mica decât diametrul (l < d).

Elementele de dispozitiv utilizate pentru rezemarea suprafețelor cilindrice exterioare sunt de tipul:

DISPOZITIVE Note de curs

- bucșelor
  - rigide
  - autocentrante
- prismelor,

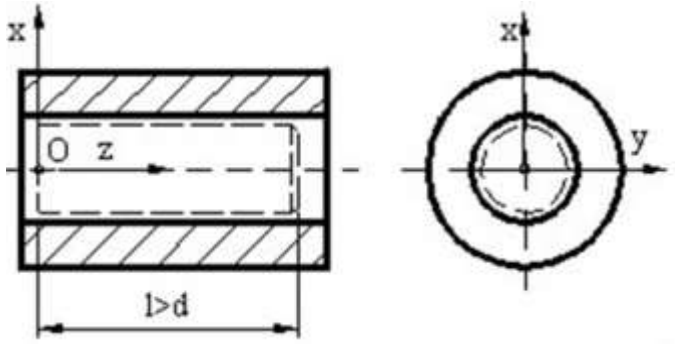
toate aceste elemente materializând baze de orientare de tip:

- axă sau
- punct pe axa unei suprafețe cilindrice.

În cazul ***suprafețelor cilindrice lungi***, păstrarea legăturii cu reazemul leagă semifabricatului **patru grade de libertate**:

- două translații,
- doua rotații.

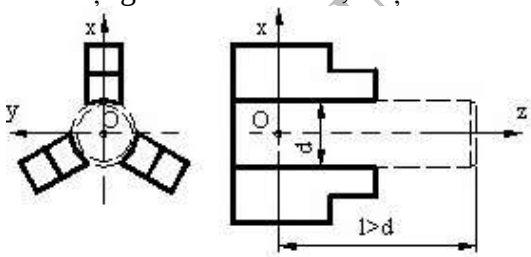
Dacă elementul de orientare este de tip bucșă rigidă, semi-fabricatul intră în aceasta cu joc inițial, **Fig.3.17.**



Mișcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*	*	
r	*	*	

Fig.3.17 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice lungi, cu dispozitive de tip bucșă rigidă

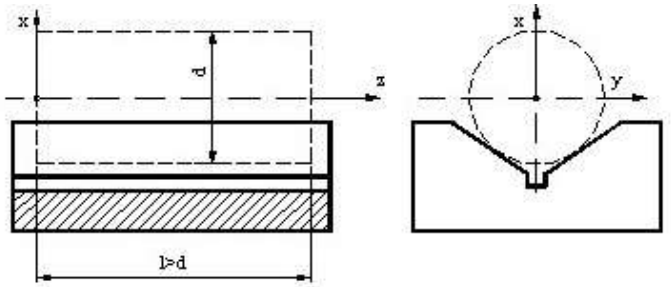
Dacă, în locul bucșei rigide, se utilizează un mecanism autocentrant, deplasabil simultan pe trei direcții (de exemplu universalul strungului), **Fig.3.18**, jocul inițial este anulat. Se observă că sunt permise aceleași grade de libertate, **tz** și **rz**



Mișcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*	*	
r	*	*	

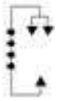
Fig.3.18 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice lungi, cu ajutorul unui dispozitiv de tip mecanism autocentrant

Pe de altă parte, prin păstrarea contactului dintre semifabricatul cilindric și un reazem de tip prismă lungă, conform **Fig.3.19**, se obține aceeași bază de orientare, care leagă translațiile și rotațiile în jurul axelor Ox și Oy, permițând semifabricatului să se deplaseze și să se rotească în jurul axei Oz.



Mișcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*	*	
r	*	*	

Fig.3.19 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice lungi, cu ajutorul unui dispozitiv de tip prismă lungă

Simbolurile utilizate pentru elementele de orientare de tip bucșă rigidă, mecanism autocentrant și prismă lungă au fost prezentate în Tab.3.1, în cazul orientării pe suprafețe cilindrice, cu dispozitive de tip:
dorn sau bucșă rigidă,  mandrină autocentrantă  și respectiv prismă,  care leagă patru grade de libertate.
Un exemplu de utilizare practică a acestor simboluri este prezentat în **Fig.3.20**, pentru operația de strunjire longitudinală și frontală a unui semifabricat cilindric, în care trebuie realizate cotele Φ_1 si l_1.

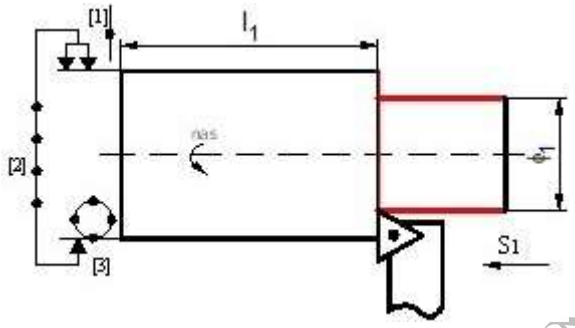


Fig.3.20 Exemplu de strunjire longitudinală, utilizând o suprafață cilindrică exterioară drept bază tehnologică, orientată cu ajutorul unui mecanism autocentrant sau al unei bucșe rigide

Simbolurile [2] sau [3], astfel amplasate, evidențiază faptul că:
- suprafața cilindrică exterioară lungă este bază tehnologică,
- reazemele utilizate sunt de tipul bucșă rigidă sau mecanism autocentrant
- sunt preluate prin fiecare reazem câte patru grade de libertate.

Pentru realizarea fără erori a cotei l_1, baza ei de cotare (suprafața plană frontală din stânga) este utilizată ca bază tehnologică. Aceasta vine în contact cu reazemul [1] și astfel, se leagă, în mod suplimentar și cel de-al cincilea grad de libertate: deplasarea semifabricatului pe direcție axială. Se constată că se pot forma două sisteme de ***baze de orientare***, după cum se utilizează pentru orientare:
- mecanismul autocentrant : SBO_1 = [1] + [2]
- bucșa rigidă: SBO_2 = [1] + [3]

Un alt exemplu de utilizare a acestor simboluri este prezentat în **Fig.3.21**, în cazul prelucrării unui canal de pană. Cotele care trebuie realizate pe piesa sunt a, b și c.

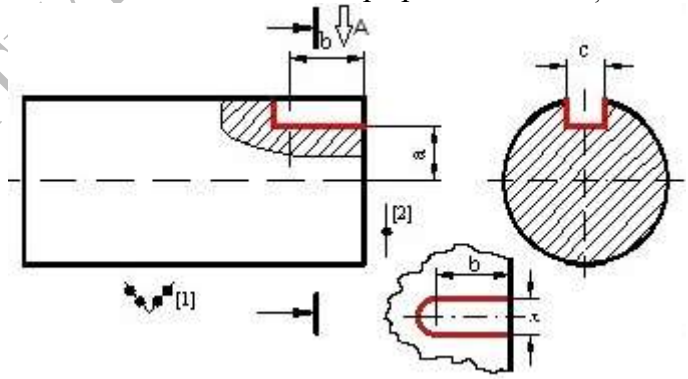


Fig.3.21 Simbolizarea orientării semifabricatelor pe suprafețe cilindrice lungi, cu ajutorul unui dispozitiv de tip prismă lungă

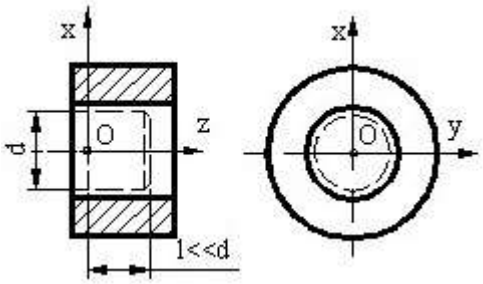
Baza de cotare pentru cota a canalului este axa cilindrului, fiind o bază fictivă. Pentru realizarea fără erori a cotei a, **prima bază tehnologică** s-a ales identică cu baza de cotare. Ca element de reazem (bază de orientare) se utilizează o prismă lungă [1], care vine in contact cu suprafața cilindrică exterioară.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

A doua bază tehnologică, planul frontal din dreapta, a fost aleasa identică cu baza de cotare pentru realizarea fără erori a cotei b. Ca element de reazem (baza de orientare) pentru aceasta se utilizează un reazem frontal [2].

În cazul ***suprafețelor cilindrice scurte*** (lungimea semifabricatului este mult mai mică decât diametrul său), suprafața cilindrică scurtă materializează numai un punct al axei cilindrului, care este o bază tehnologică fictivă. Aceleași elementele de reazem de mai sus, de tip bucșă rigidă, bucșă autocentrantă și prismă, leagă numai două grade de libertate, cele două translații, ***tx*** și ***ty***.

Rotațiile ***rx*** si ***ry*** nu se pot lega, deoarece semifabricatul scurt se poate roti in jurul axelor Ox și Oy în limite largi, ca în **Fig.3.22**.



Mişcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*	*	
r			

Fig.3.22 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice scurte, cu dispozitive de tip bucșă rigidă

3.7 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice interioare

Suprafețele cilindrice interioare ale semifabricatelor folosite la așezarea în dispozitivul de orientare și fixare pot fi:

- ❑ lungi (dacă lungimea suprafeței este mai mare decât diametrul său);
- ❑ scurte (dacă lungimea este mult mai mică decât diametrul).

Elementele de dispozitiv care realizează orientarea pe suprafețe cilindrice interioare ale semifabricatelor sunt:

- o dornurile rigide ⇒ semifabricatul intră cu joc
- o dornurile autocentrante ⇒ prin construcție, anulează jocul inițial

lungi sau scurte.

- o materializează o bază de orientare fictivă, care este:
  - ▪ axa dornului (dornuri lungi ⇒ leagă patru grade de libertate: două translații și două rotații)
  - ▪ un punct de pe această axa (dornuri scurte ⇒ leagă doua grade de libertate.

Simbolurile utilizate pentru dornurile rigide lungi și scurte și pentru dornurile autocentrante lungi și scurte au fost prezentate în Tab.3.1.

Un exemplu de utilizare practică a acestor simboluri este prezentat in **Fig.3.23**, pentru o operație de găurire.

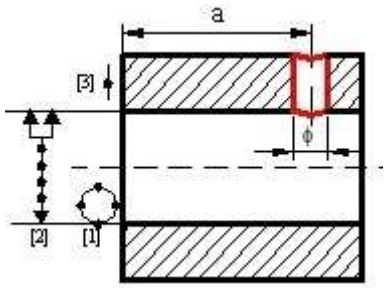


Fig.3.23 Simbolizarea orientării semifabricatelor pe suprafețe cilindrice interioare lungi, cu ajutorul unor dispozitive de tip dorn rigidă sau dorn autocentrant

Semifabricatul este cilindric și are un alezaj central. Cotele care trebuie realizate sunt a și intersecția cilindrului ϕ cu axa semifabricatului.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE

Elementele de orientare ce pot fi utilizate sunt :

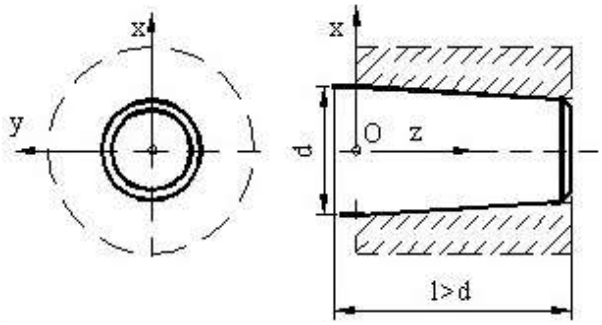
- dornul rigid lung [1] sau dornul autocentrant lung [2], ce leagă patru grade de libertate
- reazemul frontal [3], de tip **cep**, anulează posibilitatea de deplasare axială a semifabricatului, permițând totodată realizarea fără erori a cotei a.

Se constată că se pot forma două sisteme de ***baze de orientare***, după cum se utilizează:

- ❑ dornul rigid $\Rightarrow SBO_1 = [1] + [3]$
- ❑ dornul autocentrant: $\Rightarrow SBO_2 = [2] + [3]$

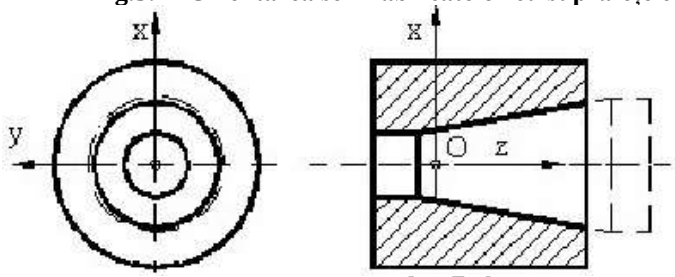
3.8 Orientarea semifabricatelor pe suprafețe conice

Orientarea semifabricatelor pe suprafețe conice interioare se realizează cu elemente de dispozitiv de tipul dornurilor conice, **Fig.3.24** iar orientarea pe suprafețe conice exterioare cu elemente de dispozitiv de tipul bucșelor conice **Fig.3.25**.



Mişcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*	*	*
r	*	*	

Fig.3.24 Orientarea semifabricatelor cu suprafețe conice interioare pe dornuri conice lungi



Mişcări suprimate	Ox	Oy	Oz
t	*	*	*
r	*	*	

Fig.3.25 Orientarea semifabricatelor cu suprafețe conice exterioare pe bucșe conice lungi

În exemplele din Fig.3.24 și 3.25 suprafețele conice sunt lungi $\Rightarrow$ sunt legate cinci grade de libertate, adică toate cele trei translații (***tx***, ***ty*** și ***tz***) și două rotații (***rx*** și ***ry***).

Rămâne posibilitatea rotirii semifabricatului în jurul axei sale(***rz***) care materializează axa suprafeței conice.

Dacă elementul de orientare sau suprafața conică a semifabricatului au lungimea mult mai mică decât diametrul maxim, niciuna dintre rotații nu mai poate fi legată, deci sunt legate numai trei grade de libertate (toate cele trei translații).

Un sistem de orientare foarte des utilizat în cazul prelucrării ***pieselor din grupa arbori lungi*** este cel format dintr-un con scurt fix și un con scurt mobil, **Fig.3.26**.

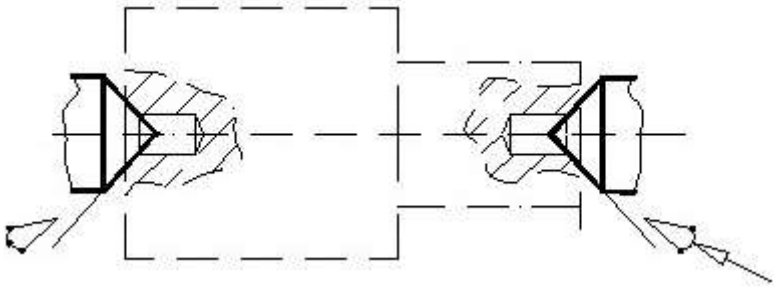


Fig.3.26 Orientarea unui arbore pe două suprafețe conice interioare cu ajutorul a două conuri scurte, unul fix și unul mobil

Posibilitatea de deplasare pe direcție axială a conului mobil este impusă de:

- lungimea arborelui
- condiția de preluare a translației după cel de-al doilea sens al direcției care materializează axa arborelui (primul sens fiind deja legat de conul scurt fix).

Obs.: Nu se admite ca aceeași posibilitate de mișcare a semifabricatului să fie legată de două elemente de orientare.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

4. PRECIZIA ORIENTĂRII SEMIFABRICATELOR ÎN DISPOZITIVE

4.1 Precizia prelucrării semifabricatelor în dispozitive

În procesul de prelucrare, dimensiunile pieselor:

- ❑ nu se pot obține la valori exacte
- ❑ sunt dispersate pe un anumit interval, acceptat prin toleranțele atașate valorilor nominale ale acestor dimensiuni.

În general, abaterile care apar în procesul prelucrării pot fi:

- ❖ abateri dimensionale,
- ❖ de formă
- ❖ de poziție.

Abaterile sunt provocate de un ***complex de cauze, legate de elementele procesului tehnologic*** și **nu pot fi înlăturate complet. E**forturile de reducere a abaterilor trebuie să urmărească încadrarea câmpului real de dispersie a dimensiunilor obținute după prelucrare, în limitele câmpului de toleranță prescris, adică:

$$\Delta \leq T \tag{4.1}$$

unde Δ - câmpul de dispersie a dimensiunii prelucrate, T – câmpul de toleranță.

Considerând erorile care apar în timpul procesului de prelucrare și modul în care acestea acționează, relația de calcul a câmpului de dispersie Δ a dimensiunii prelucrate este:

$$\Delta = \sqrt{\varepsilon_i^2 + \varepsilon_v^2 + \varepsilon_r^2 + \varepsilon_c^2} + \varepsilon_t + \varepsilon_u + \sum \varepsilon_{mu} \leq T \tag{4.2}$$

în care intervin următoarele erori: ε_i – de instalare în dispozitiv; ε_v - generată de forțele ce acționează în timpul prelucrării ; ε_r – de reglare a sistemului tehnologic (ST); ε_c – de control; ε_t – cauzată de variațiile de temperatură ale ST; ε_u – de uzură a sculelor; ε_{mu} – de precizie a mașinii-unelte.

Eroarea de instalare depinde de precizia orientării și fixării semifabricatului în dispozitiv, precum și de construcția acestuia:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_d^2 + \varepsilon_f^2} \tag{4.3}$$

în care:

ε_0 = eroarea de orientare, determinată de: (i) alegerea bazelor de orientare, (ii) mărimea jocurilor dintre baze și reazeme, (iii) precizia poziției reciproce a bazelor, (iv) precizia formei geometrice a acestora etc.;

ε_d = eroarea datorată construcției dispozitivului, generată de: (i) existența toleranțelor la dimensiunile elementelor de reazem și (ii) uzarea acestora;

ε_f — eroarea de fixare a semifabricatelor, provocată de: (i) acțiunea forțelor de fixare și (ii) variația acestora, care pot conduce la deformări, deplasări etc. ale bazelor.

Eroarea de instalare reală trebuie să fie mai mică decât eroarea admisibilă, $\varepsilon_i \leq \varepsilon_{i\ adm}$, care se determină cu relația:

$$\varepsilon_{i\ adm} = \sqrt{\left(T - \varepsilon_t - \varepsilon_u - \sum \varepsilon_{mu}\right)^2 - (\varepsilon_v^2 + \varepsilon_r^2 + \varepsilon_c^2)} \tag{4.4}$$

Pentru facilitarea calculelor de proiectare, valoarea erorii admisibile de instalare poate fi aproximată, prin:

$$\varepsilon_{i\ adm} \leq \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right) T \tag{4.5}$$

4.2 Calculul erorilor de orientare a semifabricatelor în dispozitive

Erorile de orientare au drept cauze principale:

a) lipsa coincidenței dintre bazele de cotare și cele de orientare;
b) existența unor abateri de la poziția reciprocă sau de la forma geometrică corectă a bazelor de orientare;

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

c) prezența unor jocuri între bazele de orientare și reazeme etc.

Toate aceste erori determină:

- o modificare a poziției bazei de cotare față de baza de orientare (pct. *a*);
- o modificare a poziției abaterilor de la poziția reciprocă și de la forma geometrică în raport cu poziția corectă sau a abaterilor cauzate de jocuri, în situația coincidenţei bazelor, dar a existenţei abaterilor de la punctele *b* și *c*.

Mărimea dimensiunii pe care are loc dispersia poziției bazei de cotare reprezintă ***mărimea erorii de orientare***.

Indiferent de cauzele care le generează, erorile de orientare pot fi liniare sau unghiulare.

Erorile liniare se pot determina pe baza teoriei ***lanțurilor de dimensiuni***, conform căreia:

$$L = \varphi_{(l)} = \sum_{i=1}^{n} l_i \qquad (4.6)$$

în care:

L = dimensiunea de calcul/ distanța de la baza de orientare a semifabricatului la cea de cotare, pe direcția cotei de prelucrat,

l_i — elementele lanțului de dimensiuni.

Luând în considerare abaterile dimensiunilor nominale care alcătuiesc lanțul, relația (4.6) se poate scrie:

$$L = \psi_{(\Delta l)} = \sum_{i=1}^{n} \Delta l_i \qquad (4.7)$$

Înlocuind abaterile dimensionale Δl_i cu toleranțele prescrise, se obține câmpul de dispersie a dimensiunii L:

$$TL = \psi_{(T_{l_i})} = \sum_{i=1}^{n} T_{l_i} \qquad (4.8)$$

Considerând că, într-un lanț de dimensiuni, distribuția abaterilor elementelor componente se supune unei legi normale, rezultă:

$$TL = \varepsilon_{(o)} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} T_{l_i}^2} \qquad (4.9)$$

în care dispersia dimensiunii L reprezintă eroarea de orientare ε_o.

4.2.1 Calculul erorilor în cazul orientării semifabricatelor pe suprafețe plane

Pentru executarea canalului de lățime *e* (**Fig.4.1**), condiționat de cotele *c* și *d*, se presupune schema de orientare prezentată pe figură. Se observă că baza de orientare *B* este principală, iar baza *A* este secundară.

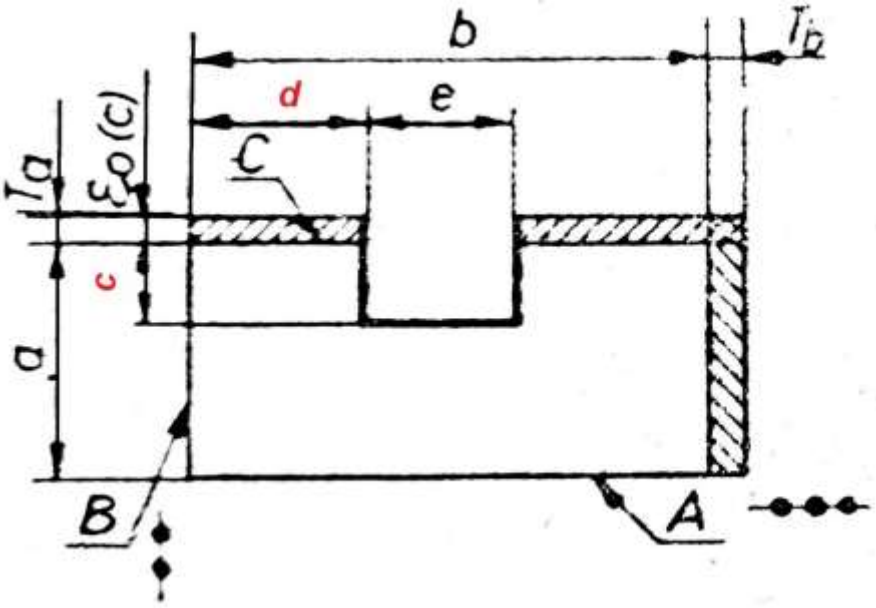


Fig.4.1 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 1

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Se consideră prelucrarea cu scule reglate, în raport cu elementele de reazem ale dispozitivului sau cu alte elemente de reglare. Distanța de la baza de așezare A la suprafața prelucrată va rămâne aceeași pentru toate piesele, în timp ce baza de cotare C se va deplasa în intervalul dimensional T_a. În felul acesta, va fi generată eroarea de orientare $\varepsilon_{o(c)}$ corespunzătoare cotei *c*, obținută la prelucrarea canalului. Baza de cotare B, fiind aceeași cu cea de orientare, își menține poziția, deci, nu introduce erori. Se obține astfel: $\varepsilon_{o(c)} = T_a$ *și* $\varepsilon_{o(d)} = 0$.

Se constată că pentru dimensiunea *c* (ca la toate dimensiunile prelucrate folosind scheme la care baza de orientare nu coincide cu cea de cotare) ***eroarea de orientare este egală cu câmpul de toleranță al cotei care leagă cele două baze***. În aceeași idee, în **Fig.4.2**, erorile care apar la cotele *b* și *d* vor fi influențate de toleranțele dimensiunilor *a* și *c*, care determină poziția găurii de referință: $\varepsilon_{o(b)} = T_a$ *și* $\varepsilon_{o(d)} = T_{(c)}$.

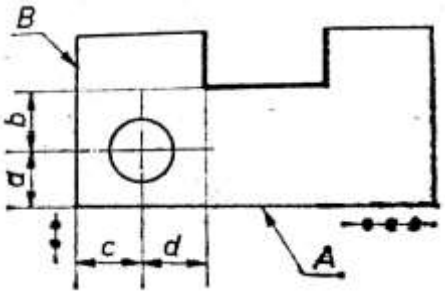


Fig.4.2 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 2.

În cazul executării cotei d din **Fig.4.3**, eroarea de orientare se calculează cu relația:

$$\varepsilon_{o(d)} = \sqrt{T_a^2 + T_b^2 + T_c^2} \qquad (4.10)$$

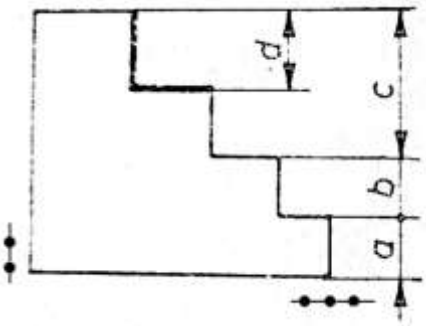


Fig.4.3 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 3

Dacă semifabricatul din Fig.4.1 se orientează, în vederea prelucrării canalului, într-un ghidaj cu joc funcțional (**Fig.4.4**), intervine jocul dintre semifabricat și ghidaj.

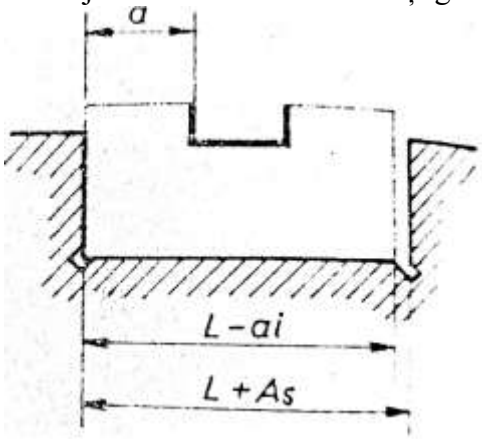


Fig.4.4 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 4

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Când jocul atinge valoarea maximă, generează eroarea: $\varepsilon_{o(a)max} = A_s + a_i$. Cum este puțin probabil ca atât dimensiunile L ale semifabricatului cât și ale ghidajului să atingă simultan valorile extreme, **eroarea de orientare a ajustajelor cu joc se** consideră:

$$\varepsilon_{o(a)} = \sqrt{A_s^2 + a_i^2} \tag{4.11}$$

în care A_s și a_i reprezintă abaterea superioară și inferioară la cota L a dispozitivului și respectiv semifabricatului.

Dacă se cere ca lățimea canalului **să fie simetric plasată** în raport cu planul de simetrie al semifabricatului, precizia de orientare va fi diferită în funcție de modul de orientare utilizat. Astfel, în **Fig.4.5(**a) corespunzător orientării pe reazeme fixe, se va obține:

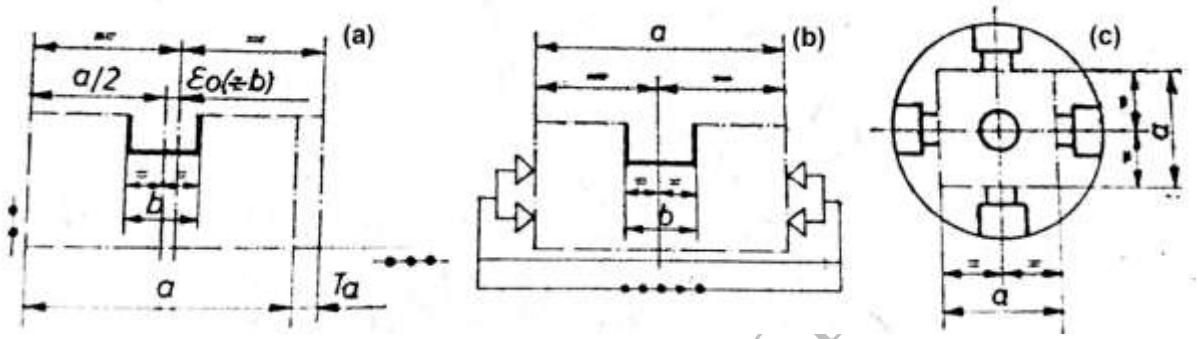


Fig.4.5 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 5: (a) 2 suprafețe plane; (b) sistem autocentrant, cu fălci; (c) sistem autocentrant pentru prelucrarea găurii

$$\varepsilon_{o(\div b)} = \frac{T_a}{2} \tag{4.12}$$

Dacă orientarea se face în ghidaj cu joc funcțional (Fig.4.4), eroarea de la simetrie a cotei b devine:

$$\varepsilon_{o(\div b)} = \sqrt{A_s^2 + a_i^2} \tag{4.13}$$

care se elimină complet folosind sistemul de centrare cu fălci, Fig.4.5(b)

Există situații când bazele de orientare pot prezenta abateri de la poziția reciprocă corectă, în limitele câmpului de toleranță al dimensiunilor liniare. De exemplu, semifabricatul din figura **4.6(a**) prezintă o abatere unghiulară Δα a bazei de ghidare în raport cu cea de așezare, în limita câmpului de toleranță prescris la cota a (Ta).

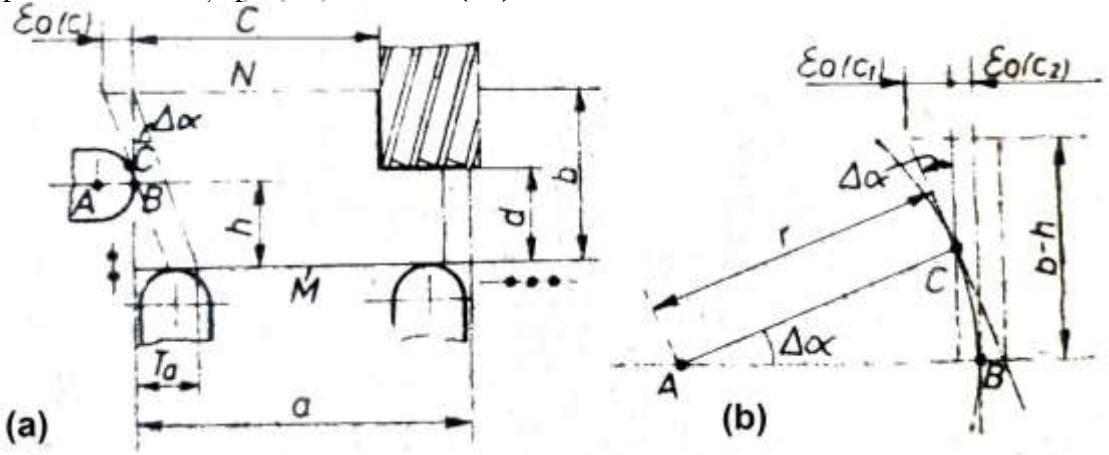


Fig.4.6 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 6: (a) vedere generală; (b) detaliu al reazemului A

In această situație, semifabricatul translatează pe planul de bază până când atinge reazemele laterale, iar dimensiunea c, care în cazul $\Delta\alpha = 0$ s-ar fi obținut cu eroare de orientare zero, va fi afectată acum de eroarea $\varepsilon_{o(C)}$, a cărei valoare depinde, în primul rând, de abaterea unghiulară.

Cu o bună aproximație, se poate considera că, după translatarea semifabricatului, punctul de contact dintre acesta și reazem se află în **B**, și nu în **C**. Deci eroarea de orientare $\varepsilon_{o(C)}$ se poate calcula cu expresia:

$$\varepsilon_{o(c)} = (b-h)tg\Delta\alpha = (b-h)\frac{T_a}{b} \qquad (4.14)$$

Se poate observa că eroarea de orientare este cu atât mai mare cu cât reazemele inferioare sunt plasate mai jos (b mai mare). Odată cu mărirea cotei h rezultă micșorarea erorii $\varepsilon_{o(C)}$ în planul **N** dar, în același timp, se obține o creștere a acesteia în planul ***M.*** Pentru o distribuire simetrică a erorilor, atunci când acestea au importanță egală, în ambele plane, se recomandă plasarea reazemelor laterale la cota h = b/2.

Așezarea semifabricatelor în dispozitiv se poate face atât pe planul **M** cât și pe planul **N**, înclinația fiind nesesizabilă pentru operatorul care lucrează cu dispozitivul. Se obține astfel, conform **Fig.4.7**, o eroare totală la cota c**:**

$$\varepsilon_{tot(c)} = 2\varepsilon_{o(c)} = 2(b-h)\frac{T_a}{b} \qquad (4.15)$$

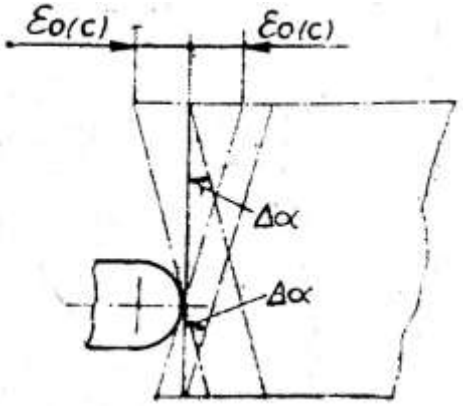


Fig.4.7 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 7

În cazul unui calcul exact, eroarea se stabilește cu ajutorul figurii 4.6(*b),* în care contactul dintre semifabricat și reazem se consideră în punctul *C.* Rezultă astfel:

$$\varepsilon_{o(c)} = \varepsilon_{o(c)_1} + \varepsilon_{o(c)_2} = [(b-h) - rsin\Delta\alpha]tg\Delta\alpha + r(1-cos\Delta\alpha) \qquad (4.16)$$

r fiind raza capului sferic al cepului de reazem.

Întrucât diferența dintre erorile calculate cu (4.15) și (4.16) diferă doar cu 2 %, se preferă utilizarea relației (4.15), mai simplă, în calculele de proiectare.

Există și situații mai defavorabile, în care semifabricatul poate prezenta înclinarea simultană a două baze. De exemplu, semifabricatul din **Fig.4.8(a)**, poate rezulta de la operațiile anterioare cu abaterile unghiulare Δα și Δβ, ilustrate în Fig.4.8(b).

Considerând, inițial, că înclinațiile bazelor intervin succesiv, întâi în Fig.4.8(c) și apoi în Fig.4.8(d), eroarea maximă de orientare aferentă cotei c se va calcula, pentru fiecare caz în. parte, la fel ca și în cazul anterior:

$$\varepsilon_{o(c)} = h\,tg\Delta\alpha = h\frac{T_a}{b} \; şi \; \varepsilon_{o(c)} = h\,tg\Delta\beta = h\frac{T_b}{a}$$

În condițiile înclinării simultane a ambelor baze, Fig.4.8(e), considerând însumarea probabilistică a erorilor, se obține:

$$\varepsilon_{o(c)} = h\,tg\sqrt{\Delta\alpha^2 + \Delta\beta^2} \qquad (4.17)$$

Relația (4.17) rămâne valabilă și dacă se consideră posibilitatea ghidării semifabricatului pe planul M sau pe planul N, întrucât la ghidarea pe planul N eroarea de orientare rezultă mai mică.

Dacă prezintă importantă valoarea dimensiunii C în planul care trece prin axa de simetrie a găurii, atunci eroarea acesteia, pentru situația din Fig.4.8(c) este:

$\varepsilon_{o1(c)} = (h-d)\,tg\Delta\alpha = (h-d)\frac{T_a}{b}$

Eroarea de orientare a cotei d este $\varepsilon_{o(D)} = 0$.

DISPOZITIVE TEHNICE-Note de curs

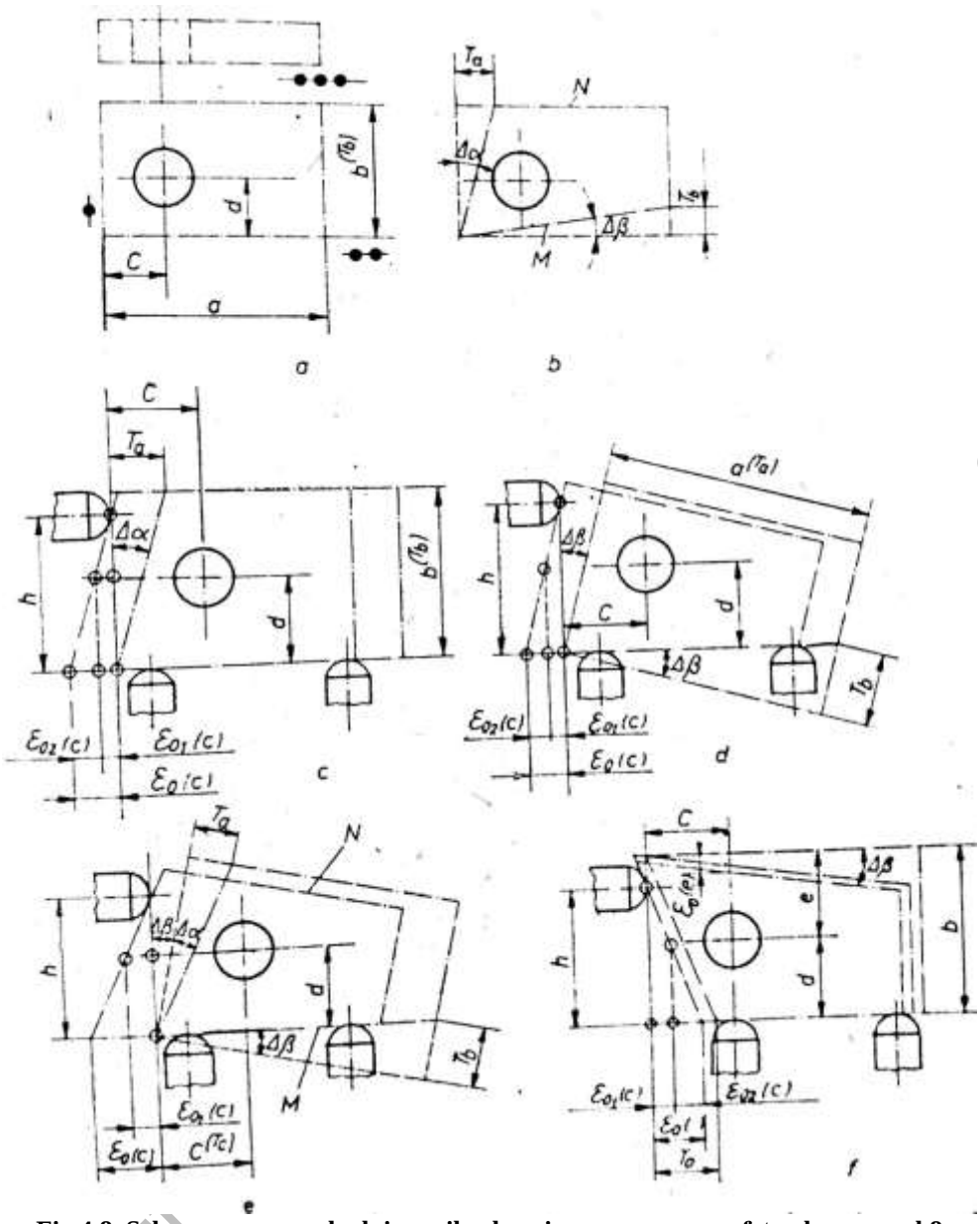


Fig.4.8 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 8

Când semifabricatul prezintă din construcție o înclinație β a bazei de ghidare, ca în **Fig.4.9**, cota c este afectată de eroarea $\varepsilon_{0(C)}$ datorată toleranței cotei b devine:

$$\varepsilon_{p(c)} = \frac{T_b}{tg\beta} \tag{4.18}$$

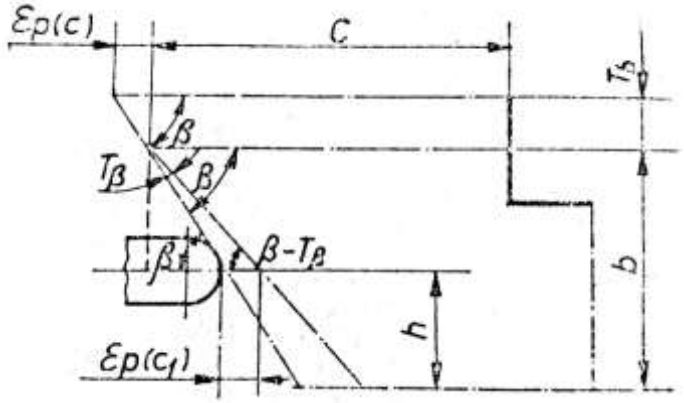


Fig.4.9 Schema pentru calculul erorilor la orientarea pe suprafețe plane, cazul 9

Dacă, pe lângă toleranța Tb se consideră și toleranța unghiului β (T_β) atunci la eroarea $\varepsilon_{o(C)}$ se adaugă și $\varepsilon_{o(C)1}$

$$\varepsilon_{o(c_1)} = \frac{b-h}{tg(\beta-T_\beta)} - \frac{b-h}{tg\beta} \quad (4.19)$$

La orientarea bazelor plane pot interveni și erori cauzate de rugozitate. De exemplu, în **Fig.4.10**, la orientarea pe cepuri sau suprafețe plane a suprafeței rugoase a unui semifabricat, eroarea de orientare zero (ε_0) este dată de macroneregularitățile bazei.

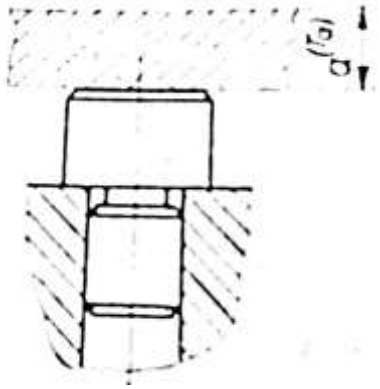


Fig.4.10 Schemă pentru calculul erorilor datorate rugozității suprafețelor

Pentru lungimi L < 500 mm, ε_0 este: $\varepsilon_0 \approx 0{,}01\ aL$
în care: L = lungimea suprafeței de orientare iar *a* = factor de proporționalitate, conform **Tab.4.1**

Tabelul 4.1 Valorile factorului de proporționalitate, *a*

Nr.crt.	Modul de obținere a semifabricatului	*a*
1	Semifabricate turnate în formă de nisip	0,4
2	Semifabricate turnate în cochile sau forme de ceară	0,25
3	Semifabricate turnate prin procedee de precizie	0,15

4.2.2 Calculul erorilor în cazul orientării semifabricatelor pe suprafețe cilindrice interioare, pe muchii circulare și pe combinații ale acestora cu suprafețe plane

A. Orientarea pe o suprafața cilindrică interioară și o suprafață plană perpendiculară este exemplificată în Fig.4.11.

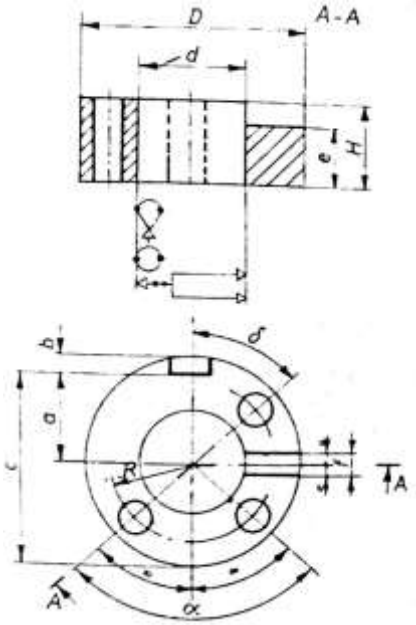


Fig.4.11 Schemă de orientare a unui semifabricat pe o suprafață cilindrică interioară și o suprafață plană

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Se constată existența mai multor posibilități de orientare (dorn fix rigid sau autocentrant). Fig.4.12 prezintă alte posibilități de orientare, de exemplu, pe bolț conic mobil, Fig.4.12(a), cep Fig.4.12(b) etc., asociate cu o suprafață plană.

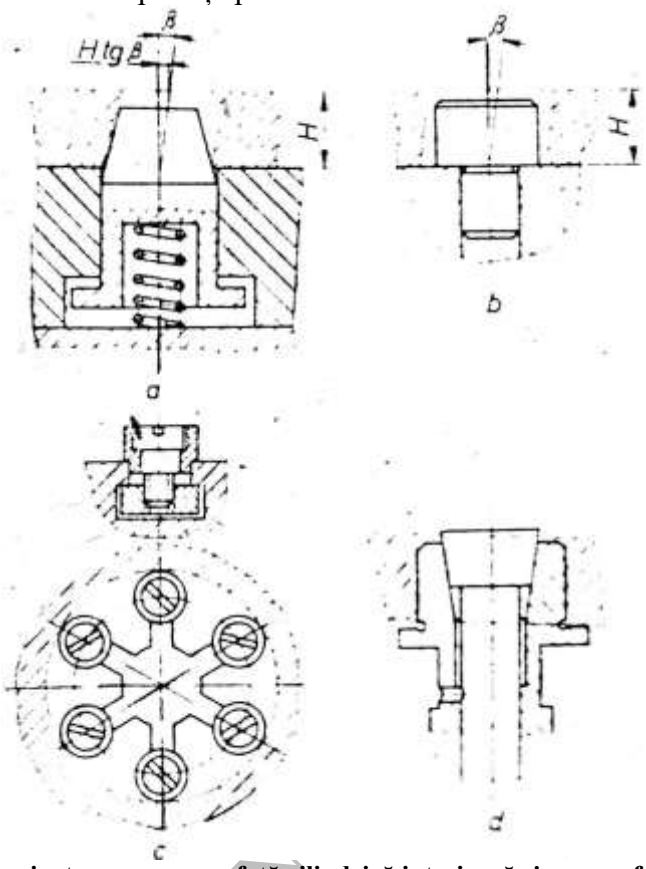


Fig.4.12 Posibilități de orientare pe o suprafață cilindrică interioară și o suprafață plană: (a) bolț conic mobil; (b) cep; (c) bolțuri reglabile în canele T; (d) mecanism autocentrant

Dacă presupunem că axa găurii, pe care se face centrarea semifabricatului de înălțime ***H***, prezintă o abatere de la perpendicularitate față de suprafața frontală, mărimea acestei abateri fiind exprimată prin unghiul β, conform Fig.4.12(b). Atunci toate cotele aferente suprafețelor prelucrate, raportate la axa găurii, vor fi afectate de eroarea de orientare:

$$\varepsilon_{o(a)} = \varepsilon_{o(R)} = \varepsilon_{o(\div f)} = 2H\ tg\beta \qquad (4.20)$$

Pentru determinarea erorilor unghiulare care apar la pre-lucrarea găurilor, se folosesc **Fig.4.13** și **Fig.4.14.**

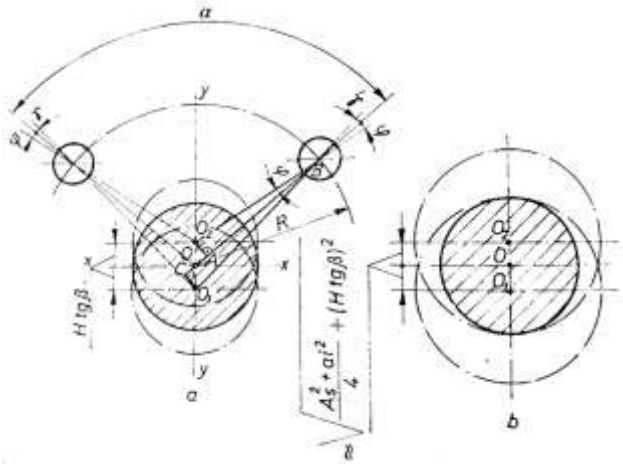


Fig.4.13 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea suprafețelor cilindrice interioare pe bolțuri conice și cilindrice, cazul 1, cu deplasarea axei găurii, pe direcția *yy*: (a) într-un sens; (b) în ambele sensuri

DISPOZITIVE TEHN... ...ote de curs

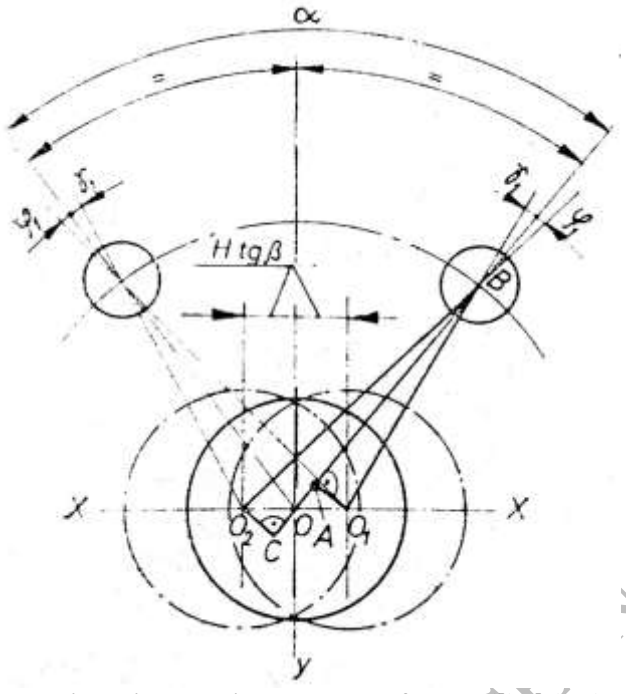


Fig.4.14 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea suprafețelor cilindrice interioare pe bolțuri conice și cilindrice, cazul 2, cu deplasarea axei găurii în ambele sensuri pe direcția *xx*

Eroarea la unghiul α este maximă, când centrul găurii pe care se face orientarea se deplasează pe axa yy din *O* în O_1 și respectiv în O_2, Fig. 4.13(a). Drept rezultat, α va avea eroarea:

$$\varepsilon_{o(\alpha)} = 2(\gamma + \varphi)$$

Considerând triunghiurile O_2AB și O_2AO *(unghi drept în A)*, respectiv O_1CB și O_1OC *(unghi drept în C)*, rezultă:

$$\varphi = arctg\frac{O_2A}{AB} = arctg\frac{Htg\beta\sin(\alpha/2)}{R-Htg\beta cos(\alpha/2)} \quad (4.21)$$

$$\gamma = arctg\frac{O_1C}{CB} = arctg\frac{Htg\beta\sin(\alpha/2)}{R+Htg\beta cos(\alpha/2)} \quad (4.22)$$

dacă unghiurile sunt foarte mici, tg(φ+γ)≈tgφ+tgγ, deci:

$$tg(\varphi+\gamma) = \frac{Htg\beta\sin(\alpha/2)}{R-Htg\beta\cos(\alpha/2)} + \frac{Htg\beta\sin(\alpha/2)}{R+Htg\beta cos(\alpha/2)} \approx \frac{2RHtg\beta\sin(\alpha/2)}{R^2}$$

Rezultă $\varepsilon_{o(\alpha)} \approx 2arctg\frac{2Htg\beta\sin(\alpha/2)}{R}$. (4.23)

Dacă este necesar să se cunoască eroarea la simetria unghiului α în raport cu axa yy, cazul cel mai dezavantajos este atunci când centrul găurii pe care se face orientarea se deplasează pe axa xx, conform **Fig.4.14**. În acest caz unghiul α prezintă o asimetrie pronunțată față de axele verticale ce trec prin punctele O_1 si O_2. Pentru determinarea erorii se iau în considerare triunghiurile OO_1A și O_1AB (∠A=90^0), respectiv OO_2C și O_2CB (∠C=90^0). Rezultă:

$tg\gamma_1 = \frac{O_1A}{AB} = \frac{Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R-Htg\beta sin(\alpha/2)}$ și $tg\varphi_1 = \frac{O_2C}{CB} = arctg\frac{Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R+Htg\beta sin(\alpha/2)}$. Ca și în cazul precedent:

$$\varepsilon_{o(\div\alpha)} = \gamma_1 + \varphi_1 = arctg\frac{Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R-Htg\beta\sin(\alpha/2)} + arctg\frac{Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R+Htg\beta\sin(\alpha/2)} \approx$$

$$\approx arctg\left(\frac{Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R-Htg\beta\sin(\alpha/2)} + \frac{Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R+Htg\beta sin(\alpha/2)}\right) \approx arctg\frac{2Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R}$$

Dacă prelucrarea anterioară a semifabricatului se face dintr-o singură prindere, perpendicularitatea găurii pe suprafața frontală este asigurată, β = 0, iar erorile calculate anterior devin zero, mai puțin cele aferente cotelor raportate la conturul exterior.

Dacă poziționarea, găurii semifabricatului se face pe un bolț cilindric cu joc funcțional, iar suprafața plană frontală a acestuia se așază pe suprafața plană a dispozitivului, ca în Fig.4.12(b),

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

în relațiile de calcul al erorilor trebuie să se ia în considerare, pe lângă înclinarea găurii cu unghiul β și valoarea jocului dintre bolț și gaură.
În acest caz, distanta pe care se deplasează centrul găurii creste, conform Fig.4.13(b). Folosind aceeași metodă de calcul ca si în cazul centrării pe bolțul conic mobil, se obține:

$$\varepsilon_{o(\alpha)} = \varepsilon_{o(R)} = \varepsilon_{o\,(\div f)} \approx 2\sqrt{\frac{A_s^2+a_i^2}{4} + (Htg\beta)^2} = \sqrt{A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2} \qquad (4.24)$$

în care: A_s=abaterea superioară a diametrului găurii (D); a_i=abaterea inferioară a diametrului bolțului (d). În calculul

erorilor se consideră că jocul diametral este $\sqrt{A_s^2 + a_i^2}$ însă, în cazul particular în care diametrul

bolțului diferă de cel al găurii (d ≠D), jocul se calculează cu: j = D – d + $\sqrt{A_s^2 + a_i^2}$.

Atunci când dispozitivele se construiesc pentru tehnologii de grup sau când se asamblează din module tipizate, orientarea semifabricatelor cu găuri mari se poate face pe mai multe bolțuri reglabile, ca în Fig.4.12(c). Reglarea se obține prin deplasarea bolțurilor în canalele T ale dispozitivului.
La un diametru D, al alezajului, numărul maxim n al bolțurilor de orientare, de diametru d, se stabilește cu ajutorul schemei din **Fig.4.15.**

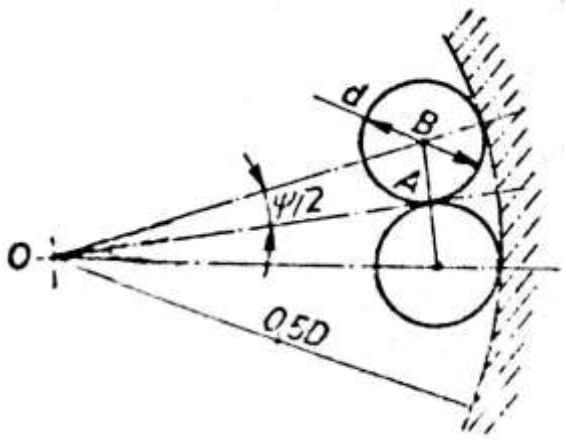


Fig.4.15 Schemă pentru calculul numărului de bolțuri reglabile

Din triunghiul O A B rezultă: $\frac{d}{2} = \frac{D-d}{2} sin\frac{\psi}{2}$. Cum $\frac{\psi}{2} = \frac{180^0}{n} \rightarrow d = (D-d)sin\frac{180^0}{n}$ iar numărul maxim de bolțuri este: $n = \frac{180^0}{arcsin\frac{d}{D-d}}$ (4.25)

Numărul n se determină întotdeauna pentru limita minimă a intervalului de diametre pentru care se face reglarea bolțurilor. Pe baza acestui calcul se stabilește apoi numărul real al bolțurilor, care trebuie să fie mai mic decât n, alegându-se: 3, 6, 12 sau 4, 8, 16. Evident, numărul mic de bolțuri simplifică construcția dispozitivului, dar majorează eroarea de orientare.
Erorile de orientare pot fi generate atât de jocul funcțional dintre bolțuri și alezajul semifabricatului, cât și de înclinația, cu unghiul β, a axei găurii pe care se face orientarea. Se consideră inițial $\boldsymbol{\beta = 0}$ și se calculează eroarea datorată jocului funcțional.
Pentru evidențierea erorii se presupune că centrul alezajului, 0, coincide cu centrul cercului pe care sunt dispuse bolțurile, astfel că jocul funcțional dintre bolțuri și alezaj este egal distribuit pe tot diametrul, conform **Fig.4.16**.
Față de această poziție, semifabricatul se poate deplasa în diferite direcții, mărimea deplasărilor fiind egală sau mai mare decât valoarea jocului.
Se poate observa că deplasarea maximă a centrului găurii față de centrul dispozitivului se obține, conform Fig.4.16, în cazul deplasării semifabricatului pe direcția xx.

DISPOZITIVE - Note de curs

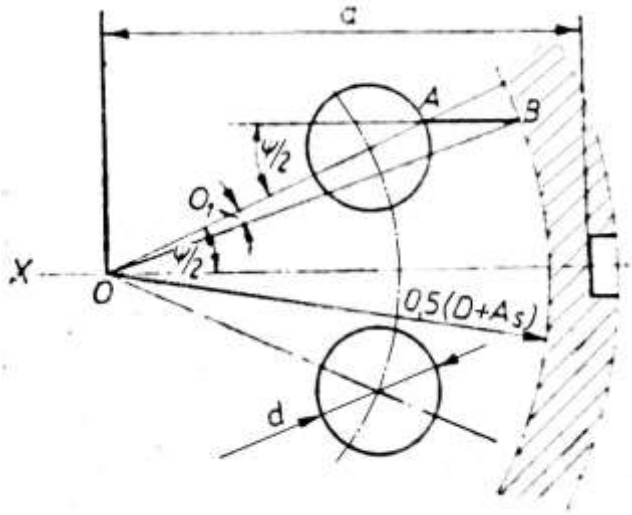


Fig.4.16 Schemă pentru calculul erorilor în cazul orientării suprafețelor cilindrice interioare pe bolțuri reglabile

Astfel cota a, raportată la centrul găurii, va avea eroarea de orientare: $\varepsilon_{o(a)} = 2AB$. Pentru determinarea segmentului AB se aplică teorema sinusurilor în triunghiul OAB.

$$\frac{0{,}5(D+A_S)}{\sin\left(180^0-\frac{\psi}{2}\right)} = \frac{0{,}5(D+A_S)-0{,}5\sqrt{A_S^2+a_i^2}}{sinB} = \frac{AB}{sinO_1} \rightarrow sinB = \frac{\left(0{,}5(D+A_S)-0{,}5\sqrt{A_S^2+a_i^2}\right)sin\frac{\psi}{2}}{0{,}5(D+A_S)} \rightarrow$$

$$\rightarrow \quad B = arcsin\frac{0{,}5(D+A_S)-0{,}5\sqrt{A_S^2+a_i^2}\,sin\frac{\psi}{2}}{0{,}5(D+A_S)} \tag{4.26}$$

Considerând $O_1 = \frac{\psi}{2} - B$, din teorema sinusurilor rezultă: $AB = \frac{[0{,}5(D+A_S)]sin\left(\frac{\psi}{2}-B\right)}{sin\frac{\psi}{2}}$, deci:

$$\varepsilon_{o(a)} = 2AB = \frac{(D+A_S)sin\left(\frac{\psi}{2}-B\right)}{sin\frac{\psi}{2}} \tag{4.27}$$

Dacă se consideră β≠0, atunci:

$$\varepsilon_{o(a)_t} \approx \sqrt{\left[\frac{(D+A_S)sin\left(\frac{\psi}{2}-B\right)}{sin\frac{\psi}{2}}\right]^2 + (2Htg\beta)^2} \tag{4.28}$$

O altă posibilitate de orientare pe o suprafață cilindrică interioară și o suprafață plană perpendiculară este ilustrată schematic în Fig.4.12(d), unde alezajul semifabricatului se orientează fără erori cu ajutorul unui mecanism autocentrant.

Dacă, în conformitate cu **Fig.4.17**, gaura este perpendiculară pe planul frontal al semifabricatului, atunci rezultă eroarea:

$$\varepsilon_{o(b)} = b_1 - b_2 \approx Dsin\beta \tag{4.29}$$

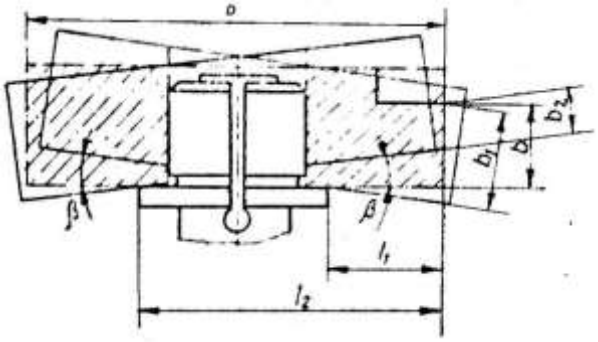


Fig.4.17 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea suprafețelor cilindrice interioare pe dornuri elastice

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

b) ***Orientarea pe două suprafețe plane perpendiculare și pe o suprafață cilindrică interioară, paralelă cu una din acestea***. Câteva exemple sunt prezintate în Fig.4.18—4.20 care utilizează mai multe scheme de orientare. În **Fig.4.18** semifabricatul (1) este așezat pe suprafața plană, centrat, pe un bolț conic mobil (2) și poziționat unghiular cu ajutorul unei rigle deplasabile (3).

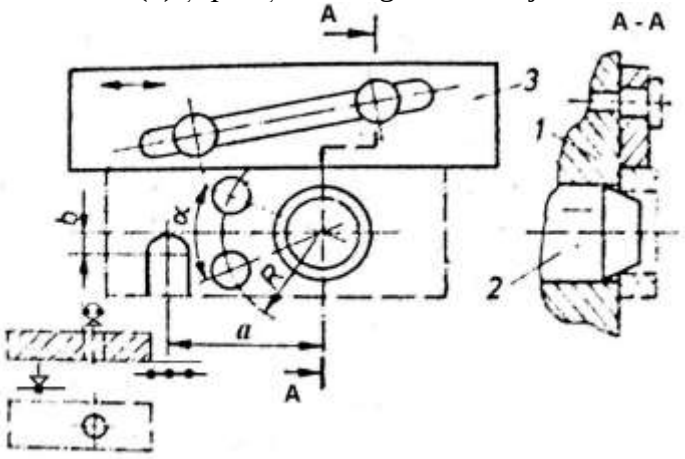


Fig.4.18 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea pe o bază cilindrică interioară și două baze plane, cazul 1, cu riglă mobilă

În această situație mărimile erorilor de orientare se calculează:

- pentru dimensiunile a, b și R cu relația (4.20): $\varepsilon_{o(a)} = \varepsilon_{o(R)} = \varepsilon_{o(\div f)} = 2H\ tg\beta;$
- pentru unghiul α cu relația (4.23): $\varepsilon_{o(\alpha)} \approx 2arctg\frac{2RHtg\beta\ \sin(\alpha/2)}{R}$.

În **Fig.4.19**, semifabricatul, pe care se execută aceleași prelucrări ca în cazul precedent, este centrat cu joc funcțional pe un bolț cilindric și poziționat unghiular pe o riglă fixă. Așezarea se face la fel ca în exemplul anterior.

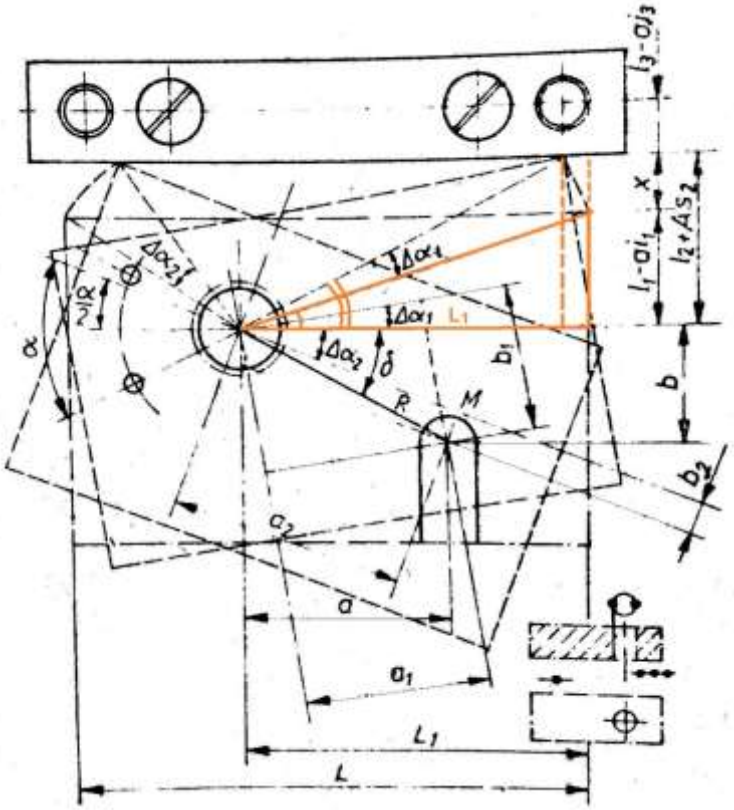


Fig.4.19 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea pe o bază cilindrică interioară și două baze plane, cazul 2, cu riglă fixă

DISPOZITIVE. Note de curs

Făcând abstracție, pentru început, de jocul funcțional, considerăm că semifabricatul are doar posibilitatea să se rotească în jurul axei bolțului cu unghiurile $\Delta\alpha_1$ și respectiv $\Delta\alpha_2$, dependente de mărimea distanței x dintre semifabricat și riglă.
Știind că valoarea maximă a dimensiunii x, și implicit a unghiurilor de rotație, se obține atunci când dimensiunile l_1 și l_3 sunt minime, iar l_2 este maximă, rezultă:

$$x = \sqrt{a_{i_1}^2 + A_{s_2}^2 + a_{i_3}^2} + k \qquad (4.30)$$

în care: a_{i_1} și a_{i_3} sunt abaterile inferioare ale cotelor l_1 și respective l_3; A_{s_2} — abaterea superioara a cotei l_2, iar k este jocul minim garantat, asigurat prin diferența dintre dimensiunile nominale: $l_2-(l_1+l_3)$.
Ca urmare a rotirii semifabricatului, axa xx a acestuia se înclină cu unghiurile $\Delta\alpha_1$ și respectiv $\Delta\alpha_2$, în timp ce punctul M, de coordonate a, b, își păstrează poziția neschimbată. Rezultă astfel că pentru cele două poziții posibile ale semifabricatului (Fig.4.19), vor apărea erorile: $\varepsilon_{o(a)}=a_2-a_1$ și $\varepsilon_{o(a)}=b_1-b_2$.
Dacă la erorile inițiale ale cotelor a și b acestora li se adaugă:

- ❑ eroarea datorată jocului dintre bolț și gaură, precum și
- ❑ eroarea provocată de executarea înclinată a găurii față de planul frontal,

conform principiului suprapunerii efectelor, cu o bună aproximație, erorile cotelor a și b devin:

$$\varepsilon_{o(a)} \approx \sqrt{(a_2 - a_1)^2 + A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2} \approx$$

$$\approx \sqrt{R^2[\cos(\delta - \Delta\alpha_2) - \cos(\delta + \Delta\alpha_1)]^2 + A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2} \qquad (4.31)$$

iar

$$\varepsilon_{o(b)} \approx \sqrt{(b_2 - b)^2 + A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2} \approx$$

$$\approx \sqrt{R^2[\sin(\delta + \Delta\alpha_1) - \sin(\delta - \Delta\alpha_2)]^2 + A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2} \qquad (4.32)$$

în care:
A_s – abaterea superioară a găurii, a_i – abaterea inferioară a bolțului, H – înălțimea semifabricatului, β – abaterea axei găurii față de suprafața frontală iar R, $\boldsymbol{\Delta\alpha_1}$ și $\boldsymbol{\Delta\alpha_2}$ se calculează, cu o bună aproximație, cu relațiile:

$$R = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\boldsymbol{\Delta\alpha_1 = arcsin\frac{l_1 - a_{i_1} + x}{\sqrt{(l_1 - a_{i_1})^2 + L_1^2}} - arcsin\frac{l_1 - a_{i_1}}{\sqrt{(l_1 - a_{i_1})^2 + L_1^2}}} \qquad (4.33)$$

$$\boldsymbol{\Delta\alpha_2 = arcsin\frac{l_1 - a_{i_1} + x}{\sqrt{(l_1 - a_{i_1})^2 + (L - L_1)^2}} - arcsin\frac{l_1 - a_{i_1}}{\sqrt{(l_1 - a_{i_1})^2 + (L - L_1)^2}}}$$

Pentru calculul erorii de orientare la unghiul **α** (găurile se prelucrează simultan) rămâne valabilă relația (4.23), în care se iau în considerare atât abaterea jocului cât și cea a înclinației găurii de centrare.
Eroarea la simetria unghiului α va fi însă influențată și de rotirea semifabricatului cu unghiurile $\Delta\alpha_1$ și $\Delta\alpha_2$.

- dacă $\alpha/2 < 45^0$, rezultă:

$$\varepsilon_{o(a)} \approx \sqrt{2arctg\frac{\sqrt{A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2\cos(\alpha/2)}}{R} + (\Delta\alpha_1 + \Delta\alpha_2)^2} \qquad (4.34)$$

- dacă $\alpha/2 > 45^{0,}$ atunci funcția ***cosinus*** devine ***sinus*** în relația (4.34).

Dacă în locul riglei fixe din Fig.4.19 se utilizează o rigla reglabilă, ca în Fig.4.18, atunci eroarea de orientare a cotei a se calculează cu relația:

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

$$\varepsilon_{o(a)} = \sqrt{A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2}$$

iar eroarea cotei b este:

$$\varepsilon_{o(b)} = \sqrt{0{,}5(A_s^2 + a_i^2) + (2Htg\beta)^2}$$

În **Fig.4.20** prelucrarea este condiționată cotele a și b. Orientarea se poate face fie ca în figura 4.20(a), folosind un **bolț conic frezat mobil** (1) și o **riglă fixă (**2), fie ca în figura 4.20(b), utilizând un **bolț cilindric frezat (1)** și o **riglă fixă (**2).

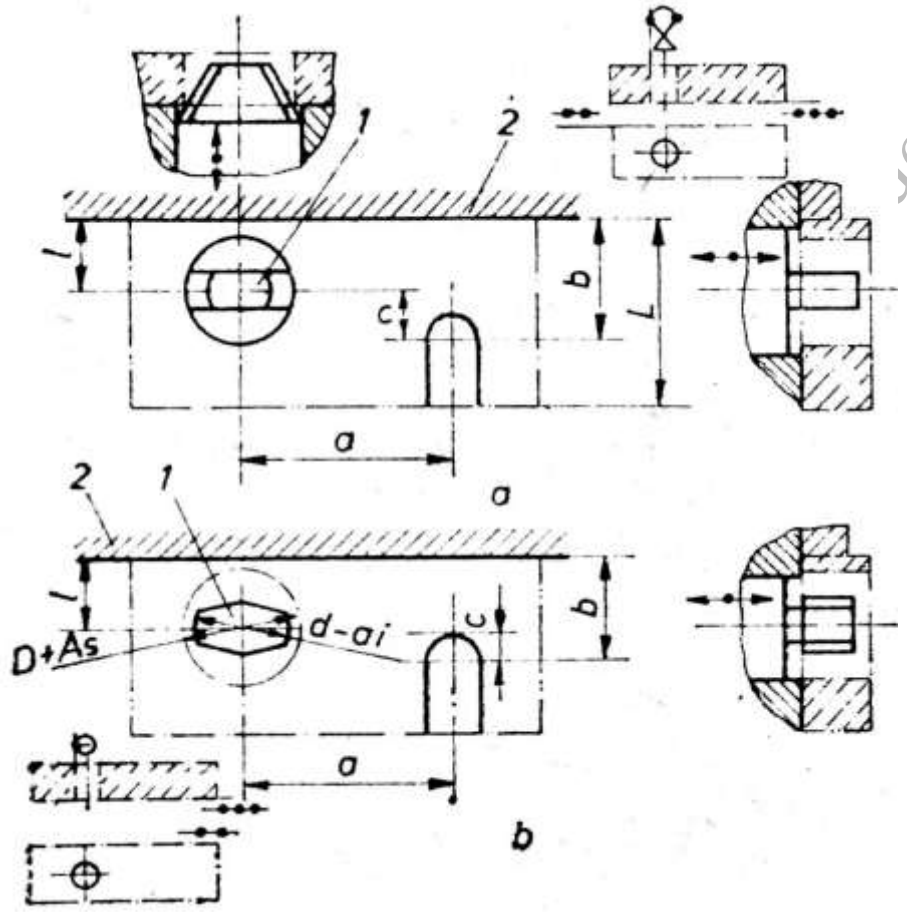


Fig.4.20 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea pe o bază cilindrică interioară și două baze plane, cazul 3

În primul caz, din Fig.4.20(a), eroarea de orientare a cotei a se calculează cu relația (4.20), $\varepsilon_{o(a)} = \varepsilon_{o(R)} = \varepsilon_{o(\div f)} = 2H\ tg\beta$ iar cea a cotelor b şi c este: $\varepsilon_{o(b)} = 0$ și $\varepsilon_{o(c)} = T_l$.
În cel de-al doilea caz, Fig.4.20(b), eroarea de orientare a cotei a este:

$$\varepsilon_{o(a)} = D - d + \sqrt{A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2} \qquad (4.35)$$

iar $\varepsilon_{o(b)}$și $\varepsilon_{o(c)}$ se calculează la fel, ca mai sus.

c) ***Orientarea pe două suprafețe cilindrice interioare cu axe paralele și o suprafață plană, perpendiculară pe acestea***. În situația orientării pe **cepuri conice mobile,** conform **Fig.4.21**, erorile de orientare pentru parametrii liniari și unghiulari care determină prelucrarea se calculează cu aceleași relații ca și pentru cazul prezentat în Fig.4.12(a):

- erorile de orientare ale cotelor a, b și R se calculează cu (4.20): $\varepsilon_{o(a)} = \varepsilon_{o(b)} = \varepsilon_{o(R)} = 2H\ tg\beta$
- eroarea de orientare a unghiului α se calculează cu (4.23) $\varepsilon_{o(\alpha)} \approx 2arctg\ \frac{2Htg\beta\ \sin(\alpha/2)}{R}$

DISPOZITIVE curs

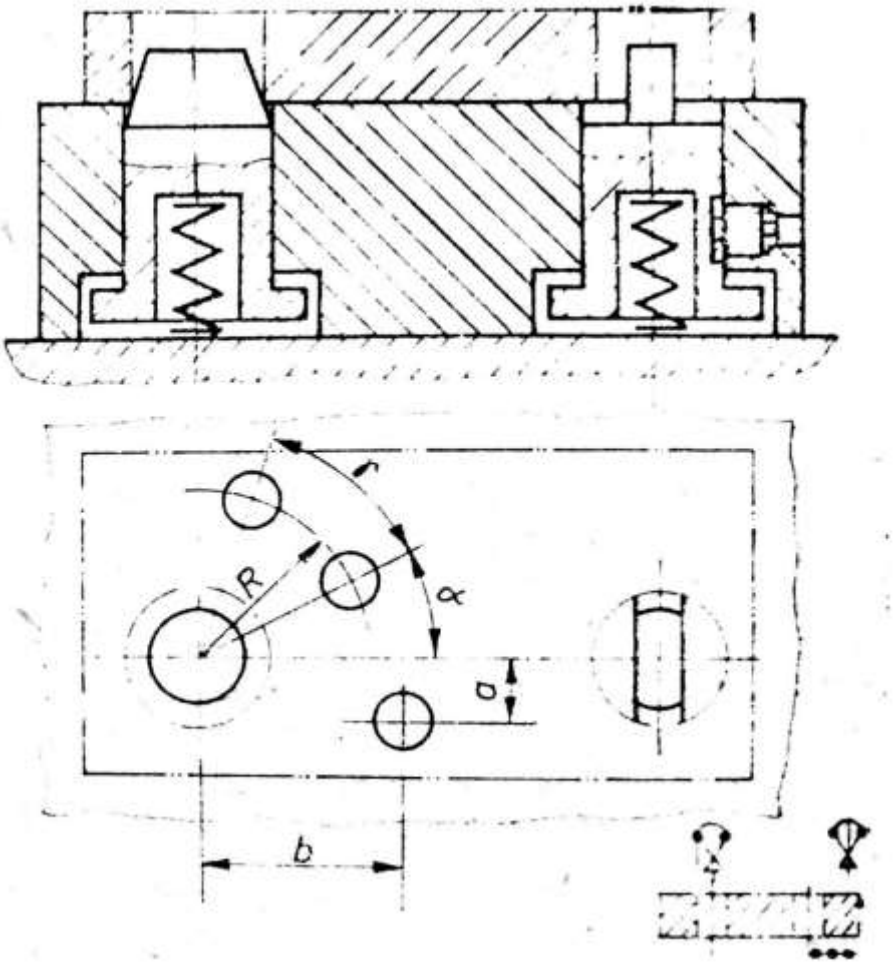


Fig.4.21 Orientarea pe două suprafețe cilindrice interioare paralele și o suprafață plană perpendiculară, cazul 1

Dacă la prelucrarea semifabricatului se asigură β = 0, toate erorile de orientare devin nule. Orientarea semifabricatelor din această categorie se mai poate face și ca în **Fig.4.22**.

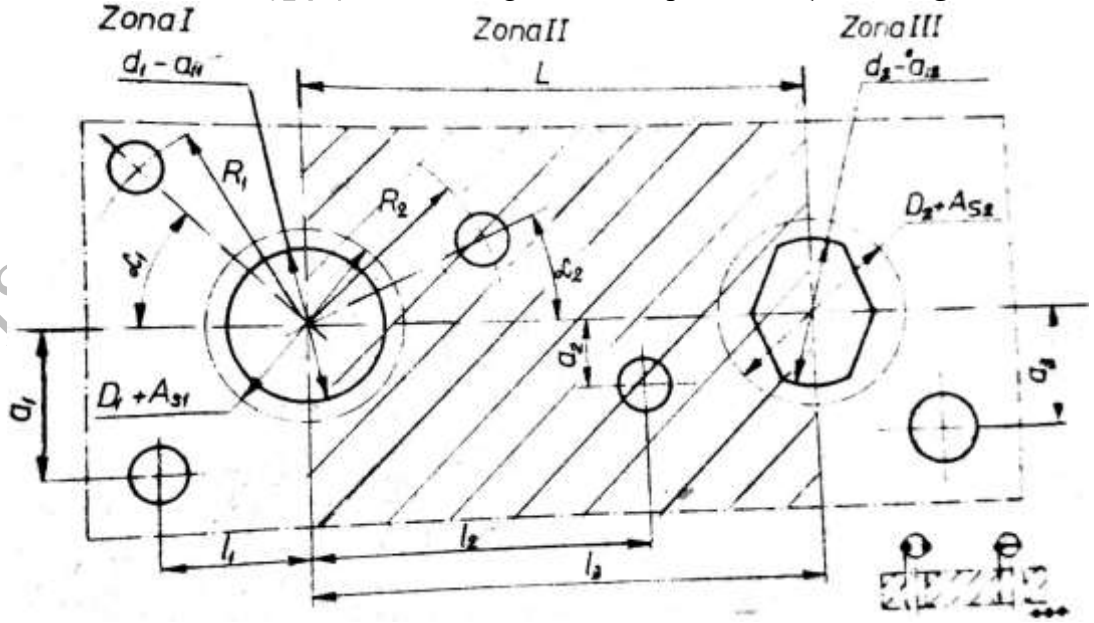


Fig.4.22 Orientarea pe două suprafețe cilindrice interioare paralele (pe bolț cilindric cu joc funcțional și pe bolț cilindric frezat cu joc funcțional) și o suprafață plană, cazul 2

În acest caz, alezajul principal este introdus pe un **bolț cilindric cu joc funcțional**, iar cel secundar, pe **un bolț cilindric frezat**, de asemenea **cu joc funcțional**.
Determinarea erorilor trebuie să se facă pentru poziția cea mai defavorabilă pe care o poate ocupa semifabricatul în dispozitiv, la prelucrarea respectivă. Pentru cazul considerat în Fig.4.22 cele mai defavorabile situații sunt:
1 - când semifabricatul ocupă poziția din **Fig.4.23**, prelucrarea **zonelor exterioare, I și III**, din Fig.4.22, se realizează cu **erori maxime**;
2 - când semifabricatul ocupă poziția din Fig.4.24, prelucrarea dimensiunilor din **zona II**, dintre cele două axe ale bolțurilor din Fig.4.22, se execută cu **erori maxime**

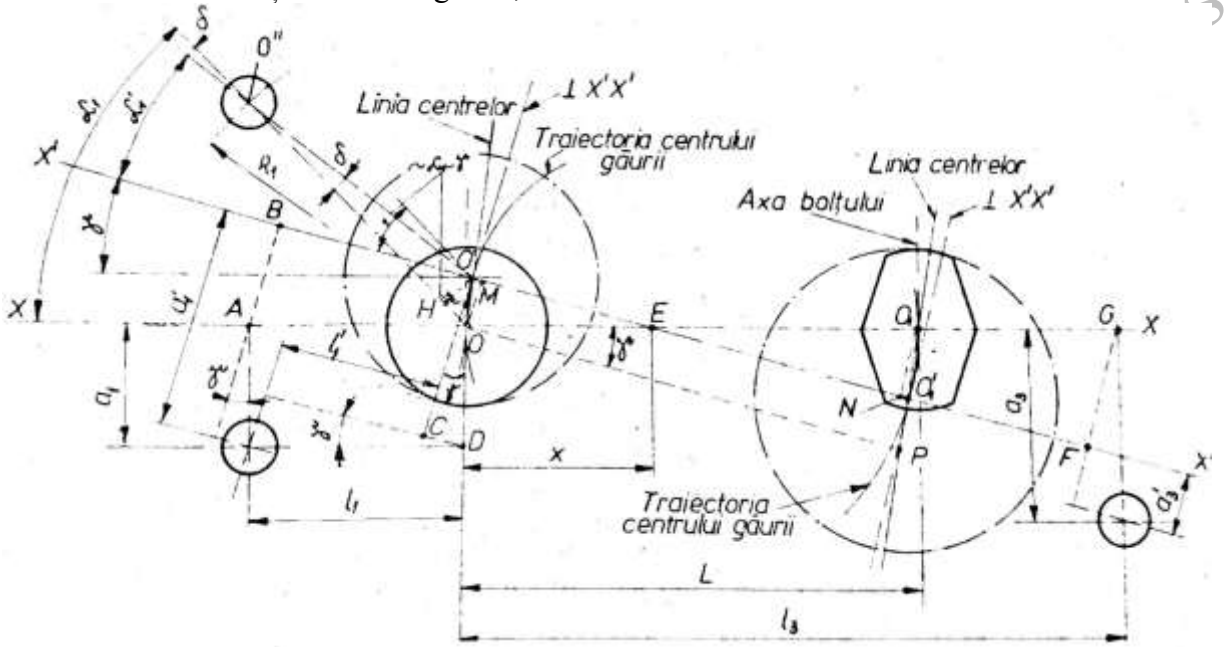


Fig.4.23 . Schemă pentru calculul erorilor în cazul orientării pe două suprafețe cilindrice interioare paralele și o suprafață plană, cazul 1, cu rotirea semifabricatului cu unghiul γ

În ambele cazuri erorile maxime apar atunci când sunt îndeplinite următoarele condiții:
- ❑ diametrele alezajelor pe care se face orientarea sunt maxime iar diametrele bolțurilor minime;
- ❑ distanțele între axele cepurilor și alezajelor sunt egale.

Pentru determinarea erorilor de orientare la cotele a_1, a_2, a_3 și l_1, l_2 și l_3 (indicii corespund zonelor), precum și a erorilor la unghiurile α și α_1 se stabilesc relații de calcul pe baza figurilor 4.23 și 4.24.
În **Fig.4.23**, ca urmare a rotirii semifabricatului, cota a_1 se va modifica, devenind a_1'.
Considerând că semifabricatul se poate roti în ambele sensuri, eroarea de orientare este:

$$\varepsilon_{o(a)} = 2(a_1' - a_1) = 2(a_1 \cos\gamma + AB - a_1) \qquad (4.36)$$

în care unghiul γ rezultă din triunghiul isoscel **OO_1P**:

$$\gamma = 2arcsin\frac{j_1+j_2}{4L} \qquad (4.37)$$

Dacă se acceptă, cu suficientă precizie pentru calculele practice, că liniile centrelor perechilor de bolțuri și găuri din Fig.4.23 sunt perpendiculare pe axa rotită OO_1' a semifabricatului, atunci $OO' \approx OM$ și $O_1O_1' \approx O_1N$ iar

$$\gamma = 2arcsin\frac{j_1+j_2}{2L} \qquad (4.38)$$

În relațiile (4.37) și (4.38) j_1 și j_2 reprezintă jocurile dintre bolțuri și găuri, ale căror expresii sunt:

DISPOZITIVE TEHN

$$j_1 = \begin{cases} \sqrt{A_{s_1}^2 + a_{i_1}^2}\ dacă\ D_1 = d_1 \\ D_1 - d_1 + \sqrt{A_{s_1}^2 + a_{i_1}^2}\ dacă\ D_1 \neq d_1 \end{cases} \quad j_2 = \begin{cases} \sqrt{A_{s_2}^2 + a_{i_{12}}^2}\ dacă\ D_2 = d_2 \\ D_2 - d_2 + \sqrt{A_{s_1}^2 + a_{i_1}^2}\ dacă\ D_2 \neq d_2 \end{cases}$$

Pentru calculul segmentului AB se ia în considerare asemănarea **triunghiurilor *EOO'*** și ***EO$_1$O***':

$$\frac{OO'}{O_1O_1'} = \frac{x}{EO_1} \rightarrow \frac{j_1}{j_2} = \frac{x}{L-x} \rightarrow Lj_1 - xj_1 = xj_2 \rightarrow Lj_1 = x(j_1+j_2) \rightarrow x = \frac{Lj_1}{j_1+j_2} \quad (4.39)$$

Apoi, cunoscându-l pe x, se consideră asemănarea **triunghiurilor *EOM*** (în *care OM ≈ OO' = j_1*) și ***EAB***:

$$\frac{AB}{OM} = \frac{AE}{x} \rightarrow AB = \frac{AE\ OM}{x} = \frac{(l_1+x)OM}{x} \xrightarrow{OM \approx OO' = j_1;\ (4.39)} AB = \frac{\left(l_1 + \frac{Lj_1}{j_1+j_2}\right)j_1}{\frac{Lj_1}{j_1+j_2}} = \frac{(l_1j_1 + l_1j_2 + Lj_1)}{L} \rightarrow$$

$$AB = \frac{L(j_1+j_2)+Lj_1}{L} \quad (4.40)$$

Dacă unghiul de rotație a găurilor (γ din Fig.4.23) este foarte mic, în baza relației (4.36) se poate accepta $\boldsymbol{\varepsilon_{o(a_1)} = 2AB}$.

Eroarea de orientare la cota a_3 rezultă:

$$\varepsilon_{o(a)} = 2\left(a_3 - a_3'\right) = 2\left[a_3 - (a_3 \cos\gamma + GF)\right] \quad (4.41)$$

$$GF = (l_3 - x)\frac{j_2}{L-x} = \left(l_3 - \frac{Lj_1}{j_1+j_2}\right)\frac{j_2}{L-\frac{Lj_1}{j_1+j_2}} = \frac{Lj_1+l_3(j_1+j_2)}{L} \quad (4.42)$$

Eroarea $\varepsilon_{(a_2)}$ se calculează cu ajutorul **Fig.4.24:**

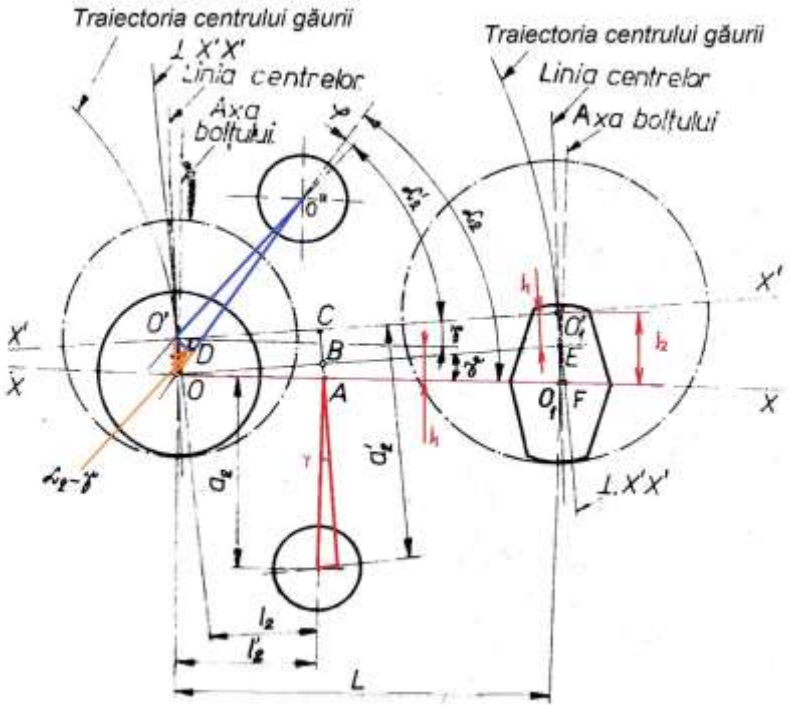


Fig.4.24 Schemă pentru calculul erorilor în cazul orientării pe două suprafețe cilindrice interioare paralele și o suprafață plană, cazul 2.

$$\varepsilon_{(a_2)} = 2(a_2' - a_2) = 2(a_2 cos\gamma + AC - a_2) \quad (4.43)$$

Pentru valori foarte mici ale unghiului γ, se poate considera cos γ ≈ 1 și atunci: $\varepsilon_{(a_2)} = 2AC$.

Eroarea de orientare a unghiului α_2 va fi:

$\varepsilon_{(\alpha_2)} = 2(\alpha_2 - \alpha_2') = 2(\gamma+\varphi)$, în care, din ΔO'DO":

$$\varphi = arctg\frac{O'D}{O"D} = \frac{j_1 cos(\alpha_2-\gamma)}{2R - j_1 sin(\alpha_2-\gamma)} \quad (4.44)$$

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

d) ***Orientarea pe două suprafețe cilindrice interioare perpendiculare și pe o suprafață plana, paralelă cu una dintre acestea***. Un prim mod de orientare este prezentat în **Fig.4.25**, în care alezajul principal al semifabricatului este centrat pe un bolț conic mobil, alezajul secundar este orientat pe un bolț conic mobil frezat, iar planul frontal este așezat pe suprafața plană a dispozitivului.

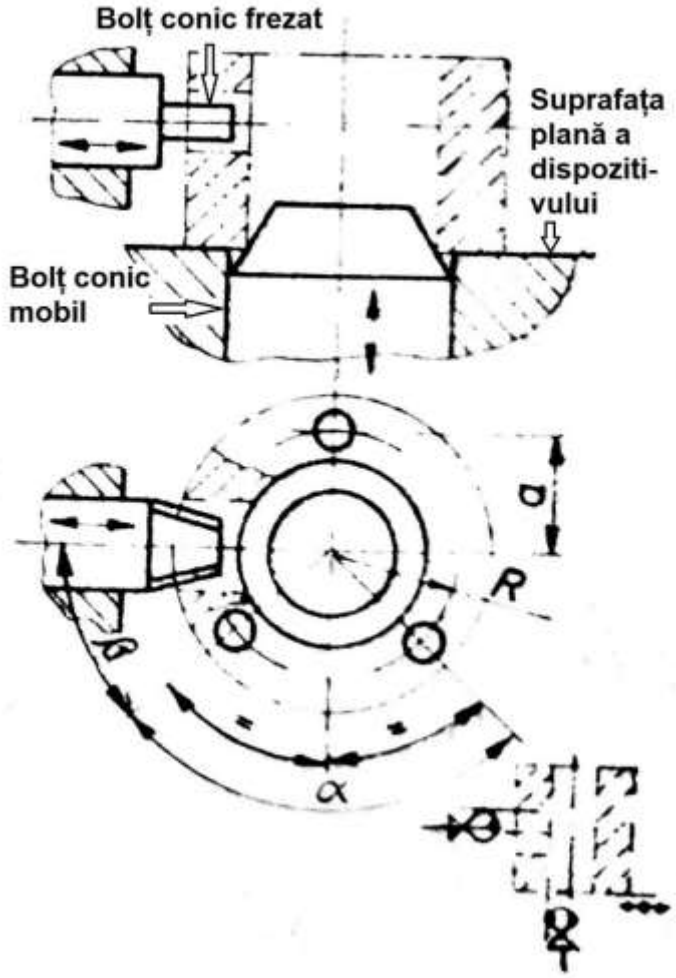


Fig.4.25 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea pe două suprafețe cilindrice interioare perpendiculare și o bază plană, cazul 1

În acest caz precizia de orientare este maximă, erorile obținute la dimensiunile ***a, R, α și β*** putând fi:

- ❑ zero,
- ❑ influențate de valoarea ***2Htgβ***, dacă nu este asigurată pe perpendicularitatea dintre alezajul principal și baza plană. În acest caz erorile se vor calcula conform relațiilor:
  - ❖ (4.20), $\varepsilon_{o(a)} = \varepsilon_{o(R)} = \varepsilon_{o(\div f)} = 2H\ tg\beta$;
  - ❖ (4.23), $\varepsilon_{o(\alpha)} \approx 2arctg\frac{2Htg\beta\sin(\alpha/2)}{R}$

sau

$$\varepsilon_{o(\div\alpha)} \approx \gamma_1 + \varphi_1 = 2arctg\frac{2Htg\beta\cos(\alpha/2)}{R}$$

Altă posibilitate de orientare este prezentată în **Fig.4.26** unde, în locul bolțului conic frezat din figura 4.25, este utilizat, un ***bolț cilindric frezat***, astfel că între gaură și bolț exista întotdeauna un joc funcțional, care permite rotirea semifabricatului în jurul axei bolțului principal. Erorile de orientare se stabilesc cu ajutorul Fig.4.26(b), din care rezultă că, la o rotire a semifabricatului cu unghiul ±γ, se obțin următoarele erori:

DISPOZITIVE de curs

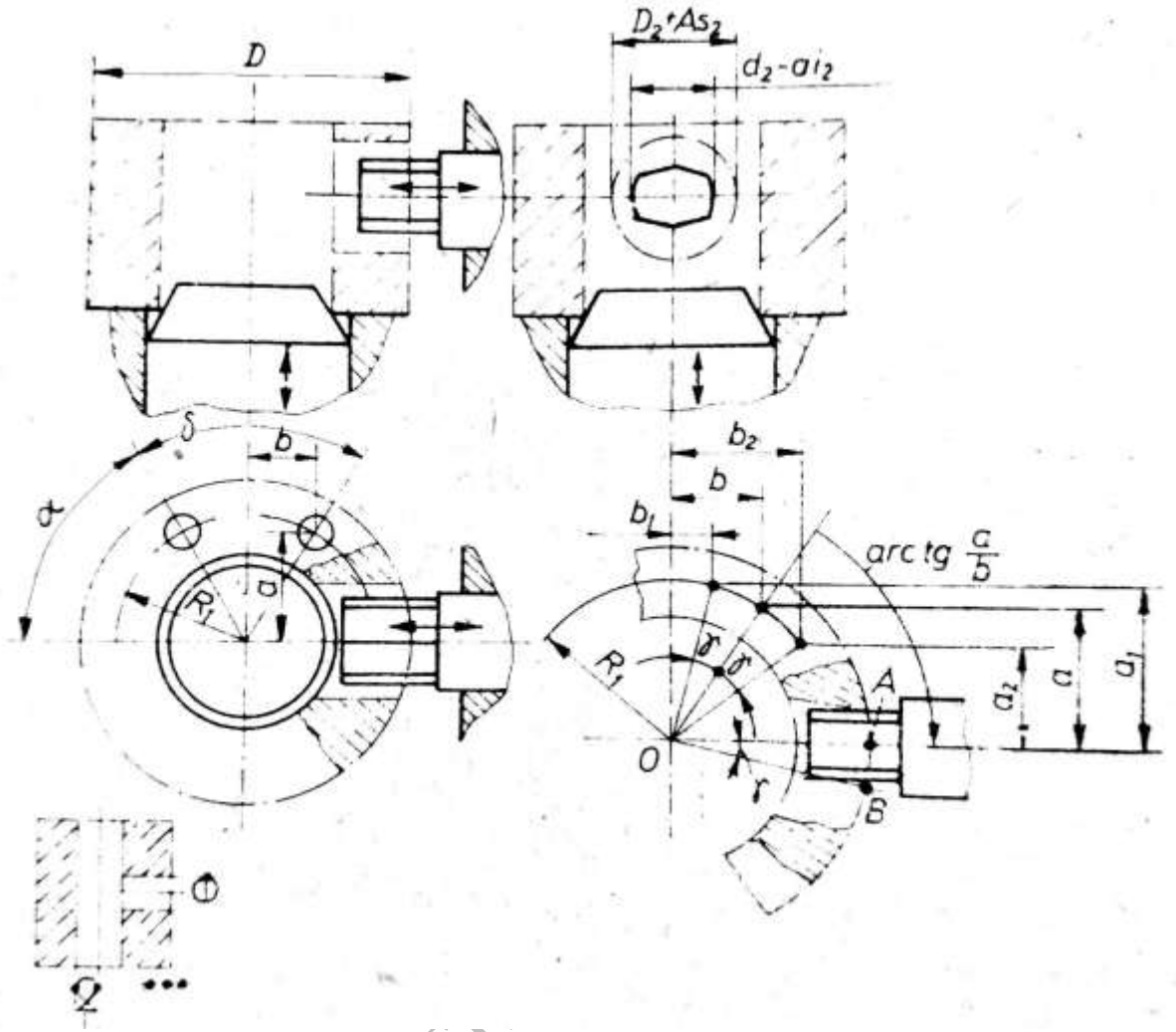


Fig.4.26 Schemă pentru calculul erorilor în cazul orientării pe două suprafețe cilindrice interioare perpendiculare și o bază plană, cazul 2.

$$\varepsilon_{o(a)} = a_1 - a_2 =$$

$$= Rsin\left(arctg\frac{a}{b}+\gamma\right) - Rsin\left(arctg\frac{a}{b}-\gamma\right) = R\left[sin\left(arctg\frac{a}{b}+\gamma\right) - sin\left(arctg\frac{a}{b}-\gamma\right)\right].$$

Știind că $sinx - siny = 2sin\frac{x-y}{2}cos\frac{x+y}{2}$, rezultă

$$\varepsilon_{o(a)} = 2Rsin\frac{arctg\frac{a}{b}+\gamma-\left(arctg\frac{a}{b}-\gamma\right)}{2}cos\frac{arctg\frac{a}{b}+\gamma+\left(arctg\frac{a}{b}-\gamma\right)}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \varepsilon_{o(a)} = 2Rsin\gamma\, cos\left(arctg\frac{a}{b}\right) \qquad (4.45)$$

În care: $\gamma = arctg\frac{AB}{OA} \approx arctg\frac{j_2}{D}$ iar R=$\sqrt{a^2+b^2}$

Pentru calculul jocului j_2 se pot folosi relațiile:

$j_2 = \sqrt{A_s^2 + a_i^2}$, dacă D_2=d_2, sau j_2 = D_2-d_2+$\sqrt{A_s^2 + a_i^2}$, dacă $D_2 \neq d_2$

In fine, alezajul principal poate fi orientat pe un cep cilindric, restul elementelor de orientare păstrându-se ca în Fig.4.26.

Erorile de orientare se calculează, în acest caz, conform **Fig.4.27** cu ajutorul relațiilor:

$$\varepsilon_{o(a)} \approx \sqrt{4R^2cos^2\left(arctg\frac{a}{b}\right)sin^2\gamma + (2Htg\beta)^2}$$

sau

DISPOZITIVE TEH

$$\varepsilon_{o\,(a)} \approx \sqrt{A_s^2 + a_i^2 + (2Htg\beta)^2}$$

luându-se în considerație valoarea cea mai mare.

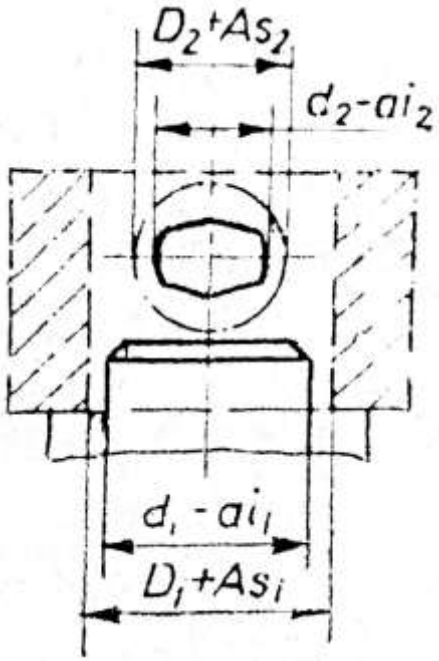


Fig. 4.27. Schemă pentru calculul erorilor în cazul orientării pe două suprafețe cilindrice interioare) perpendiculare și o bază plană, cazul 3

4.2.3 Calculul erorilor în cazul orientării semifabricatelor pe suprafețe cilindrice exterioare, pe muchii circulare și pe combinații ale acestora cu suprafețe plane

În scopul stabilirii erorilor care apar la orientarea în dispozitive a semifabricatelor cu suprafețe cilindrice exterioare, se vor lua în considerare posibilitățile de orientare a acestora pe diferite tipuri de reazeme.

a) Calculul erorilor în cazul orientării suprafețelor cilindrice exterioare pe prisme. În cazul orientării pe prisme, precizia de orientare este influențată de mai mulți factori, ca de exemplu:

- toleranța la diametrul semifabricatului, $\mathbf{T_D}$
- unghiul prismei, $\boldsymbol{\alpha}$
- poziția suprafeței prelucrate față de axa prismei

Se consideră cazul general în care pe un semifabricat cilindric așezat în prismă se execută o suprafață plană, înclinată cu unghiul β față de axa prismei și condiționată de una din cotele h_1, h_2 sau h_3, conform **Fig.4.28**.

Diametrul semifabricatului variază în intervalul D – d = T_D.

Datorită variației diametrului, se produc următoarele deplasări:

- bazele de orientare (care reprezintă generatoarele de contact dintre semifabricat și prismă) se vor deplasa din punctele A_1 în A,
- bazele de cotare ale dimensiunilor h_l, h_2 și h_3 se vor deplasa din punctele B_1, O_1 și C_1 în B, O și respectiv C, determinând, pe direcția de măsurare, erorile de orientare:

$\varepsilon_{o(h_1)}$= B_1B'; $\varepsilon_{o(h_2)}$= O_1O' și $\varepsilon_{o(h_3)}$= C_1C'. Relațiile de calcul al acestor erori se pot stabili astfel:

$\varepsilon_{o(h_1)}$=B_1B'=O_1B_1-O_1B'=$\frac{D}{2}$ - O_1B', în care O_1B'=EB = EO + OB = $\boldsymbol{O_1O}\sin\beta+\frac{d}{2}$

cum $O_1O=\frac{T_D}{2\sin(\alpha/2)} \rightarrow O_1B'=\frac{T_D\sin\beta}{2\sin(\alpha/2)}+\frac{d}{2} \rightarrow \varepsilon_{0(h_1)}=\frac{D}{2}-(\frac{T_D\sin\beta}{2\sin(\alpha/2)}+\frac{d}{2}) =$

$$=\frac{D-d}{2}-\frac{T_D}{2}\frac{\sin\beta}{\sin(\alpha/2)} \rightarrow \varepsilon_{0(h_1)}=\frac{T_D}{2}(1-\frac{\sin\beta}{\sin(\alpha/2)}) \qquad (4.46)$$

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

$$\varepsilon_{o(h_2)}=O_1O'=EO=\frac{T_D sin\beta}{2\sin(\alpha/2)} \quad (4.47)$$

$\varepsilon_{o(h_3)}=C_1C'= O_1C_1-O_1C'= \frac{D}{2}$ - EC. Cum $EC=OC-EO=\frac{d}{2}-\frac{T_D sin\beta}{2\sin(\alpha/2)} \rightarrow$

$$\rightarrow \varepsilon_{o(h_3)}=\frac{D}{2}-(\frac{d}{2}-\frac{T_D sin\beta}{2\sin(\alpha/2)})=\frac{D-d}{2}+\frac{T_D}{2}\frac{sin\beta}{\sin(\alpha/2)}=\frac{T_D}{2}(1+\frac{sin\beta}{\sin(\alpha/2)}) \quad (4.48)$$

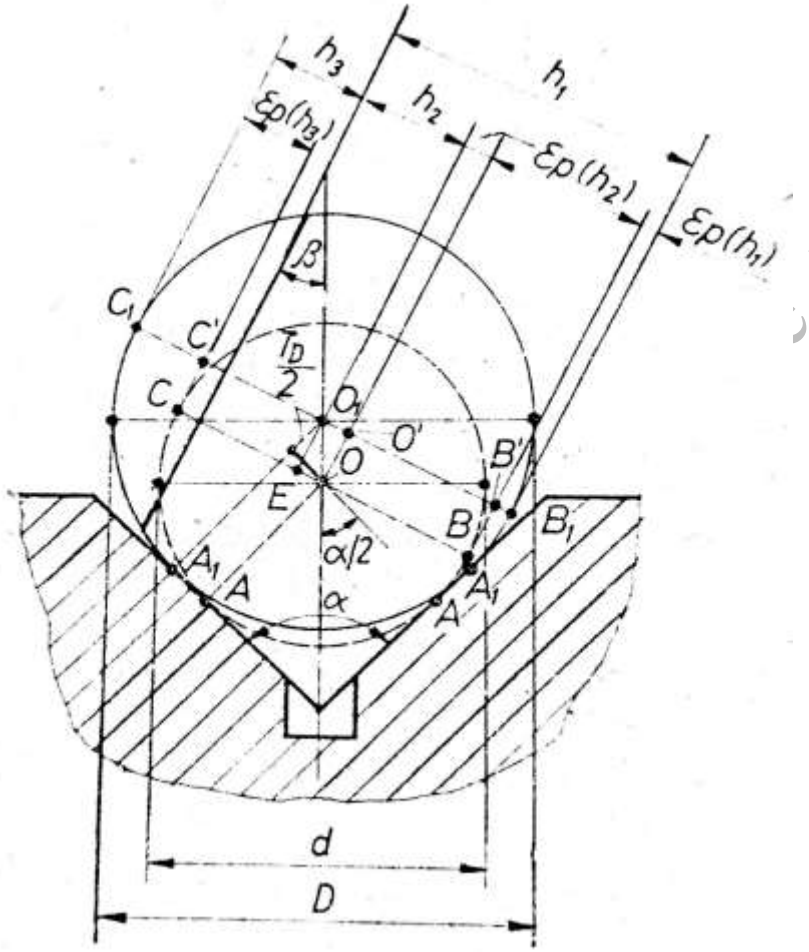


Fig.4.28 Schemă generală pentru calculul erorilor la orientarea a suprafețelor cilindrice exterioare pe prisme

Dând diferite valori unghiului β sub care se executa suprafața prelucrată, expresiile (4.46) — (4.48) iau forma din **Tab.4.2**.

Tab.4.2 Variația erorilor de orientare a cotelor de prelucrarea a unei suprafețe plane înclinate, pe suprafața unei piese cilindrice, în funcție de unghiul (β) de înclinare a suprafeței față de axa

ε_p \ β	β = 0^0	β = 90^0	$\beta=\frac{\alpha}{2}$
$\varepsilon_{o(h_1)}=\frac{T_D}{2}(1-\frac{sin\beta}{\sin(\alpha/2)})$	$\frac{T_D}{2}$	$\frac{T_D}{2}(1-\frac{1}{\sin(\alpha/2)})$	0
$\varepsilon_{o(h_2)}=\frac{T_D sin\beta}{2\sin(\alpha/2)}$	0	$\frac{T_D}{2\sin(\alpha/2)}$	$\frac{T_D}{2}$
$\varepsilon_{o(h_3)}=\frac{T_D}{2}(1+\frac{sin\beta}{\sin(\alpha/2)})$	$\frac{T_D}{2}$	$\frac{T_D}{2}(1+\frac{1}{\sin(\alpha/2)})$	T_D

Analiza comparativă a acestora permite stabilirea următoarelor concluzii:

- în general, erorile de orientare scad odată cu creșterea preciziei de execuție a diametrului exterior al semifabricatului, excepție făcând:

- $\varepsilon_{o(h_2)}$ pentru $\beta = 0$ și
- $\varepsilon_{o(h_1)}$ pentru $\beta = \alpha/2$,

cazuri în care erorile respective rezultă zero, indiferent de toleranța de execuție a semifabricatului;

- pentru situația generală de prelucrare, $\beta \neq 0$, $\beta \neq \alpha/2$ ca și pentru $\beta = 90^0$, erorile de orientare scad odată cu crește rea unghiului α al prismei. De aici rezultă că pentru lucrări precise se vor alege prisme cu unghiuri $\alpha = 120°$.

In **Fig.4.29** sunt prezentate cazurile particulare de orientare pe prisme, pentru care:

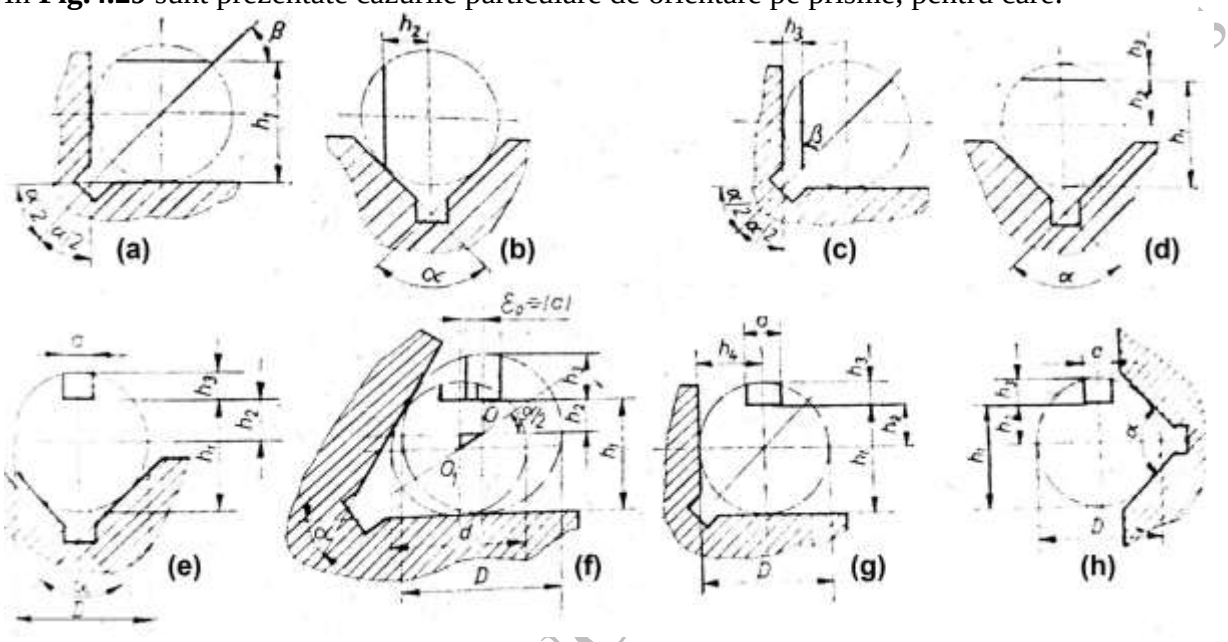


Fig.4.29 Scheme pentru calculul erorilor la orientarea pe prisme, cazuri particulare

- erorile la cotele h_1, h_2 sau h_3 rezultă zero, ca în Fig.4.29(a), (b), respectiv (c);
- unghiul $\beta = 90°$ conform Fig.4.29(d), când orientarea este însoțită de erori la toate dimensiunile analizate.

Daca în locul unei frezări plane, pe semifabricatul orientat pe prismă se execută un canal, relațiile de calcul pentru cotele h_1, h_2, h_3 sunt cele înscrise în Tab. 4.2 pentru:

- $\beta = 90°$, conform Fig.4.29(e);
- $\beta = \alpha/2$, conform Fig.4.29(f) și (g);
- $\beta = 0$, conform Fig.4.29(h)

iar eroarea de orientare la simetria canalului rezultă:

$\varepsilon_{o(\div\alpha)} = 0$, conform Fig.4.29(a);

$\varepsilon_{o(\div\alpha)} = \frac{T_D}{2}$, conform Fig.4.29(c);

$\varepsilon_{o(\div\alpha)} = \frac{T_D}{2}\frac{1}{\sin(\alpha/2)}$, conform Fig.4.29(d).

Atunci când, pe un semifabricat orientat într-o prismă, se execută două găuri situate la unghiul β, conform **Fig.4.30**, eroarea de orientare se poate calcula în mod analog cu cazul prezentat în Fig.4.13, cu deosebirea că în situația de față distanța pe care se deplasează centrul semifabricatului este modificată.

Rezultă:

$$tg\frac{\gamma}{2} = \frac{\frac{T_D}{2}sin\frac{\beta}{2}}{\frac{T_D}{2}cos\frac{\beta}{2}+Rsin\frac{\alpha}{2}} = \frac{T_D sin\frac{\beta}{2}}{T_D cos\frac{\beta}{2}+2Rsin\frac{\alpha}{2}}$$

Având în vedere că deplasarea centrului poate avea loc atât deasupra cât și dedesubtul centrului teoretic, relația de calcul a erorii totale rezultă:

DISPOZITIVE TEHN.

$$\varepsilon_{o(\beta)} \approx \gamma \approx 2\, arctg\, \frac{T_D \sin\frac{\beta}{2}}{2R\sin\frac{\alpha}{2}} \qquad (4.49)$$

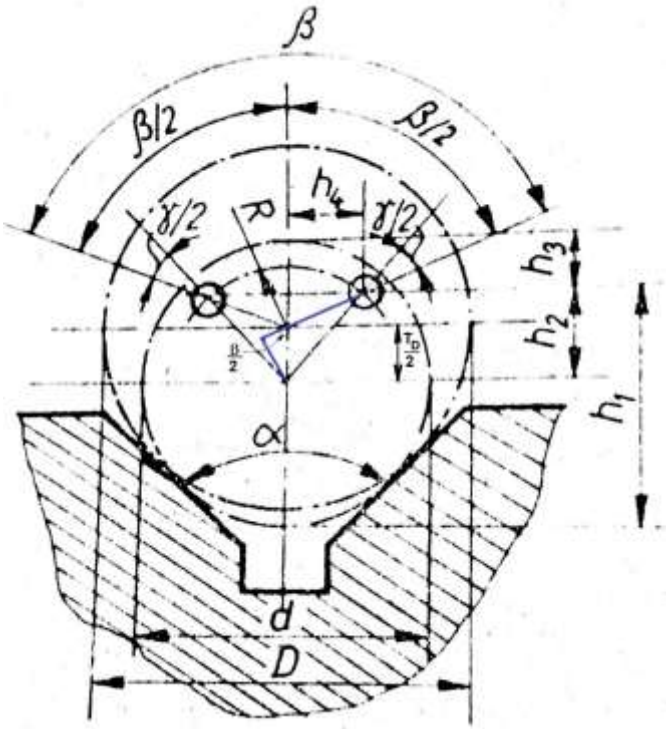


Fig.4.30 Scheme pentru calculul erorilor la orientarea pe prisme

Dacă găurile sunt determinate de una din dimensiunile h_1 ,h_2 sau h_3 și h_4, conform Fig.4.30(a) și (b), calculul erorilor de orientare se face cu relațiile din Tab.4.2 pentru β =90° iar pentru h_4 eroarea este $\varepsilon_{o(h_4)}$=0.

În cazul orientării din **Fig.4.31**, calculul erorii unghiului se face prin analogie cu cazul prezentat în Fig. 4.14.

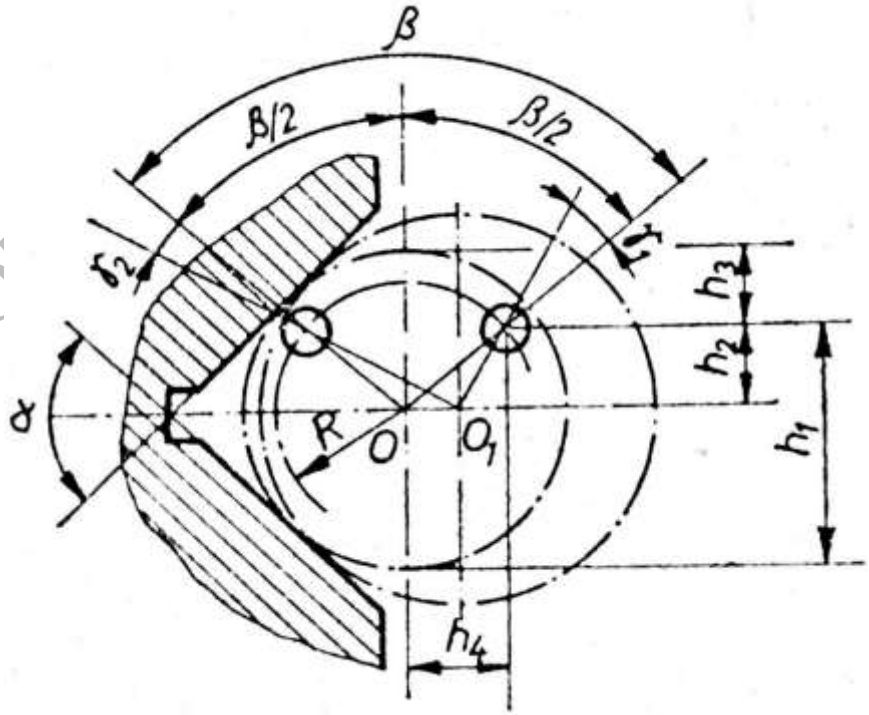


Fig.4.31 Scheme pentru calculul erorilor la orientarea pe prisme

Atunci când orientarea semifabricatelor cilindrice se face cu ajutorul unui sistem autocentrant cu prisme, ca în **Fig.4.32**, erorile de orientare la cotele raportate la centrul semifabricatului devin zero, iar cele legate de exteriorul acestuia sunt afectate de toleranța T_D la diametrul exterior.

$$\varepsilon_{o(\beta)} = \varepsilon_{0(\gamma)} = \varepsilon_{0(R)} + \varepsilon_{0(b)} = 0;\ \varepsilon_{o(c)} = \frac{T_D}{2},$$

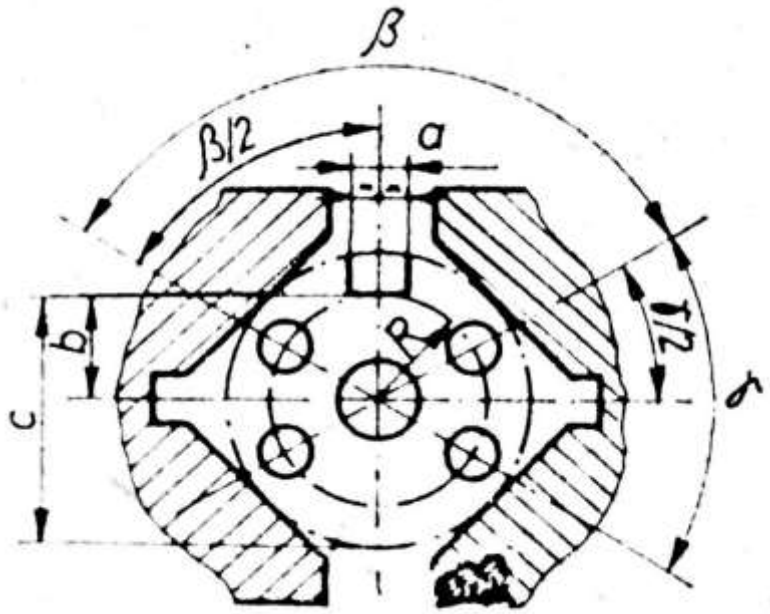


Fig.4.32 Scheme pentru calculul erorilor, în cazul folosirii sistemelor autocentrante, cu prisme

Adeseori, în limitele câmpului de toleranță prescris, semifabricatele rezultă cu abateri de la forma geometrică corecta, conicități, ovalități, etc. care, în cazul orientării pe prisme, pot provoca erori de orientare considerabile. În **Fig.4.33** se prezintă un semifabricat de lungime L, cu suprafața exterioară conică ($D - d = T_d$), așezat într-o prismă al cărui unghi este α.
Conicitatea semifabricatului este:

$$C = \frac{D-d}{L} = \frac{T_d}{L}$$

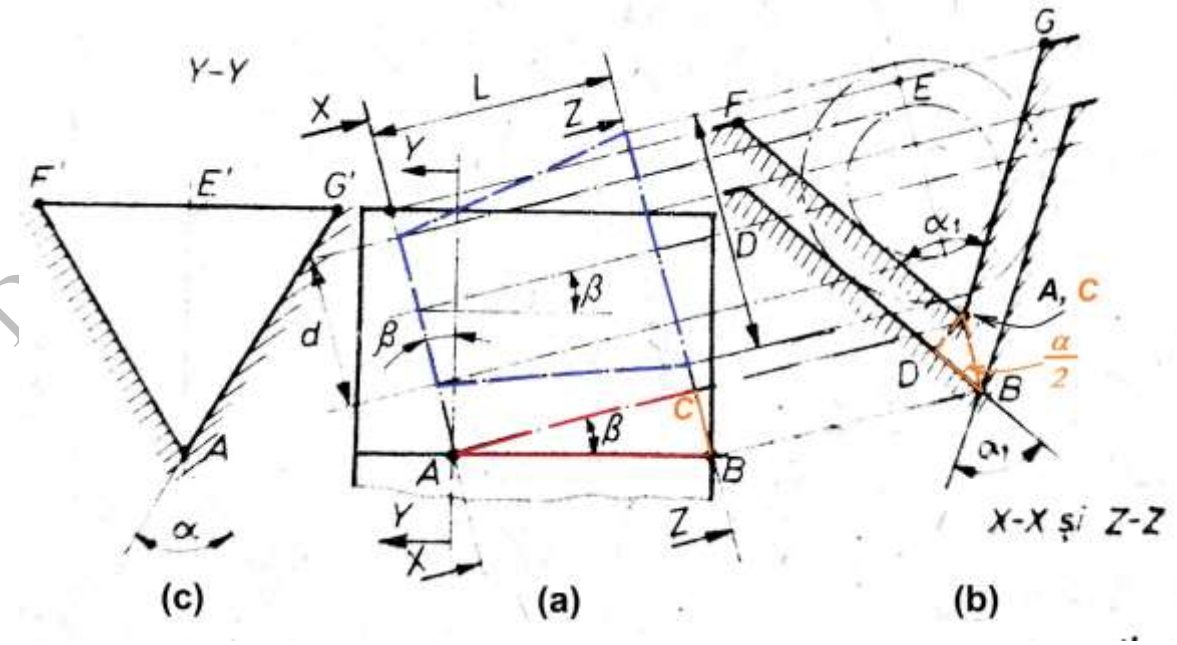


Fig.4.33 Schema pentru calculul erorilor datorate abaterilor de formă, la orientarea pe prisme, cazul 1

La așezarea semifabricatului pe prisma apare o înclinare a axei acestuia, a cărei valoare se poate determina folosind secțiunea axială din Fig.4.33(a) și secțiunile normale pe axa semifabricatului, X-X și Z-Z din Fig.4.33(b) și pe baza prismei, Y-Y din Fig.4.33(c).

$tg\beta = \frac{CB}{AC} = \frac{CB}{L}$, în care $CB = \frac{CD}{\sin(\frac{\alpha_1}{2})} = \frac{T_d}{2\sin(\frac{\alpha_1}{2})} \rightarrow tg\beta = \frac{T_d}{2L\sin(\frac{\alpha_1}{2})} = \frac{C}{2\sin(\frac{\alpha_1}{2})}$ (4.50)

Din ΔAEG și ΔA'E'G $\rightarrow tg\frac{\alpha_1}{2} = \frac{EG}{AE} = \frac{E'G'}{AE}$

dar $E'G' = AE'\text{tg}\frac{\alpha}{2}$. Cum AE' este proiecția lui AE, pe o direcție înclinată cu β, atunci

$AE = \frac{AE'}{cos\beta}$ și se obține: $tg\frac{\alpha_1}{2} = \frac{AE'tg\frac{\alpha}{2}}{\frac{AE'}{\cos\beta}} = tg\frac{\alpha}{2}\cos\beta$

Înlocuind $sin\frac{\alpha_1}{2} = \frac{tg\frac{\alpha_1}{2}}{\sqrt{1+tg^2\frac{\alpha_1}{2}}}$ în relația (4.50) rezultă:

$$tg\beta = \frac{C}{2\sin\frac{\alpha_1}{2}} = \frac{C\sqrt{1+tg^2\frac{\alpha_1}{2}}}{2tg\frac{\alpha_1}{2}} = \frac{C\sqrt{1+tg^2\frac{\alpha}{2}cos^2\beta}}{2tg\frac{\alpha}{2}\cos\beta} \rightarrow \frac{sin\beta}{cos\beta} = \frac{C\sqrt{1+tg^2\frac{\alpha}{2}(1-sin^2\beta)}}{2tg\frac{\alpha}{2}\cos\beta} \rightarrow$$

$$\rightarrow sin\beta = \frac{C\sqrt{1+tg^2\frac{\alpha}{2}(1-sin^2\beta)}}{2tg\frac{\alpha}{2}}$$

$$\rightarrow 4sin^2\beta tg^2\frac{\alpha}{2} = C^2(1+tg^2\frac{\alpha}{2} - tg^2\frac{\alpha}{2}sin^2\beta) \rightarrow (4tg^2\frac{\alpha}{2} + C^2tg^2\frac{\alpha}{2})\, sin^2\beta = C^2(1+$$

$$tg^2\frac{\alpha}{2}) \rightarrow sin\beta = C\sqrt{\frac{1+tg^2\frac{\alpha}{2}}{tg^2\frac{\alpha}{2}(4+C^2)}} \quad (4.51)$$

Această relație se utilizează în cazul l calculelor foarte exacte. Pentru determinările practice se poate folosi cu precizie satisfăcătoare relația (4.50), în care se consideră

$$\alpha = \alpha_1: tg\beta = \frac{C}{2\sin(\frac{\alpha}{2})} \quad (4.52)$$

Atunci când semifabricatele cilindrice sunt obținute prin matrițare, acestea pot avea erori de formă datorate deplasării matrițelor. Considerând drept δ mărimea acestei deplasări, valoarea erorii de orientare a axei semifabricatului pentru cazul în care urma planului de separație este perpendiculară pe planul de simetrie al prismei, conform **Fig.4.34**,

$$\text{rezultă: } \varepsilon_o^p = \delta \quad (4.52)$$

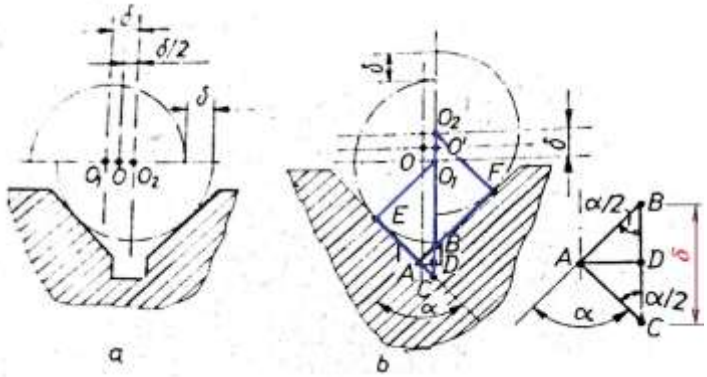


Fig.4.34 Schemă pentru calculul erorilor datorate abaterilor de formă la orientarea pe prisme, cazul 2.

La poziția paralelă a planului de separație cu planul de simetrie al prismei, Fig.4.34(b), axa semifabricatului se deplasează lateral din punctul
O în O'.

$$\varepsilon_o = OO' = AD = \frac{BC}{2}tg\frac{\alpha}{2} = \frac{O_1O_2}{2}tg\frac{\alpha}{2} = \frac{\delta}{2}tg\frac{\alpha}{2} \quad (4.53)$$

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

Matrițarea insuficientă a semifabricatelor cilindrice provoacă ovalizarea secțiunii acestora, prin creșterea dimensiunii perpendiculare pe planul de separație al matrițelor. Dacă aceste semifabricate ovale sunt așezate în prisme, ele vor determina apariția unor erori de orientare, ale căror valori se calculează pe baza schemelor din **Fig.4.35**.

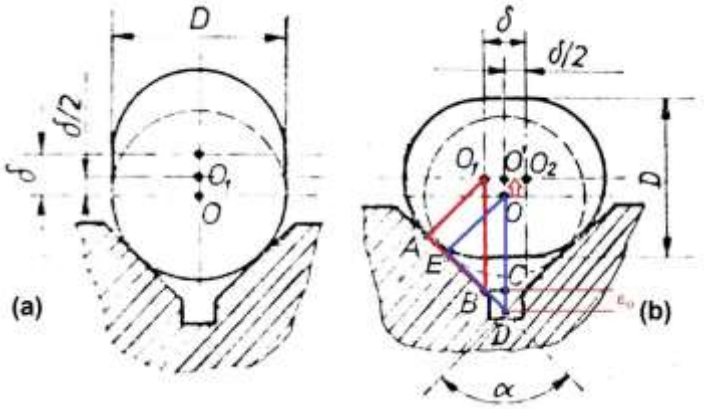


Fig.4.35 Schemă pentru calculul erorilor datorate abaterilor de formă la orientarea pe prisme, cazul 3

Pentru poziția din Fig.4.35(a), axa semifabricatului se deplasează din O în O_1 rezultând eroarea:

$$\varepsilon_o = OO_1 = \frac{\delta}{2} \tag{4.54}$$

unde δ reprezintă abaterea de la circularitate.
În Fig.35(b), axa semifabricatului se deplasează din O în O', adică exact cu eroarea de orientare. Pentru determinarea erorii de orientare se consideră egalitatea triunghiurilor O_1AB si OED. Se obține:

$$\varepsilon_o = OO' = CD = \frac{\delta}{2tg\frac{\alpha}{2}} \tag{4.55}$$

b) ***Calculul erorilor la orientarea suprafețelor cilindrice exterioare în bucșe rigide.*** Orientarea bazelor cilindrice exterioare în bucșe rigide, cu joc funcțional, este similară orientării bazelor cilindrice interioare pe bolțuri rigide.
Dacă la prelucrarea unei găuri în semifabricatul cu diametrul d, centrat într-o bucșă rigidă cu diametrul D conform **Fig.4.36**, interesează una din cotele h_1, h_2 sau h_3, erorile de orientare care afectează aceste cote sunt:

$$\varepsilon_{o\,(h_1)} = \varepsilon_{o\,(h_2)} = \varepsilon_{o\,(h_3)} = j = \sqrt{A_s^2 + a_i^2} \tag{4.55}$$

în care j este jocul dintre semifabricat și bucșă, A_s - abaterea superioară diametrului bucșei și a_i – abaterea inferioară a semifabricatului.

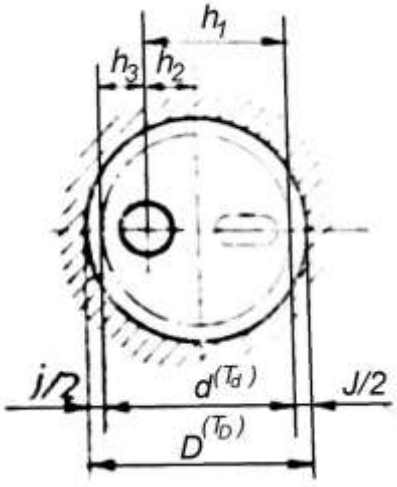


Fig.4.36 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea pe bucșe rigide

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

c) Calculul erorilor de orientare în mecanisme autocentrante. Calculul se referă la orientarea suprafețelor cilindrice în mecanisme cu pârghii, bacuri, bucșă elastică etc.
În cazul folosirii mecanismelor autocentrante, orientarea se face după două plane de simetrie, fără joc funcțional între suprafața cilindrică exterioară a semifabricatului și suprafața elementelor de dispozitiv care fac orientarea, conform exemplului din Fig.4.37.

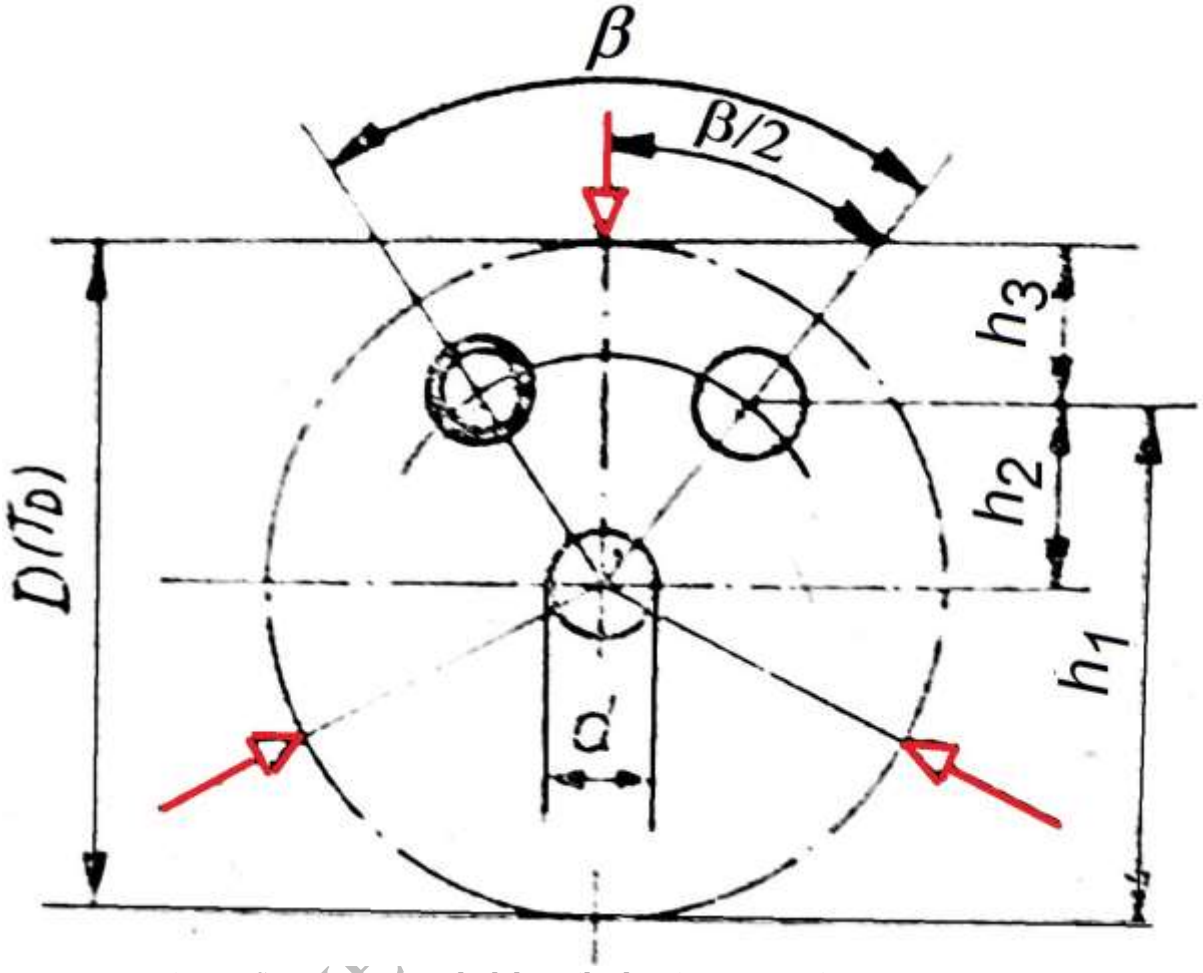


Fig.4.37 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea cu sisteme autocentrante

Erorile de orientare, la prelucrarea semifabricatelor cilindrice poziționate în acest mod, vor fi:

- zero pentru cotele legate de axa suprafeței cilindrice a semifabricatului;
- afectare de toleranța T_D a diametrului acesteia, pentru cotele raportate la exterior:

$$\varepsilon_{o\,(\odot d)} = 0 \quad \varepsilon_{o\,(D)} = 0 \quad \varepsilon_{o\,(\beta)} = 0 \quad \varepsilon_{o\,(\beta/2)} = 0 \quad \varepsilon_{o\,(h_2)} = 0$$

$$\varepsilon_{o\,(h_1)} = \frac{T_D}{2} \qquad \varepsilon_{o\,(h_3)} = \frac{T_D}{2}$$

4.2.4 Calculul erorilor în alte situații tipice de orientare a semifabricatelor pe combinații de suprafețe cilindrice și plane

Pe baza relațiilor de calcul al erorilor stabilite anterior pentru orientarea diferitelor tipuri de baze, folosind reazeme specifice, se pot determina erorile de orientare pentru diverse cazuri de combinare a acestor baze, utilizându-se diferite tipuri de elemente de reazem.
În figura **4.38**, semifabricatul, de forma unei plăci cu doua cepuri cilindrice, este orientat în două moduri diferite.
În Fig.4.38(a) semifabricatul este așezat cu suprafața plană pe suprafața dispozitivului, centrat într-o bucșă elastică și poziționat unghiular cu ajutorul unei prisme mobile. În această situație erorile de orientare pentru toate cotele marcate pe desen rezultă zero.

DISPOZITIVE

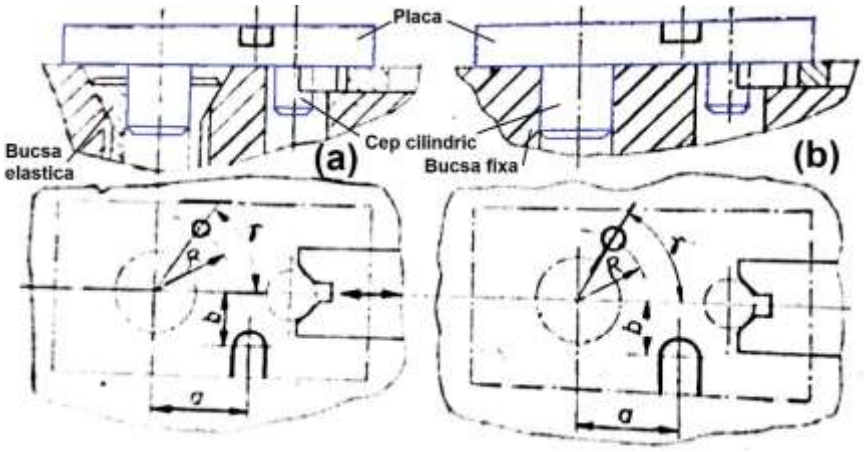


Fig.4.38 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea unei plăci plane cu două cepuri cilindrice: (a) pe bucșă elastică și prismă mobilă; (b) pe bucșă fixă

Dacă în locul bucșei elastice se folosește o bucșă rigidă cu joc funcțional, conform Fig.4.38(b), se folosește schema de calcul din **Fig.4.39** și orientarea este însoțită de următoarele erori:

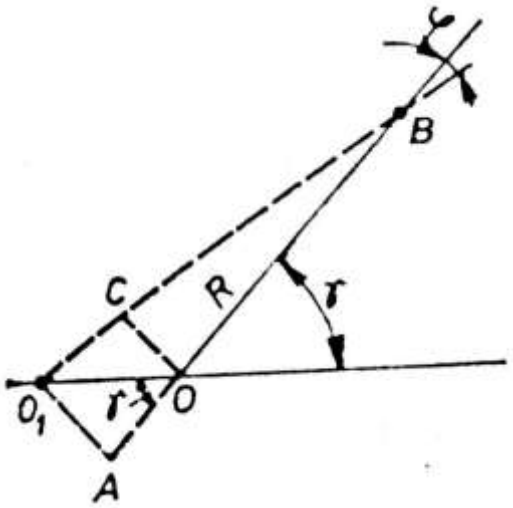


Fig.4.39 Schemă de calcul aferentă Fig.4.38(b)

$\varepsilon_{o(\gamma)} \approx arctg \frac{\sqrt{A_s^2+a_i^2}\sin\gamma}{2R+\sqrt{A_s^2+a_i^2}\cos\gamma}$; $\varepsilon_{o(R)} \approx \frac{\sqrt{A_s^2+a_i^2}}{2}$; $\varepsilon_{o(a)} = \frac{\sqrt{A_s^2+a_i^2}}{2}$; $\varepsilon_{o(b)} = 0$, în care A_s-abaterea superioară a găurii și a_i-abaterea inferioară a bolțului.

Dacă prisma din Fig.4.38, a se înlocuiește cu un canal, în care bolțul secundar intră cu joc funcțional, ca în **Fig.4.40**, calculul erorilor de orientare se face cu relațiile stabilite pe baza Fig.4.24, în care jocul corespunzător alezajului și bolțului principal se consideră zero, iar A_{s_2}-abaterea superioară a canalului și a_{i_2}-abaterea inferioară a bolțului secundar.

DISPOZITIVE . Note de curs

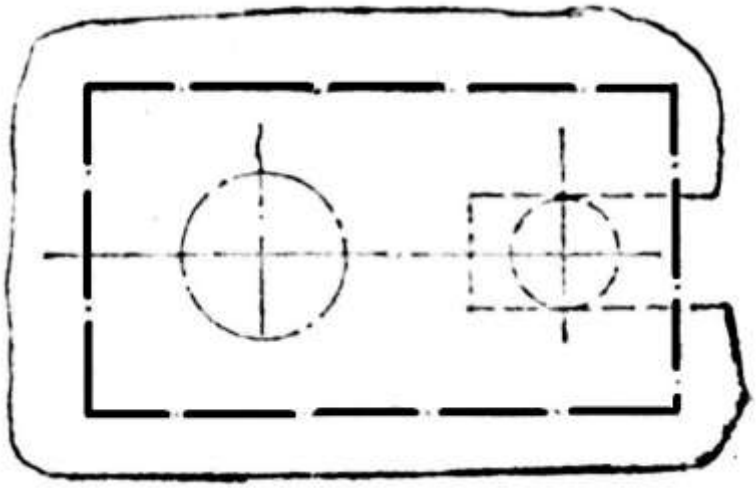


Fig.4.40 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea unei plăci plane cu două cepuri cilindrice pe o bucșă și un canal

Atunci când, în locul bolțului secundar, semifabricatul prezintă un alezaj, ca în **Fig.4.41**, poziționarea bolțului principal se poate face, la fel ca și în cazurile precedente, fie cu sisteme autocentrante, fie în bucșă rigidă, iar orientarea alezajului se poate face pe un bolț frezat, cilindric sau conic.

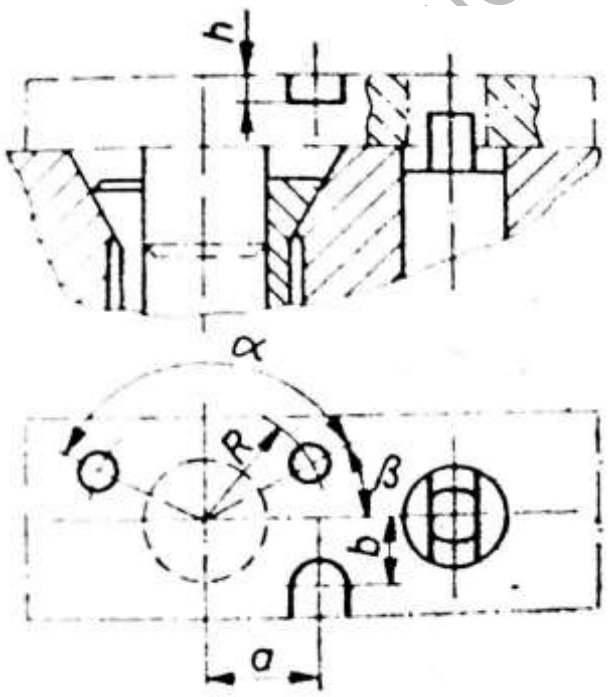


Fig.4.41 Schemă pentru calculul erorilor la orientarea unei plăci plane pe o bucșă elastică și un alezaj

Pentru cazul prezentat în Fig.4.41, calculul erorilor de orientare se face cu relațiile stabilite la Fig.4.21, iar dacă bucșa elastică se înlocuiește cu o bucșă rigidă și bolțul conic cu unul cilindric se folosesc relațiile stabilite pe baza Fig.4.23.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

5. FIXAREA SEMIFABRICATELOR ÎN DISPOZITIVE

Fixare = aplicarea unui sistem de forțe asupra semifabricatului, cu scopul de:

- a realiza schema de orientare și
- de a o conserva în timpul prelucrării.

Condiții impuse sistemului forțe de fixare:

- să mențină semifabricatul în contact cu reazemele și cu elementele de fixare,
- să nu deformeze semifabricatul
- să contribuie la obținerea unei rigidități maxime a ansamblului semifabricat — dispozitiv, în vederea înlăturării sau diminuării vibrațiilor.

5.1 Structura sistemului de forțe care solicită semifabricatul în dispozitiv

Forțele care solicită semifabricatul în timpul instalării (prinderii) în dispozitiv și a prelucrării sunt prezentate schematic în **Fig.5.1**.

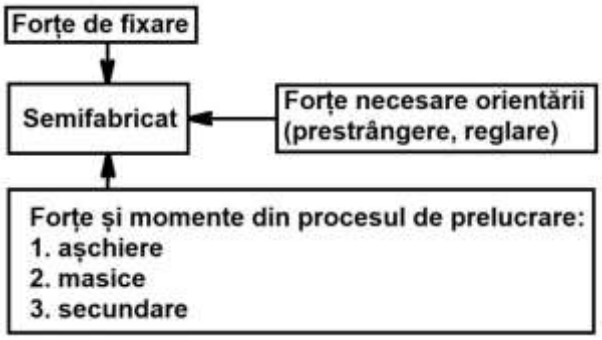


Fig.5.1 Solicitările semifabricatului în timpul instalării în dispozitiv și al prelucrării

5.1.1 Forțe necesare orientării semifabricatului

Realizarea contactului dintre bazele de orientare și reazeme se face, conform **Fig.5.2**, sub acțiunea combinată a greutății G și a forțelor de prestrângere (reglare) F_p. Forțele de reglare sunt necesare atunci când G sau componentele sale normală (N) și tangențială (T) nu pot asigura contactul dintre toate bazele de orientare și reazeme.

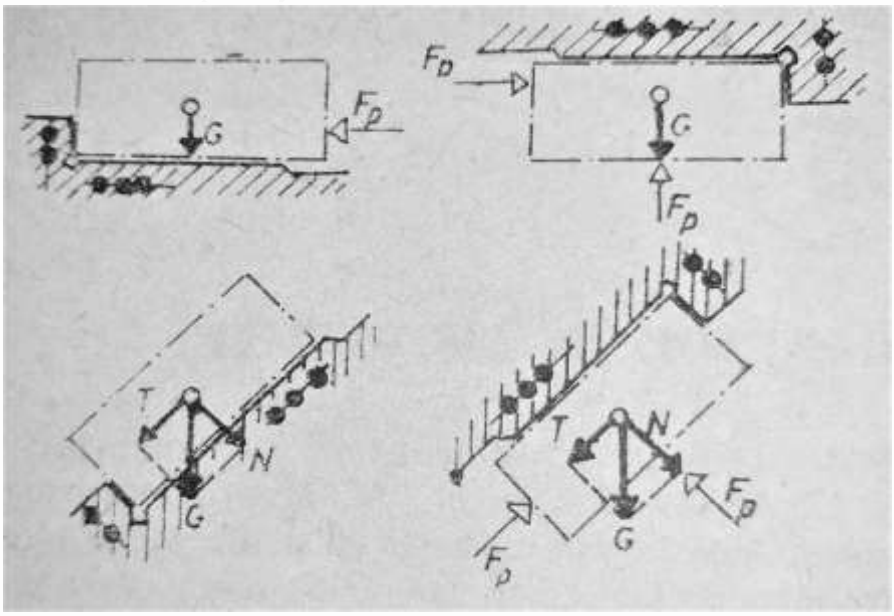


Fig.5.2 Modul de aplicare a forțelor de prestrângere (reglare)

Forțele de reglare se simbolizează cu **săgeți goale**. În general, forțele de prestrângere se aplică manual, caz în care schemele de orientare pot fi realizate cu erori. La dispozitivele mecanizate și automatizate, numărul, valoarea și ordinea aplicării erorilor generate de forțele de reglare/ fixare pot fi determinate prin calcule. Se pornește de la condiția de realizare și conservare a schemei de orientare, exprimată prin relația: $V_i > 0$ (5.1)

în care V_i – reacțiunile reazemelor de ordin *i* asupra semifabricatului solicitat de forțele *G* și F_p. Pentru determinarea forțelor F_p, este necesar ca amplasamentul și ordinea lor de aplicare să fie stabilite de proiectant. Forțele de prestrângere pot fi realizate manual, cu mecanisme speciale, independente. De cele mai multe ori, forțele de reglare sunt dezvoltate de către elementele de fixare, care au o construcție anume, o serie de soluții particulare fiind ilustrate în **Fig.5.3**. Reazemul mobil și elementul de fixare cu suprafața activă înclinată cu unghiul α, Fig.5.3(a), pârghia având poziția din Fig.5.3(b) și mecanismul de fixare cu pârghie și șurub, Fig.5.3(c) realizează concomitent atât prestrângerea cât și fixarea finală.

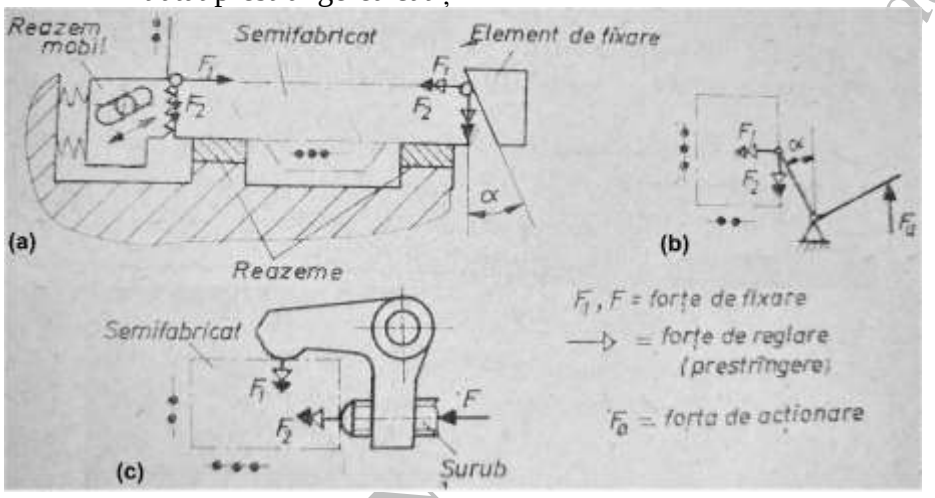


Fig.5.3 Soluții constructive pentru realizarea automată a forțelor de prestrângere (reglare)

5.1.2 Forțe și momente rezultate în timpul prelucrării

În afara forțelor de fixare, în timpul prelucrărilor prin așchiere, ansamblul semifabricat-dispozitiv este supus următoarelor grupe de forțe și momente:

1. Forte și momente de așchiere. Au caracter variabil atât în regimuri tranzitorii, corespunzătoare timpilor t_1 și t_3, conform **Fig.5.4**, la angajarea și respectiv degajarea sculei din procesul de așchiere cât și în regimurile stabilizate, când sistemul tehnologic lucrează la parametrii tehnologici stabiliți, corespunzători perioadei t_2.

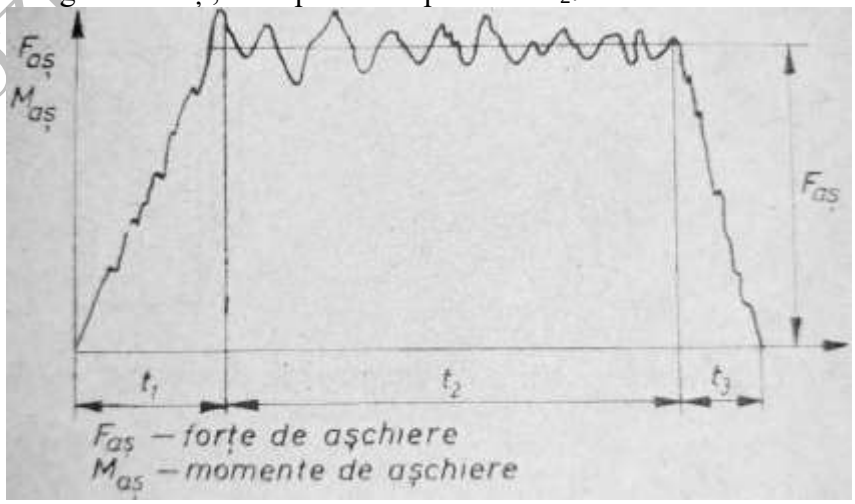


Fig.5.4 Evoluția forțelor și momentelor de așchiere în timpul regimurilor tranzitorii (t_1 și t_3) și stabilizate (t_2)

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE

Forțele și momentele de așchiere vor fi determinate prin calcule, din tabele și nomograme sau prin aprecieri globale la valori acoperitoare.

2. Forte și momente masive. Pentru evaluarea lor se consideră:

a. Greutatea semifabricatului. Influențează favorabil fixarea, prin reducerea forțelor de fixare. În cazul semifabricatelor grele, asimetrice care reclamă poziții instabile, cu tendințe de răsturnare, pentru prelucrarea în dispozitive mobile și în special în cele rotitoare cu axă orizontală, fixarea este influențată, în mod defavorabil, de greutate, atât în ce privește mărimea forței de fixarea, cât și complexitatea sistemului de fixare.

La proiectarea sistemelor de fixare, trebuie să se tina cont că, în urma prelucrării, semifabricatul își poate schimba:

- greutatea
- poziția centrului de greutate.

În cazul dispozitivelor rotative cu axa orizontală, sunt necesare măsuri eficiente de echilibrare statică și de blocare, pentru a preveni accidentele care se pot produce, în special în cazul semifabricatelor grele. În puls, sunt necesare soluții tehnice corespunzătoare:

- ❖ transportului
- ❖ manipulării
- ❖ instalării

semifabricatelor în dispozitive.

Greutatea semifabricatului, pentru care a fost proiectat dispozitivul, se regăsește în documentația tehnică sau se poate determina prin calcul, cântărire sau apreciere globală, prin înscrierea semifabricatului Într-un volum imaginar, de formă ușor calculabilă, și prin fixarea unui coeficient de umplere, stabilit în mod aproximativ.

b. Forte centrifugale. Apar atunci când centrul de greutate nu coincide cu axa de rotație. Vor fi luate în considerație la proiectarea sistemului de fixare și a elementelor de echilibrare, când sunt importante ca mărime și efect. În mod global, se poate considera că forțele centrifugale au efect comparabil cu forțele de așchiere. Forțele centrifugale pot fi calculate și prin metodele cunoscute de la mecanica teoretică.

Masa m_e, conform **Fig.5.5**, a elementului de echilibrare sau poziția centrului de masă, C_e, ultima determinată prin raza r_e, pot fi calculate în funcție de masa m_p a semifabricatului de prelucrat și de raza r_p a centrului de masă **Cp**, egalând expresiile forțelor centrifugale F_{cp} și F_{ce} dezvoltate de semifabricat și respectiv de elementul de echilibrare, când acestea se rotesc cu o viteză unghiulară ω:

$$F_{cp} = m_p r_p \omega^2 = F_{ce} = m_e r_e \omega^2 \rightarrow m_e = m_p \frac{r_p}{r_e} \qquad (5.2)$$

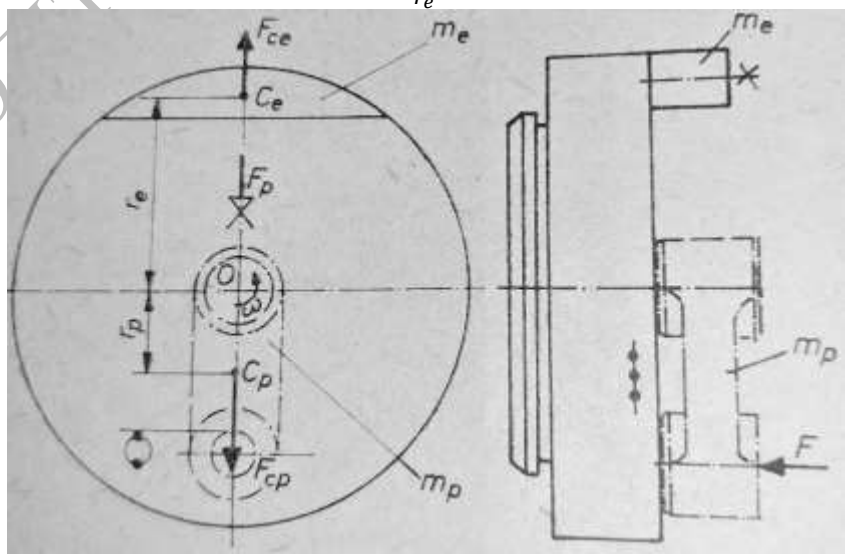


Fig.5.5 Schema de determinare a masei de echilibrare

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

c. Forte și momente de inerție. Ating valori importate în următoarele situații:

- ❑ semifabricatul are o mișcare rectilinie alternativă, forța de inerție, care solicită suplimentar mecanismul de fixare , va fi:

$$F_i = m \cdot a = \frac{G}{g} \cdot a = \frac{dV}{dt} \cdot \frac{G}{g} \quad (5.3)$$

în care *m = G/g = masa semifabricatului, de greutate G*; *g – accelerația gravitațională*, *V = viteza maximă a semifabricatului ; t=timp minim de demaraj/ frânare.*

- ❑ semifabricatul are o mișcare de rotație. Momentul de inerție M_p, care se manifestă ca un moment de torsiune aplicat suplimentar, se determină cu relația:

$$M_i = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \cdot I = \varepsilon \cdot I = \frac{\omega}{t} \cdot I \quad (5.4)$$

în care: $\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ - accelerația unghiulară, considerată constantă atunci când semifabricatul, având momentul de inerţie I faţă de axa de rotaţie, atinge viteza unghiulară ω = 2πn/60, în timpul t, de demaraj sau frânare ; n — turația piesei (rot./min).

Forțele și momentele de inerție:

- pot fi calculate cu relații elaborate pentru fiecare caz în parte;
- pot fi date, pentru forme geometrice caracteristice, în manualele de specialitate;
- vor fi luate în considerare la proiectarea mecanismelor de fixare și acționare ale dispozitivelor utilizate pentru prelucrarea semifabricatelor masive la viteze de așchiere mari, pe mașini prevăzute cu demaraje sau frânări energicei

3. Forte și momente cu caracter secundar. în această categorie intră:

- ❖ forțele care apar la retragerea sculelor (a burghielor, de exemplu);
- ❖ forțe produse de tensiunile termice, care pot solicita suplimentar mecanismul de fixare;
- ❖ forțe de frecare și rezistențe diferite, cum ar fi:
  - o frecarea semifabricat-vârf fix,
  - o rezistența aerului, etc.

În general, aceste solicitări nu se iau în considerare la proiectarea mecanismelor de fixare.

Forțele de fixare se aplică semifabricatului prin mecanismul de fixare, după ce acesta a fost orientat în dispozitiv prin aplicarea eventuală și a forțelor de prestrângere (reglare). Forțele de fixare pot fi principale și suplimentare. Cele ***principale*** se aplică perpendicular pe baza de orientare care leagă numărul maxim de grade de libertate. ***Forțele de strângere suplimentare*** se aplică în cazul în care se dorește micșorarea forțelor de fixare principale sau asigurarea unei orientări și a unei fixări pe mai multe direcții.

5.1.3.1. Modul de aplicare a forțelor de fixare. Forțele de fixare trebuie astfel aplicate încât acțiunea lor să nu provoace deplasări, rotiri sau deformări nepermise ale semifabricatelor orientate în dispozitiv sau, altfel spus, să conserve schema de orientare și să n-o deformeze. În Fig.5.6, 5.7, 5.8 sunt prezentate câteva moduri tipice, corecte și incorecte, de aplicare a forțelor de fixare. Schemele din **Fig.5.6(a)** și (c) sunt ***incorecte***, semifabricatele având tendință de răsturnare, întrucât $h_f > h_r$ și $l_f > l_r$ spre deosebire de schemele din Fig.5.6(b) și (d), la care echilibrul static este asigurat în mod evident.

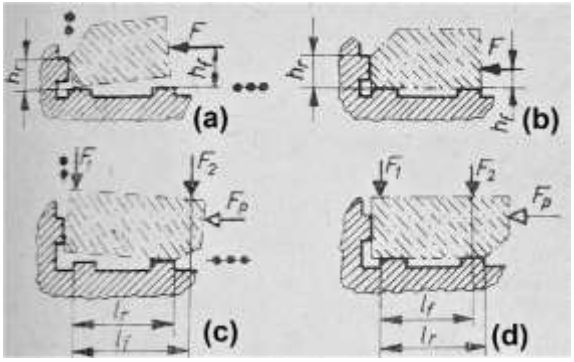


Fig.5.6 Scheme de fixare cu tendință de rotire a semifabricatului

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE Note de curs

Forța F poate fi aplicată:

- ❑ între reazeme, la un semifabricat rigid, conform **Fig.5.7(a);**
- ❑ pe reazemele principale sau suplimentare, conform Fig.5.7(c), pentru a nu produce deformarea unui semifabricat nerigid/ elastic.

Soluția de fixare din Fig.5.7(b) este greșită fiindcă duce la deformarea semifabricatului elastic.

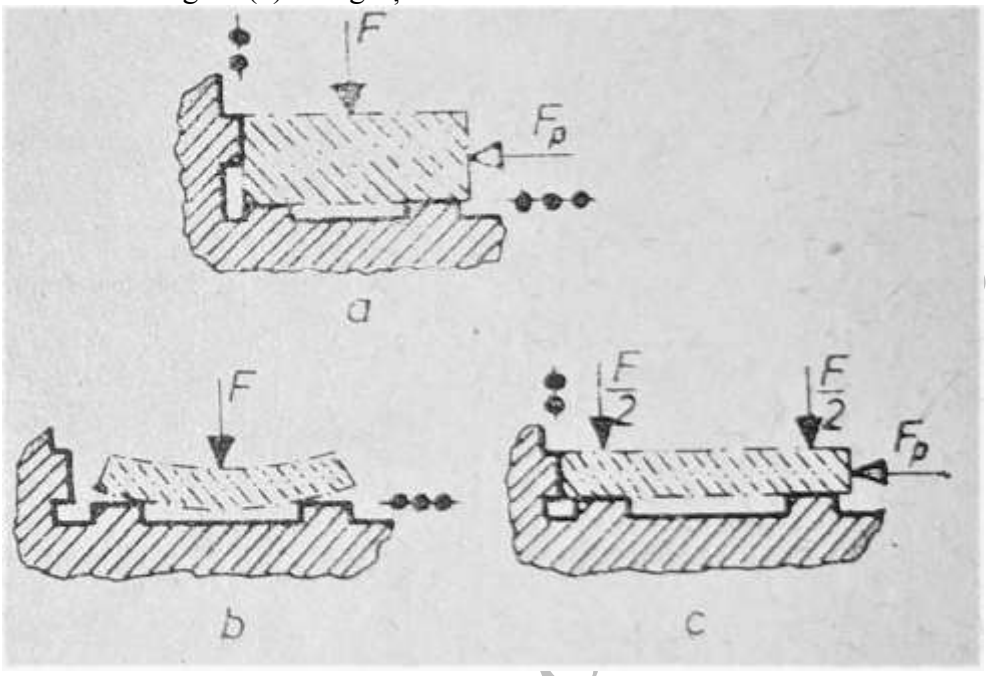


Fig.5.7 Scheme de fixare a unor semifabricate de rigidități diferite

În **Fig.5.8** sunt situații când bazele de orientare prezintă abateri de la poziția reciprocă Aplicarea incorectă a forței de fixare F conduce la modificarea schemelor de orientare corecte din Fig.5.8(a), ducând la schemele incorecte din Fig.5.8(b), în urma transferului de grade de libertate de la o bază de orientare la alta, cu consecințe negative asupra preciziei prelucrării.

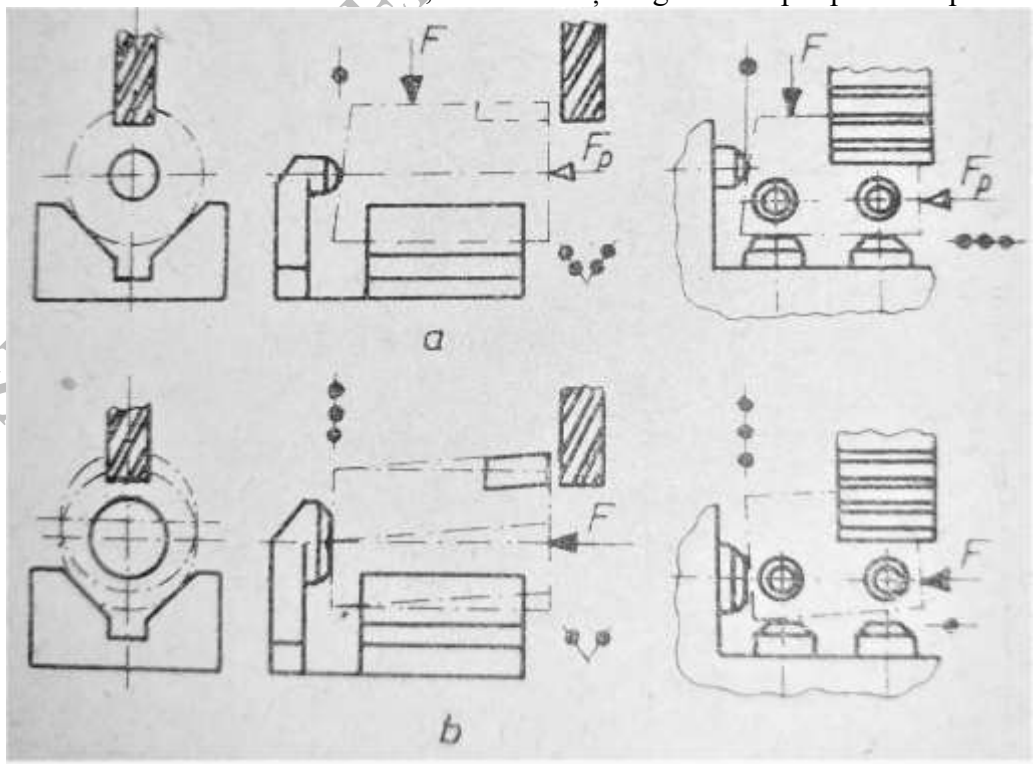


Fig.5.8 Transferul gradelor de libertate între bazele de orientare

Concluzie: forțele de fixare trebuie astfel aplicate încât:

- să conserve, în cele mai bune condiții, schema de orientare;
- să nu producă deformarea semifabricatelor.

Aplicarea cunoștințelor de statică și rezistență vor conduce proiectantul la alegerea corectă a modului în care trebuie aplicate forțele de fixare.

5.1.3.2. Modele elementare de fixare. Caracterul și valoarea limită a forțelor de fixare. Considerând ansamblul semifabricat— dispozitiv ca un **sistem elastic**, mecanismele de fixare ale acestora pot fi încadrate în **patru modele** fizice simplificate, unidirecționale, prezentate în continuare.

A. Mecanisme cu forțe de fixare variabile în timpul proceselor de prelucrare, ca urmare a elasticității ansamblului semifabricat —dispozitiv și a interacțiunii lui cu forțele care se exercită asupra semifabricatului. Este cazul mecanismelor închise, acționate manual, mecanic etc., la care sursa de energie necesară fixării se înlătură după realizarea forței de fixare.
B. Mecanisme cu forțe de fixare constante în timpul prelucrării, independent de elasticitatea sistemului și a forțelor care se exercită asupra semifabricatului. Este cazul mecanismelor deschise, cu acționare prin fluide sub presiune.

Variantele A , AII, BI și BII sunt legate de forțele rezultante F_e care solicită semifabricatul în perioada de tranziție sau în regimuri stabilizate: $F_e = F_{aș} \pm G \pm F_i$ în care: $F_{aș}$ – componenta forței de asediere, G - greutatea, și F_i - forța de inerție pe direcția forțelor de fixare $F_{A\,I}$, $F_{A\,II}$, $F_{B\,I}$ și $F_{B\,II}$.

Se urmărește determinarea reacțiunilor V_r, V_f ale reazemelor, respectiv ale mecanismelor de fixare și forțele de fixare limită F, corespunzătoare modelelor A I, A II, B I și B II. Fazele caracteristice ale fixării sunt:

a) dispozitivul este descărcat; reazemele (2) cu rigiditatea K_r și elementale de fixare (3) cu rigiditatea K_f sunt complet destinse ca și corpul dispozitivului (4), considerat rigid;

b) semifabricatul (1) este orientat și fixat cu forțele F_{AI}, F_{AII}, F_{BI} și F_{BII}, corespunzătoare modelului fizic elementar analizat; reazemele (2) și elementele de fixare (3), precum și zonele de contact cu semifabricatul (1) vor suferi deformațiile f_r și f_f.

Între forțele de fixare F, rigiditățile K_r, K_f și deformațiile f_r și f_f există relația:

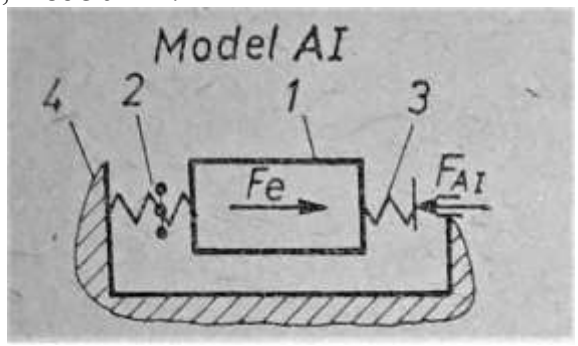
$$F_{AI},\ F_{AII}, F_{BI}, F_{BII} = K_r f_r = K_f f_f \qquad (5.4)$$

c) semifabricatul fixat cu forța F este solicitat de forța F_e — rezultanta forțelor din procesul de prelucrare. În funcție de sens, F_e va produce destinderi sau comprimări suplimentare f ale reazemelor sau elementelor de fixare, corespunzătoare reacțiunilor V_r și V_f . V_f reprezintă, de fapt, forțele efective de fixare, care sunt:

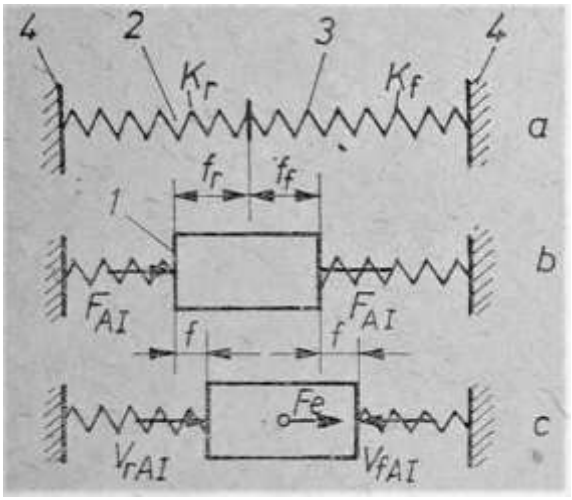
- variabile în funcție de deformații în cazul modelelor de tip A;
- constante, indiferent de deformațiile sistemului de fixare, acționat prin mecanismul cu fluid sub presiune (5), în cazul modelelor de tip B.

Din acest motiv, rigiditățile K_f și deformațiile f_f nici nu mai sunt reprezentate la calculul forțelor de fixare după modelul B.

Se discută, în continuare, **modelul AI**.



DISPOZITIVE TEHNOLOGICE Note de curs



$$V_{fAI} = F_e + V_{rAI} \qquad V_{rAI} = K_r(f_r - f) \qquad V_{fAI} = K_f(f_f - f) \qquad (5.6)$$

necunoscutele sunt deformațiile reazemelor , f_r, sistemului de fixare, f_f și cea produse de sistemul de prelucrare , f. Din (5.5) $f_r = \frac{F_{AI}}{K_r}$ și $f_f = \frac{F_{AI}}{K_f}$, atunci: $V_{rAI} = K_r(\frac{F_{AI}}{K_r} - f)$ și $V_{fAI} = K_f\left(\frac{F_{AI}}{K_f} - f\right)$. Izolând f din ambele relații și egalând cele două expresii: $\frac{F_{AI}-V_{rAI}}{K_r} = \frac{F_{AI}-V_{fAI}}{K_f}$ din care $(F_{AI} - V_{rAI})K_f = (F_{AI} - V_{fAI})K_r \rightarrow V_{fAI} = \frac{F_{AI}(K_r-K_f)}{K_r} + V_{rAI}\frac{K_f}{K_r} = F_e + V_{rAI} \rightarrow$

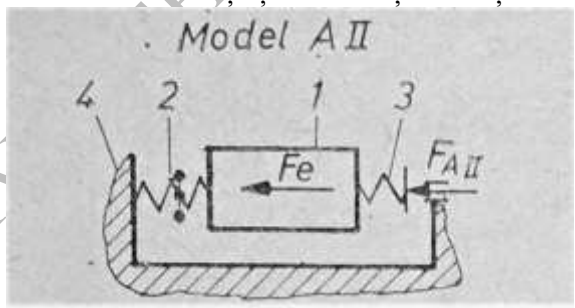
$$\rightarrow F_{AI}(K_r - K_f) - F_eK_r = (K_r - K_f)\,V_{rAI} \rightarrow V_{rAI} = F_{AI} - F_e\frac{K_r}{K_r-K_f} \qquad (5.7)$$

iar $$V_{fAI} = F_{AI} + F_e\frac{K_f}{K_r-K_f} \qquad (5.8)$$

În plus, $$V_{rAI} \geq 0 \qquad (5.9)$$

La limită, forța de fixare devine: $$F_{AI} = F_e\frac{K_f}{K_r-K_f} \qquad (5.10)$$

Pentru modelul AII, din echilibrul de forțe și deformații se obține:



$$V_{fAII} = F_e + V_{rAII}; \quad V_{rAII} = K_r(f_r + f); \; V_{fAII} = K_f(f_f - f) \qquad (5.11)$$

din care rezultă:

$$V_{rAII} = F_{AII} + F_e\frac{K_r}{K_r-K_f} \qquad (5.12)$$

$$V_{fAII} = F_{AII} - F_e\frac{K_f}{K_r-K_f} \qquad (5.13)$$

$$V_{rAII} \geq 0 \qquad (5.14)$$

În cazul limită, forța de fixare devine: $$F_{AII} = F_e\frac{K_f}{K_r-K_f} \qquad (5.15)$$

Pentru modelul BI, din echilibrul de forțe și deformații se obține:

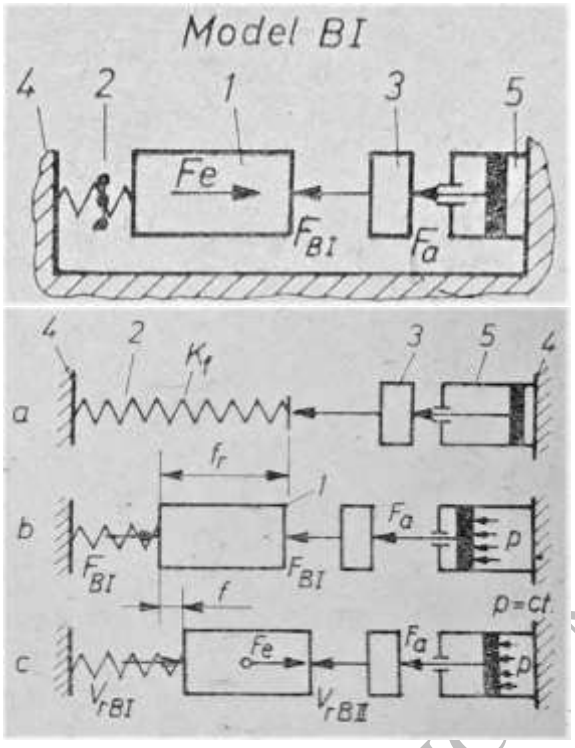
$$V_{fBI} = F_e + V_{rBI}; \qquad V_{rBI} = K_r(f_r - f); \qquad V_{fBI} = F_{BI} \qquad (5.16)$$

Expresiile reacțiunilor reazemelor și sistemului de fixare devin:

$$V_{rBI} = F_{BI} - F_e \qquad (5.17)$$

$$V_{fBI} = F_{BI} \qquad (5.18)$$

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs



$$V_{rBI} > 0 \qquad (5.19)$$

În cazul limită: $F_{BI}=F_e$ (5.20)

Pentru modelul BII, din echilibrul de forțe și deformații se obține:

$$V_{fBII} = F_e + V_{rBII}; \qquad V_{rBII} = K_r(f_r + f); \qquad V_{fBII} = F_{BII} \qquad (5.21)$$

Expresiile reacțiunilor reazemelor și sistemului de fixare devin:

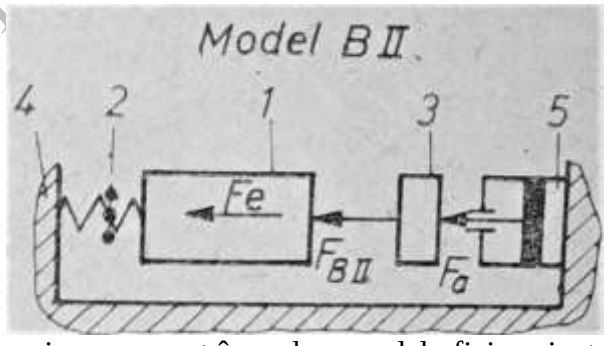
$$V_{rBII}=F_{BII} + F_e \qquad (5.22)$$

$$V_{fBII}=F_{BII} \qquad (5.23)$$

$$V_{rBII} > 0 \qquad (5.24)$$

În cazul limită, forța de fixare devine : $F_{BII} > 0$ (5.25)

În general, $K_f<K_r$ de unde rezultă $F_{AI}>F_{AII}$ și $F_{BI}>F_{BII}$. Modelele AII, BII, cu forțele F_e îndreptate spre reazeme, necesită forțe de fixare mai mici, fiind de preferat la concepția mecanismelor de fixare.



Toate considerațiile de mai sus au avut în vedere modele fizice cineto-statice simplificate. În realitate, forțele F_e au caracter dinamic, iar deformațiile f devin caracteristici ale vibrațiilor piesei. Fenomenele de vibrație vor fi atenuate prin forțele de frecare dintre semifabricat și reazeme sau semifabricat și elementele de fixare, care au rol de amortizoare de vibrații. Deci, pentru a asigura stabilitatea dinamică a ansamblului semifabricat—dispozitiv, forțele de frecare dintre piesă și elementele dispozitivului reprezintă o necesitate, de care proiectantul trebuie să tina seama la elaborarea schemei de fixare.

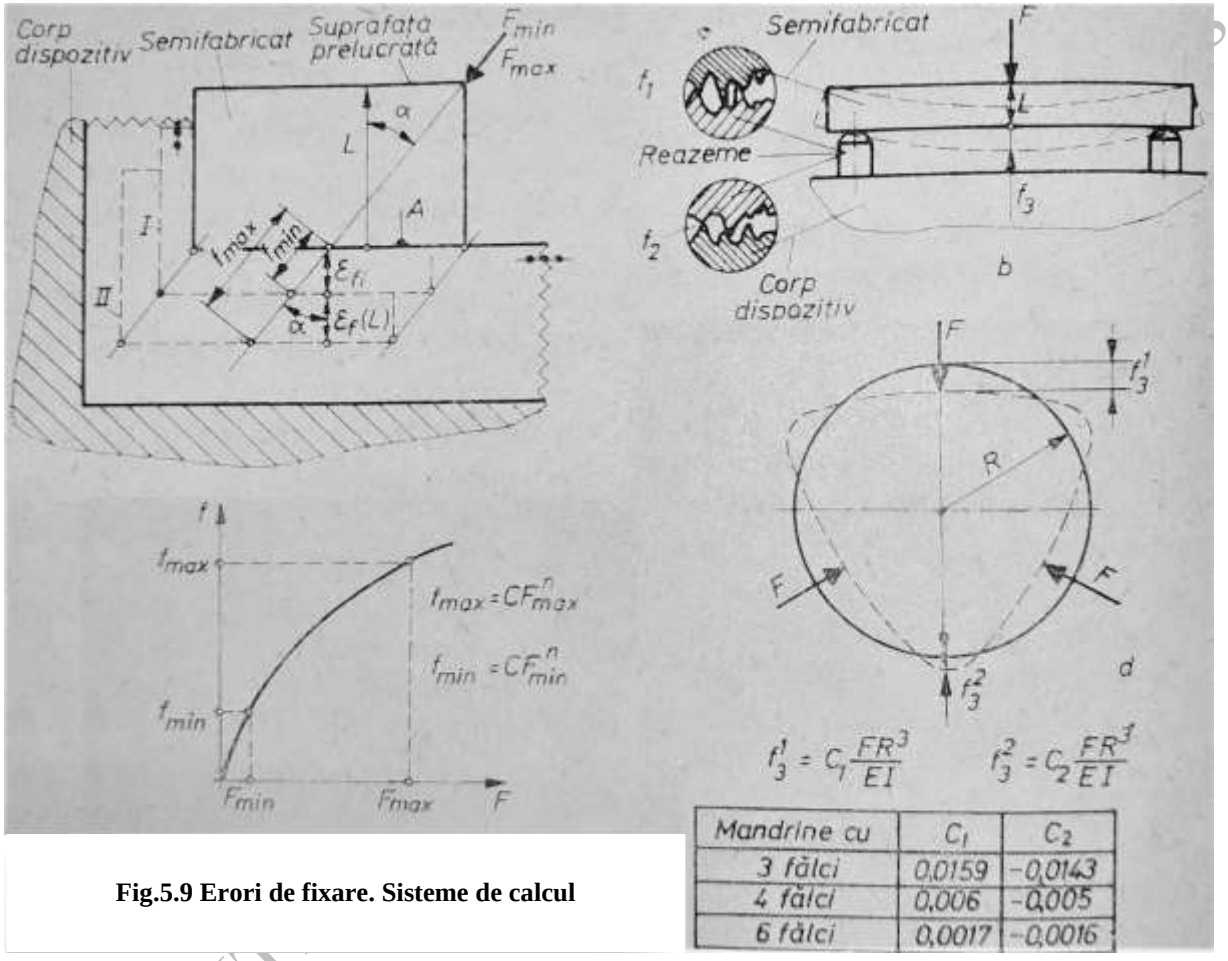
DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

5.2 Erori de fixare

Fixarea în dispozitive este însoţită de o serie de erori specifice numite ***erori de fix***are:

- pot fi definite ca diferenţa dintre proiecţiile deplasărilor maxime și minime ale bazei de cotare, pe direcția cotei respective;
- apar ca urmare a aplicării unor forțe de fixare variabile de la un semifabricat la altul, în sisteme tehnologice reglate la dimensiune;
- au caracter aleatoriu.

Modelele fizice și schemele de calcul legate de erorile de fixare sunt prezentate în **Fig.5.9.**



Mandrine cu	C_1	C_2
3 fălci	0,0159	-0,0143
4 fălci	0,006	-0,005
6 fălci	0,0017	-0,0016

Fig.5.9 Erori de fixare. Sisteme de calcul

În timpul fixării unui lot de semifabricate identice, conform Fig.5.9(a), forțele de fixare principale pot varia de la semifabricat la semifabricat, în limitele F_{min}, F_{max}. Considerând ansamblul piesă-dispozitiv ca un sistem elasto-plastic *quasireproductibil*, la aplicarea forțelor de fixare F_{min}, F_{max} semifabricatul se va deplasa în poziţiile I, II iar baza de cotare ***A*** a cotei L va fi translată cu f_{min}, respectiv f_{max}, pe direcția forțelor de fixare. Conform definiţiei, eroarea de fixare ε_f, ţinând cont și de expresiile pentru f_{min} și f_{max} din Fig.5.9(c), va avea expresia:

$$\varepsilon_{f(L)} = f(f_1, f_2, f_3) = f_{max}\cos\alpha - f_{min}\cos\alpha = (f_{max} - f_{min})\cos\alpha = C(F_{max}^n - F_{min}^n)\cos\alpha \quad (5.26)$$

în care mai apar notaţiile:

L — cota de realizat; α— unghiul dintre direcția forței de fixare și cota L; f_1 și f_2 , conform Fig.5.9(b)— deformațiile elasto-plastice de contact între diversele elemente ale sistemului semifabricat-dispozitiv, preponderente fiind formaţiile f_1; f_3 — deformațiile elasto-plastice ale semifabricatului și ale altor elemente ale dispozitivului pe direcția forței de fixare (încovoieri, întinderi, torsiuni, deformații de contact etc.); ε_{fi} — eroarea iniţială de fixare, corespunzătoare forței F_{min} ; ε_{fi} este eliminată prin reglajul iniţial al sistemului tehnologic la dimensiunea L, care

presupune în mod necesar un F_{min} și deci un f_{min}, în caz contrar prelucrarea fiind imposibilă, din cauza deplasării semifabricatului, solicitat de forțele ce apar la prelucrare.
La fixare pot apărea și erori de tip $\boldsymbol{f_3^1}$, $\boldsymbol{f_3^2}$, conform Fig.5.9(d) care conduc la abateri de formă ale suprafeţelor prelucrate. Valorile lor, stabilite prin calcul, cu relaţiile aferente Fig.5.9(d) sau experimental, nu trebuie să depăşească erorile de formă admisibile. Eliminarea sau diminuarea acestor tipuri de erori se poate face prin fixare pe direcția frontală sau prin dispersia uniformă a forței de fixare pe întregul contur, folosind bucşe elastice, fălci cu suprafeţe active circulare, etc.
Din cele arătate mai sus rezultă că erorile de fixare $\varepsilon_{f(L)}$ pot fi eliminate prin:

a) $\alpha=90° \rightarrow \cos\alpha = 0 \rightarrow \varepsilon_{f(L)} = 0$;
b) $F_{min}=F_{max}=F$ = const. (fixări cu sisteme de acționare pneumatice, hidraulice, mecanice etc., care asigură forțe de fixare constante);
c) prelucrarea din aceeaşi prindere a celor două elemente geometrice extreme între care este dată cota L.

Erorile de fixare ε_f pot fi diminuate acţionând și asupra cauzelor care duc la apariţia deformaţiilor de tip f_1, f_2, f_3 și anume:

a) proiectarea schemelor de orientare și fixare astfel încât să nu conducă la deformații ale bazelor de cotare;
b) să se sigure rigiditatea maximă pe direcția forțelor de fixare;
c) să se prevadă rugozităţi minime, durităţi maxime și prestrângeri pentru suprafeţele în contact ale elementelor dispozitivului prin care se transmite forța de fixare.

Pentru unele situaţii, erorile de fixare pot fi calculate cu relații specifice, care pot fi găsite în literatura de specialitate, mai importantă fiind însă găsirea soluţiilor de fixare corecte, care să ducă la eliminarea sau diminuarea lor.

5.3 Proiectarea schemelor de fixare

Schemă de fixare = schiţa în care se prezintă simbolic modul de amplasare a forțelor de prestrângere și fixare în raport cu schema de orientare și cu solicitările semifabricatului în timpul prelucrării.
Concepţia și proiectarea schemelor de fixare reprezintă o etapă a proiectării dispozitivelor, prin care se urmărește determinarea:

- direcţiilor,
- sensurilor,
- punctelor de aplicaţie și
- valorilor

forțelor necesare orientării (prestrângerii, reglării) și fixării. Etapele principale de proiectare a schemelor de fixare sunt prezentate în **Fig.5.10**.

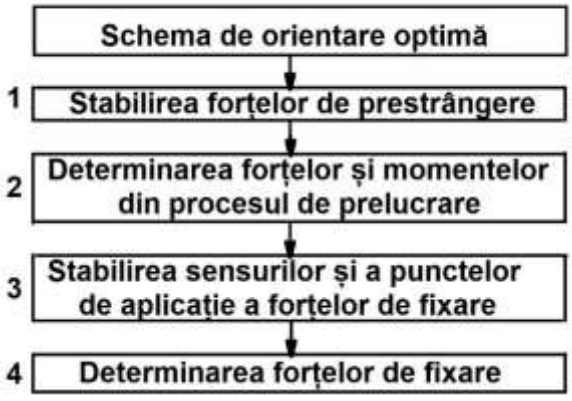


Fig.5.10 Etapele principale ale proiectării schemelor de fixare

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

La proiectarea schemelor de fixare se pornește de la **schema de orientare optimă** în care sunt precizaţi vectorii forțelor care solicită semifabricatul în timpul prelucrării.
O ***prima etapă*** prevede determinarea **forțelor de prestrângere** (reglare) necesare realizării schemei de orientare, având în vedere influenţa greutății semifabricatului.
În ***etapa a doua*** se determină valorile **forțelor și momentelor care solicită semifabricatul în timpul prelucrării**, amplasate în cele mai defavorabile situaţii pentru fixare.
În ***etapa a treia*** se stabilesc:

- ❑ modelul fizic al fixării,
- ❑ caracterul forțelor de fixare,
- ❑ **sensurile și punctele de aplicație**,

căutându-se să se obțină o stabilitate maximă, statică și dinamică, a semifabricatului în dispozitiv. Pentru proiectarea curentă, modelele vor fi concepute cât mai raţional, cu un grad redus de complexitate, astfel încât să nu conducă la calcule laborioase, costisitoare, de proiectare.
Pe baza modelului fizic astfel conceput, în ***etapa a patra*** se determină **valorile forțelor de fixare**, care vor servi în continuare la proiectarea mecanismelor de fixare si acționare.

5.3.1 Scheme caracteristice de fixare. Calculul forțelor de fixare

Schemele caracteristice de fixare sunt cele întâlnite cu frecvenţă maximă în construcţia dispozitivelor utilizate în construcţia de mașini.
În continuare, se prezintă **principalele opt scheme caracteristice de fixare (notate 1-8)** împreună cu**:**

- ✓ condiţiile de stabilitate,
- ✓ ecuaţiile de echilibru cinetostatic
- ✓ relaţiile de calcul ale forțelor de fixare corespunzătoare acestora.

S-au folosit următoarele notaţii cu caracter general:

- ❑ M_e, F_e - momentele și forțele rezultante din procesele de prelucrare, care cuprind greutăţile G

ale semifabricatelor;

- ❑ forțele $F_{aș}$ și momentele $M_{aș}$ de așchiere;
- ❑ forțele F_i și momentele M_i de inerție;
- ❑ μ — coeficienţii de frecare;
- ❑ K — coeficientul de siguranţă;
- ❑ K_r, K_f, V_r, V_f - rigidități și reacţiuni ale reazemelor (r) și elementelor de fixare (f)

La **primele patru scheme**, prezentate în continuare, **elementele dispozitivului** s-au considerat **elastoplastice**, iar la **schemele 5-8** ele au fost considerate rigide sau forțele de fixare constante; în ultimul caz, relaţiile pentru forțele de fixare rezultă mai simple, fiind mai operante pentru calculele de proiectare.

1. Forțele de prelucrare (F_e) sunt aplicate pe direcția greutăţii semifabricatului (G) , la fixarea pe o suprafață plană:

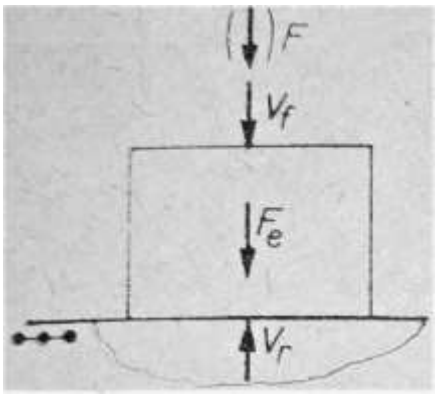
Schema de fixare: $F_e = G \pm F_{as} \pm F_i$

Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

Se pornește de la relația (5.4) $F = KF_{AI},\ F_{AII}, F_{BI}, F_{BII} = K_r f_r = K_f f_f$.

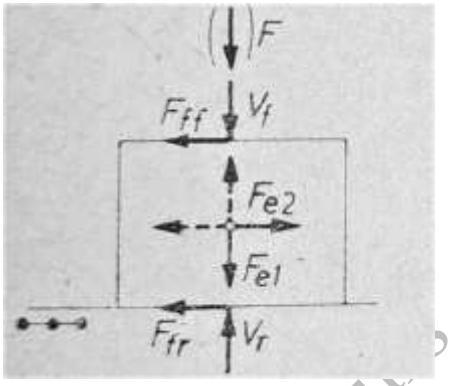
Se consideră forțe în cazul limită: $F_{AI}=F_e \frac{K_r}{K_r-K_f}$,

$$F_{AII}=F_e \frac{K_f}{K_r-K_f},\ F_{BI}=F_e,\ F_{BII} > 0 \qquad (5.27)$$



NEGOZITIVE TEHNOLOGICE Note de curs

2. Una dintre componentele forței de prelucrare este perpendiculară pe direcția greutății semifabricatului (G). Sunt necesare forțele de frecare: $F_{fr} = \mu_r V_r$ și $F_{ff} = \mu_f V_f$ în care:



μ_r–coeficient de frecare piesă-reazeme și μ_f–coeficient de frecare piesă-sistem de fixare

Schema de fixare: $F_{e1} + V\ F_{e2} = F_{as} \pm G \pm F_i$

Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

a) Semifabricatul să nu piardă contactul cu elementele de orientare și strângere datorită acțiunii componentei F_{e1}: $F = KF_{AI},\ F_{AII}, F_{BI}, F_{BII} = K_r f_r = K_f f_f$, în care $F_e = \pm F_{e1}$ (5.28)

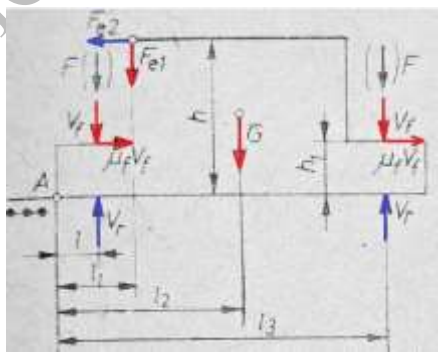
b) Semifabricatul să nu se deplaseze datorită acțiunii componentei F_{e2}: $\mu_r V_r + \mu_f V_f = K\ F_{e2}$ în care V_r și V_f se determină conform modelelor de fixare AI, AII, BI sau BII:

$$F_{AI,\ AII} = \frac{KF_{e2} \pm \mu_r F_{e1} \frac{K_r}{K_r + K_f} \mp \mu_f F_{e1} \frac{K_f}{K_r + K_f}}{\mu_r + \mu_f} \quad (5.29)$$

$$F_{BI,\ BII} = \frac{KF_{e2} \pm \mu_r F_{e1}}{\mu_r + \mu_f} \quad (5.30)$$

Dintre valorile forței date de relațiile (5.28), (5.29) sau (5.30) se alege, pentru calculul forței de fixare, valoarea maximă.

3. Una dintre componentele forței de prelucrare este perpendiculară pe direcția greutății și este plasată la o anumită distanța de baza de orientare.



Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

a) Semifabricatul să păstreze contactul cu elementele de orientare și strângere, datorită forței F_{e1} și să nu se deplaseze, datorită forței F_{e2}.

Forța de fixare F se determină cu relațiile (5.28) – (5.30), conform schemei de fixare nr. 2.

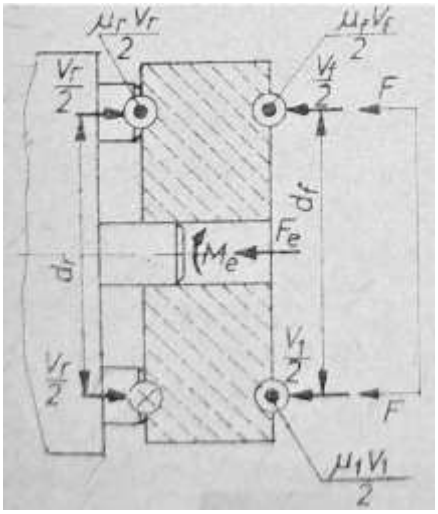
b) Semifabricatul să nu se răstoarne din cauza componentei F_{e2} a forței de prelucrare.

Se face echilibrul static între momentelor de răsturnare:

$$F_{e1} l_1 + V_f (l + l_3) + 2\mu_f V_f h_1 + G l_2 = V_r (l + l_3) + KF_{e2} h$$

în care V_f și V_r sunt reacțiuni ale sistemelor de fixare și respectiv reazemelor care se determină în funcție de modelul de fixare:

$V_f = F\frac{1}{2}(G + F_{e1})\frac{K_f}{K_r + K_f}$; $V_r = F\frac{1}{2}(G + F_{e1})\frac{K_r}{K_r + K_f}$ din care rezultă:



$$F = \frac{KF_{e2} h + (G + F_{e1}) \frac{2\mu_f K_f + K_r (l + l_3)}{K_r + K_f}}{2\mu_f h_1} \quad (5.31)$$

4. Fixarea pe dorn a unui semifabricat rotativ cu sprijinire frontală

Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

a) Semifabricatul să nu se rotească sub acțiunea momentului M_e și să nu piardă contactul cu reazemele și elementele de fixare, sub acțiunea forței F_e.

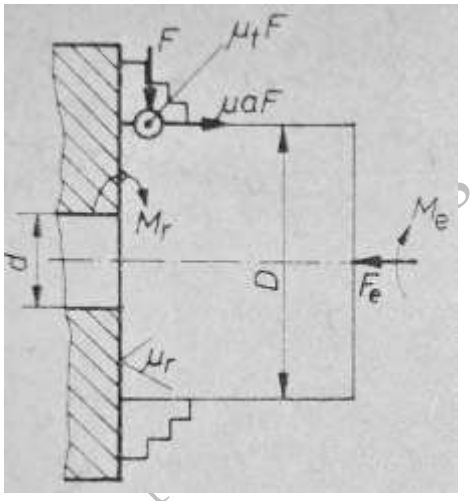
Se face echilibrul între momentele de răsucire:

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

$\frac{\mu_f V_f}{2} d_f + \frac{\mu_r V_r}{2} d_r = KM_e$

$V_r = F + F_e \frac{K_r}{K_r+K_f}$ și $V_f = F - F_e \frac{K_f}{K_r+K_f}$, din care F = $\frac{2KM_e - \frac{F_e}{K_r+K_f}(K_r\mu_r d_r + K_f \mu_f d_f)}{\mu_r d_r + \mu_f d_f}$ (5.32)

5. Fixarea în mandrină autocentrantă a unui semifabricat rotativ



Schema de fixare: Z-numărul fălcilor; M_r-momentul de frecare pe reazemul frontal, μ_a, μ_t, μ_r-coeficienți de frecare pe direcția axială, tangențială și pe suprafața frontală de reazem

Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

a) Semifabricatul să nu se deplaseze pe direcție axială datorită forței F_e:

din $z\mu_a F = KF_e \rightarrow F = \frac{KF_e}{z\mu_a}$ (5.33)

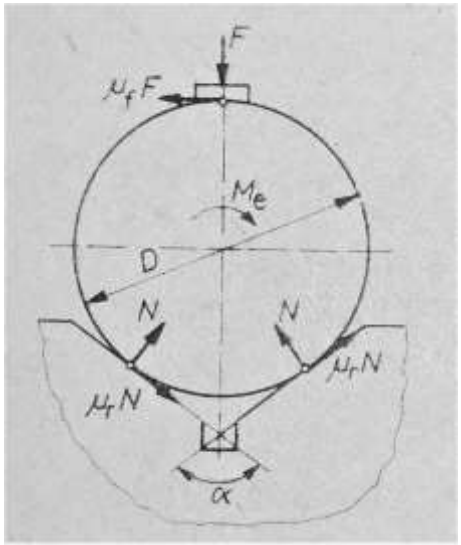
b) Semifabricatul nerezemat frontal să nu se rotească din cauza momentului M_e:

din $z\mu_t F \frac{D}{2} = KM \rightarrow F = \frac{KM_e}{z\mu_t D}$ (5.34)

c) Semifabricatul rezemat frontal să nu se rotească din cauza momentului M_e

din $z\mu_t F \frac{D}{2} + M_r = KM_e \rightarrow M_r = \frac{1}{3}(F_e - 2\mu_a F)\mu_r \frac{D^3-d^3}{D^2-d^2}$, ceea ce duce la :

$$F = \frac{KM_e - \frac{1}{3}\mu_a F_e \frac{D^3-d^3}{D^2-d^2}}{z\mu_t \frac{D}{2} - \mu_a \mu_r \frac{D^3-d^3}{D^2-d^2}} \quad (5.35)$$



În calcule se adoptă valorea maximă a lui F

6. Fixarea în prismă a semifabricatului cilindric.

Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

a) Semifabricatul să nu se rotească din cauza momentului M_e:

Știind că $\mu_f F + 2\mu_r N \frac{D}{2} = KM_e$ și că $N = \frac{F}{2\sin\frac{\alpha}{2}}$,

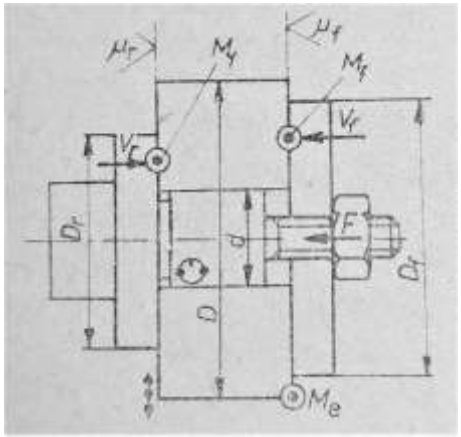
rezultă: F = $\frac{KM_e}{\frac{D}{2}(\mu_f + \frac{\mu_r}{\sin\frac{\alpha}{2}})}$ (5.36)

7. Fixarea unui semifabricat cilindric pe dorn ajutorul unor șaibe plate

Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

a) Semifabricatul să nu se rotească din cauza momentului M_e:

$$M_r + M_f = KM_e$$

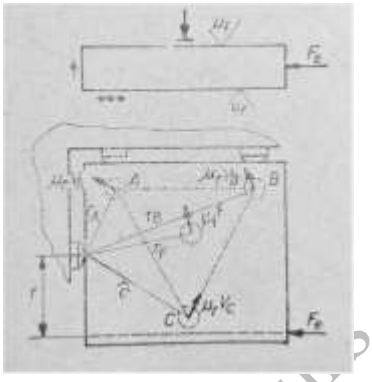


Pornind de la $M_r = \frac{1}{3}\mu_r V_r \frac{D_r^3 - d^3}{D_r^2 - d^2}$ și $M_f = \frac{1}{3}\mu_f V_f \frac{D_f^3 - d^3}{D_f^2 - d^2}$ se poate considera; $V_r \approx V_f \approx F$, deci

$$F = \frac{3KM_e}{\mu_r \frac{D_r^3 - d^3}{D_r^2 - d^2} + \mu_f \frac{D_f^3 - d^3}{D_f^2 - d^2}} \quad (5.37)$$

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE

8. Fixarea pe cepuri a unui semifabricat plan.



Condiții de stabilitate, ecuații de echilibru, forțe de fixare:

Semifabricatul să nu se rotească din cauza forței F_e:

Se face echilibrul între cuplurile create de forțele de frecare cu reazemele și cel creat de forța de prelucrare

$$\mu_r V_A r_A + \mu_r V_B r_B + \mu_r V_C r_C + \mu_f F r_F = k F_e r$$

considerând reacțiunile celor trei cepuri plane sub forma $V_A = aF;\ V_B = bF$ și $V_C = cF$, $unde\ a + b + c = 1$, se obține:

$$F = \frac{kF_e r}{\mu_r(ar_A + br_B + cr_C) + \mu_f r_F} \qquad (5.38)$$

5.3.2 Factori de calcul necesari forțelor de fixare

În relaţiile de calcul ale forțelor de fixare, în afară de forțe, mai intervin rigiditățile K_r și K_f , coeficienţii de frecare μ_r și μ_f și coeficientul de siguranţă K. Acești trei parametru sunt prezentați în continuare.

a) **Rigidităţile K_r și K_f** depind, în cea mai mare parte, de rigiditățile de contact dintre semifabricat și reazeme, respectiv dintre semifabricat și elementele de fixare.

Câteva valori orientative pentru rigiditățile K_r sunt date in **Tab.5.1** iar pentru K_f, în **Tab.5.2**. Aceste valori pot fi folosite și la determinarea orientativă a ordinului de mărime a erorilor de fixare.

Tab.5.1 Valori orientative ale rigidităților medii ale sistemelor reazeme-semifabricat (K_r)

Forma suprafețelor reazemelor	Rugozitatea suprafețelor reazemelor, μm	Rugozitatea suprafețelor de orientare a semifabricatelor, μm	K_r, daN/ mm
Zimțată	0,63-0,32	Brută	3500-5500
Sferică		Brută	5000-8000
Plană		20-5	30000-40000
		5-1,25	40000-70000
		5-1,25	40000-70000

Tab.5.2 Valori orientative ale rigidităților medii ale sistemelor de fixare (K_f)

Diametrul elementului de fixare, mm	K_f, daN/ mm	
	Elemente filetate	Elemente articulate
10	40000	3350
12	60000	-
13	-	4850
16	74000	15150
20	92250	21750

b) **Coeficienţii de frecare statică** μ depind de o serie de factori, cum ar fi: (i) materialul semifabricatului, (ii) rugozitatea suprafețelor în contact, (iii) prezenţa lichidelor de ungere-răcire și a impurităților mecanice, (iv) presiunea de contact.

Câteva valori uzuale ale coeficienților de frecare μ sunt prezentate în **Tab.5.3**

Tab.5.3 Valori medii ale coeficienților de frecare (μ_f)

Caracterul suprafețelor în contact	μ
Suprafețe plane – rectificate, lubrifiate	0,04-0,1
Suprafețe plane – rectificate, uscate	0,1-0,15
Suprafețe sferice – suprafețe plane, uscate	0,3
Suprafețe zimțate – suprafețe netede, uscate	0,5-0,6
Fălci cu suprafețe netede– piese cu suprafețe netede	0,2
Fălci cu caneluri inelare– piese cu suprafețe netede	0,2-0,4
Fălci cu caneluri inelare și longitudinale– piese cu suprafețe netede	0,4-0,5
Fălci cu zimți ascuțiți cu posibilitate de pătrundere în piesă	0,7-1

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

c) Coeficienţii de siguranţă K. Se determină pentru fiecare schemă de fixare în parte cu relația:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (5.39)$$

care ţine cont de condiţiile reale de prelucrare și fixare, unde:

K_0 — 1,5 —coeficient de siguranţă garantat; el acoperă imperfecţiunile modelului fizic care a folosit la determinarea forței de fixare;

K_1 — coeficient care ţine seama de neuniformitatea dimensională și structurală a adaosului de prelucrare, K_1= 1 pentru finisare și K_1 = 1,2 pentru decojiri și degroșări;

K_2 — coeficient care ţine seama de creşterea solicitării pieselor ca urmare a uzării sculelor, cu valori date în **Tab.5.4**;

Procedeul de prelucrare	Componentele forței de așchiere	K_2	
		Fontă	Oțel
Găurire	N	1,15	—
	P	1,1	—
Lărgire de degroșare (pe crustă)	M	1,3	
	P_{ax}	1,2	—
Lărgire de finisare	M	1,2	—
	P_{ax}	1,2	—
Strunjire de degroșare	P_z	1,0	1,0
	P_y	1,2	1,4
	P_x	1,25	1,6
Strunjire de finisare	P_z	1,05	0,95
	P_y	1,75	1,05
	P_x	1,5	1,0
Frezare cilindrică	P_t	1,2-1,4	Oțeluri moi: 1,75-1,9
			Oțeluri dure: 1,2-1,4
Frezare frontală	P_t	1,2-1,4	Oțeluri moi: 1,75-1,9
			Oțeluri dure: 1,2-1,4
Rectificare	P_t	—	1,15-1,2
Broșare	P	—	1,55

K_3 — coeficient care, ţine seama de continuitatea procesului de așchiere (a așchiei):
pentru așchiere continuă K_3 = 1, pentru așchiere discontinuă, generatoare de șocuri, K_3 = 1,2;

K_4—-coeficient care ţine seama de caracterul forțelor de fixare:
pentru forțe de fixare variabile K_4 = 1,3, iar pentru forțe de fixare constante K_4 = 1;

K_5 — coeficient care ţine seama de comoditatea acţionării dispozitivelor manuale, respectiv de unghiul de rotire β al elementului de acționare:
pentru poziții comode ale elementului de acționare și β < 90°, K_5 =1,5, iar pentru poziţii incomode și β >90°, K_5 = 1,5 - 1,6;

K_6—coeficient care ţine seama de prezenţa momentelor (cuplurilor de forțe) care tind să rotească semifabricatul pe reazeme, în timpul prelucrării, mai ales atunci când bazele de orientare prezintă macroneregularităţi:
la rezemare pe suprafețe de contact limitate K_6 = 1, iar la contacte întinse K_6 = 1,5.

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

6. STRUCTURA DISPOZITIVELOR TEHNOLOGICE

6.1. Elemente constructive ale utilajelor

Principalele componente ale utilajelor sunt piesele portante și sistemele de ghidare.

1. **Piesele portante** sunt piesele mari ale mașinilor-unelte (batiuri), care:
   - preiau, transmit sau susțin încărcările din funcționare și din greutăți proprii;
   - conduc mișcări
   - susțin diferite sisteme, componente, dispozitive, piese de prelucrat

Caracteristici:
- ❑ rigiditate,
- ❑ rezistenta la vibrații
- ❑ greutate minimă.

2. **Sistemele de ghidare** au rolul de a conduce săniile pieselor portante mobile ale mașinilor-unelte, suportând forțele pe care acestea le transmit în timpul funcționării mașinii.

Conducerea și ghidarea trebuie să se realizeze cu precizia prescrisă inițial și în timpul lucrului, atât în stare liberă cât și sub sarcină nominală.

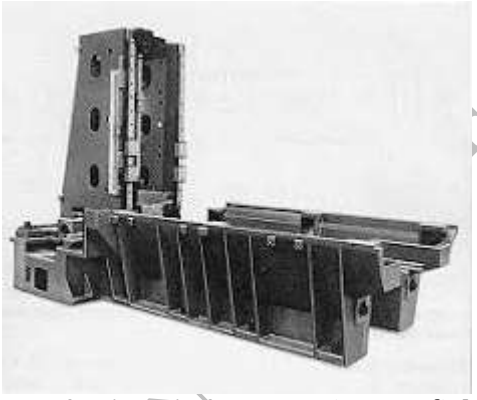


Fig.6.1 Batiu de mașină-unealtă, fabricat din fonta cenușie cu grafit lamelar, pentru amortizarea vibrațiilor

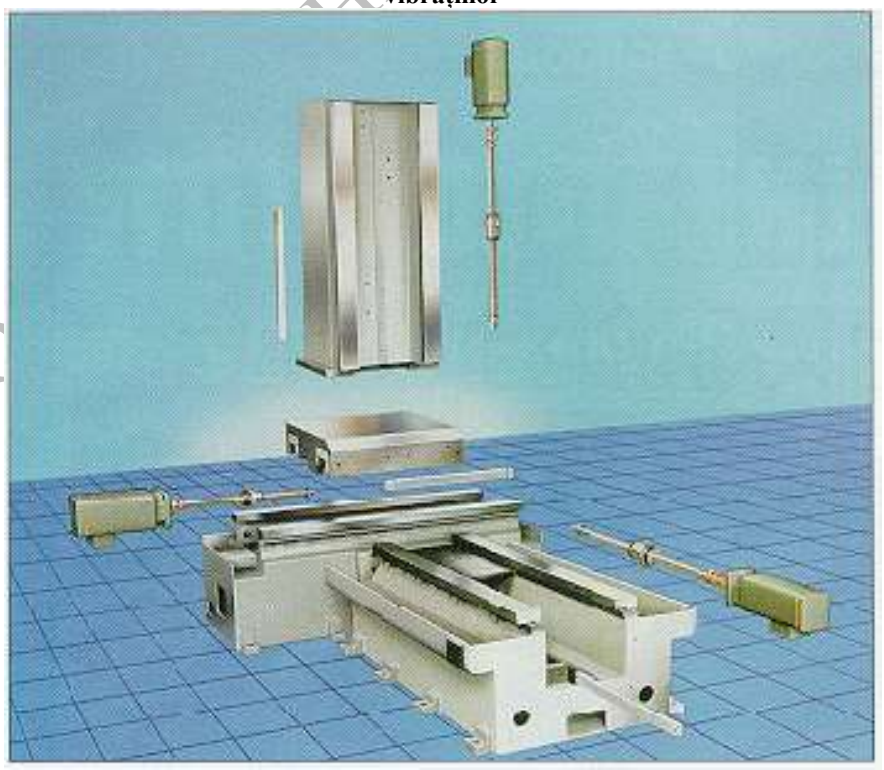


Fig.6.2 Ilustrarea sistemelor de ghidare, cu motoare de acționare și ghidaje după cele trei axe, la o mașină de alezat și frezat



Fig.6.3 Ilustrarea cadrului de susținere al unei prese mecanice



Fig.6.4 Ilustrarea cadrului de susținere al unei prese hidraulice



Fig.6.5 Strung carusel: 1-platou, 2-traversă, 3-montant, 4-cap, 5-panou de comanda, 6-contrala hidraulica, 7-canal de prindere, 8-sistem mobil de cabluri electrice pentru comanda urcării-coborârii traversei, 9- sistem mobil de cabluri electrice pentru comanda deplasării stânga-dreapta a capului, 10-sistem mobil de cabluri electrice pentru comanda urcării-coborârii capului, 11- ghidaj urcare-coborâre traversă, 12- ghidaj urcare-coborâre cap, 13-sistem de rotație cap

În prelucrarea materialelor, dispozitivele sunt asimilate în general operațiilor de:

- prindere,
- fixare,
- poziționare.

Funcțiile principale ale dispozitivelor de lucru în cadrul proceselor tehnologice:

- orientare-poziționare piesă,
- strângere – fixare a piesei sau pieselor.

Funcții secundare:

- ghidare,
- înclinare,
- Divizare,
- Rigidizare.

Funcțiile dispozitivelor se manifestă fie asupra:

- **piesei** sau
- **sculei** de lucru.

DISPOZITIVE TEHNO

6.2. Dispozitive pentru tehnologiile de prelucrare la cald

6.2.1 Dispozitive de turnare

Includ: rame de turnare, forme de turnare, rețele de turnare, oale de turnare, lingotiere, modele de turnare, creuzete, miezuri etc.



Fig.6.6 Utilizarea oalelor de turnare, la nivel industrial: stânga-angajarea în cuptor; dreapta-umplerea cu metal lichid

Pentru turnarea manuală, se folosesc oale mai simple.



Fig.6.7 Oală pentru turnarea manuală

La cuptoarele electrice rolul dispozitivelor este esențial, fie la reglarea înălțimii electrodului de grafit, fie la închiderea-deschiderea capacului cuptorului.

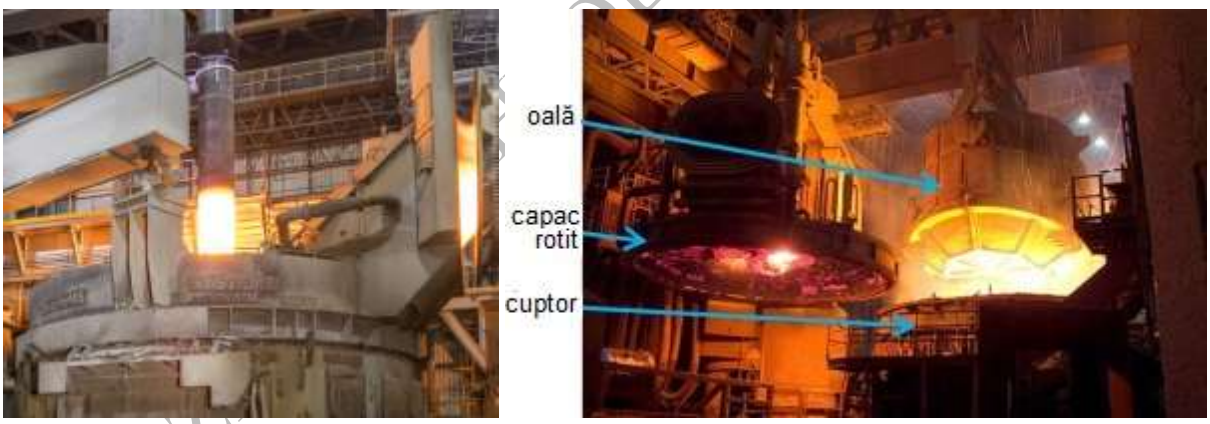


Fig.6.8 Dispozitive utilizate la cuptoarele electrice pentru: urcarea-coborârea electrodului (stânga); închiderea-deschiderea capacului (dreapta)

La cuptoarele de inducție de mici dimensiuni, se folosesc creuzete de grafit sau ceramice.



Fig.6.9 Creuzete de grafit utilizate la cuptoarele de inducție în varianta simplă (stânga) sau cu carcasă ceramic (dreapta)

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE - Note de curs

Turnarea metalului lichid se poate efectua în forme mobile sau fixe. Formele mobile se pot desface după solidificarea metalului dar trebui fixate, în poziția închis, în timpul turnării.

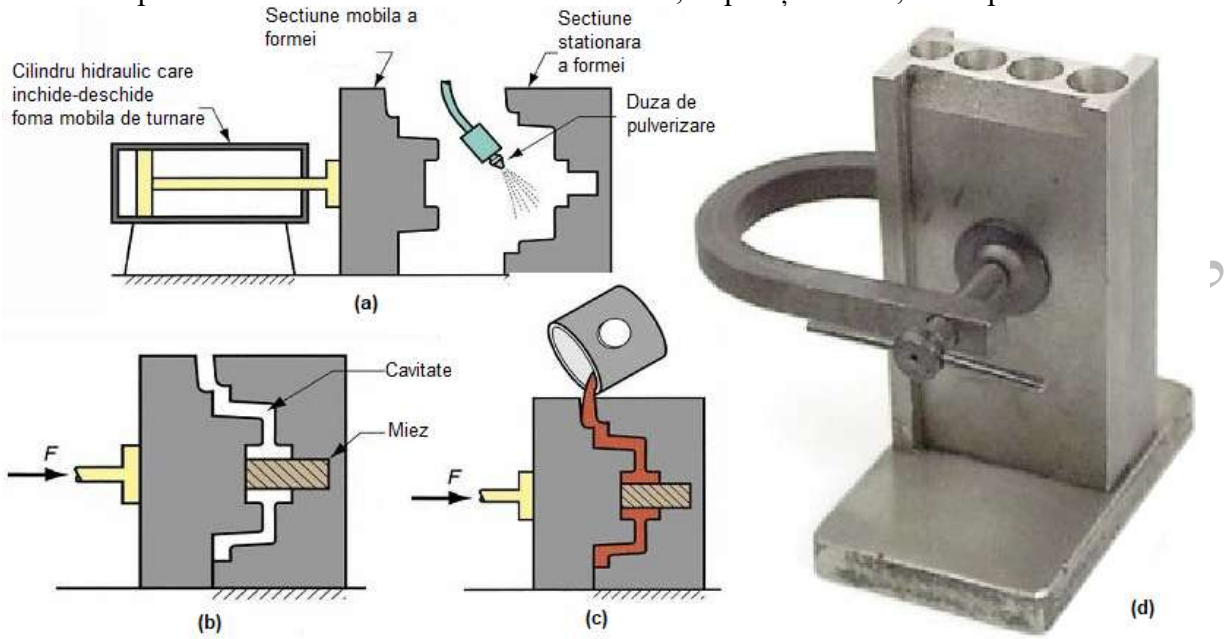


Fig.6.10 Turnarea în forme mobile: (a) ilustrare schematică a pregătirii formei înaintea turnării; (b) schema formei închise; (c) schema turnării metalului; (d) formă de turnarea a patru bare cilindrice, în stare asamblată, pregătită pentru turnare

Pentru turnarea în forme fixe se pot utiliza linguri de turnare și lingotiere, caz în care volumul de turnare este liber.



Fig.6.11 Turnarea în forme fixe: utilizarea unei linguri de turnare (stânga); lingotieră (dreapta)

O tehnică specială este turnarea cu model fuzibil, metalul topit lichefiind modelul și eliminându-l din volumul de turnare.

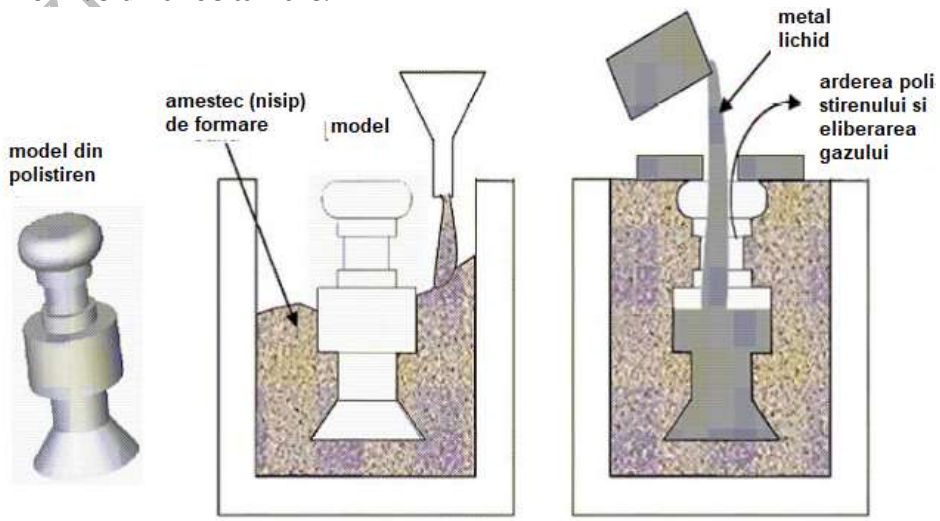


Fig.6.12 Ilustrarea etapelor turnării metalelor în forme cu model fuzibil

Dacă presiunea metalului lichid este suficient de ridicată, modelul fuzibil poate fi complicat ca, de exemplu, un arc elicoidal.

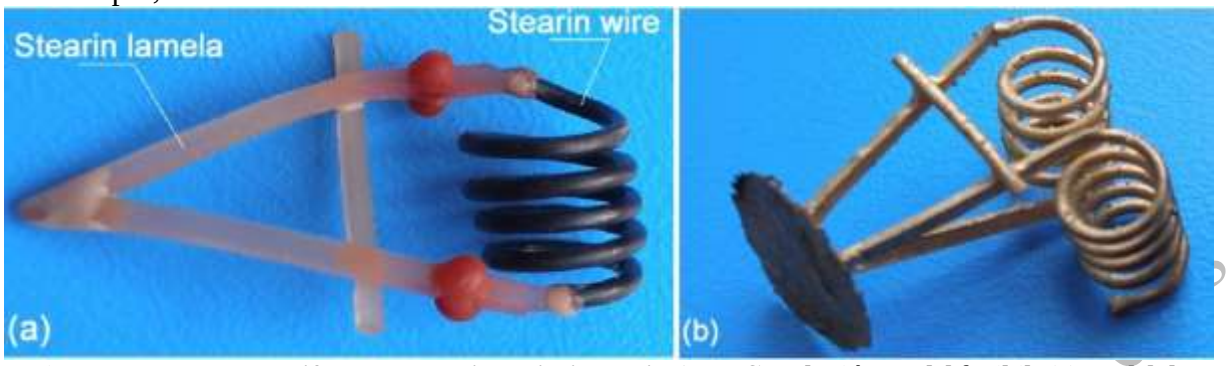


Fig.6.13 Turnarea centrifugală a arcurilor elicoidale din AMF Cu-Al-Ni în model fuzibil: (a) model de stearină; (b) arcuri elicoidale turnate (*Stanciu, 2009*)

6.2.2 Dispozitive de deformare plastică



Fig.6.14 Dispozitive de deformare plastică la cald: stânga: laminarea barelor; dreapta: tragerea sârmei

6.2.3 Dispozitive pentru tratamente termice și termochimice



Fig.6.15 Dispozitive pentru tratamente termice și termochimice: stânga-sus: cărucior cu piese de tratat; dreapta-sus: cărucior cu piese transportate între cuptoare; stânga-jos: piesă încălzită, extrasă din cuptor; dreapta-jos: extragerea din cuptor a unei piese încălzite

6.2.4 Dispozitive pentru sudare

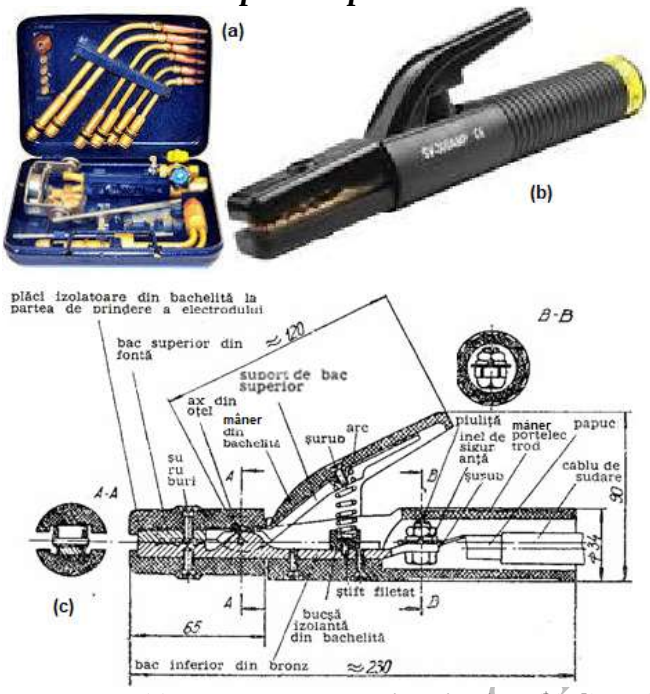


Fig.6.16 Dispozitive pentru sudare: (a) trusă de sudură oxiacetilenică; (b) dispozitiv port-electrod pentru sudură autogenă; (c) desen de ansamblu al dispozitivului port-electrod

Pentru poziționarea precisă a pieselor care trebuie sudate se utilizează dispozitive speciale pentru centrare țevilor sau a arborilor de dimensiuni mari precum și pentru orientarea elementelor după un unghi prescris.



Fig.6.17 Dispozitive pentru sudare: (a) centrare țevi; (b) centrare arbori cilindrici; (c) echer cu magneți pentru sudare în unghi

6.2.5 Dispozitive pentru lipire



Fig.6.18 Dispozitive pentru lipire: (a) trusă lipire polipropilenă; (b) stație de lipit țevi de cupru; (c) aparat de lipit țevi

6.3 Dispozitive pentru tehnologii de prelucrare la rece

6.3.1 Dispozitive de deformare plastică

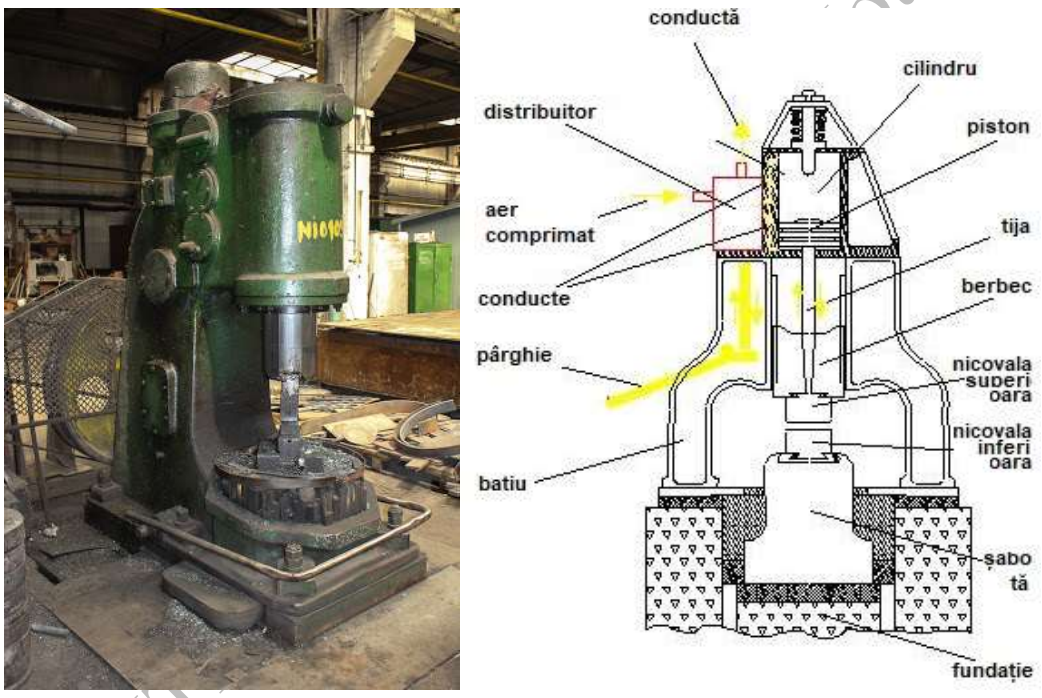


Fig.6.19 Dispozitive pentru deformare plastică la rece prin forjare: (a) ciocan de forjare liberă; (b) schema unui ciocan de ciocan de forjare liberă cu doi montanți

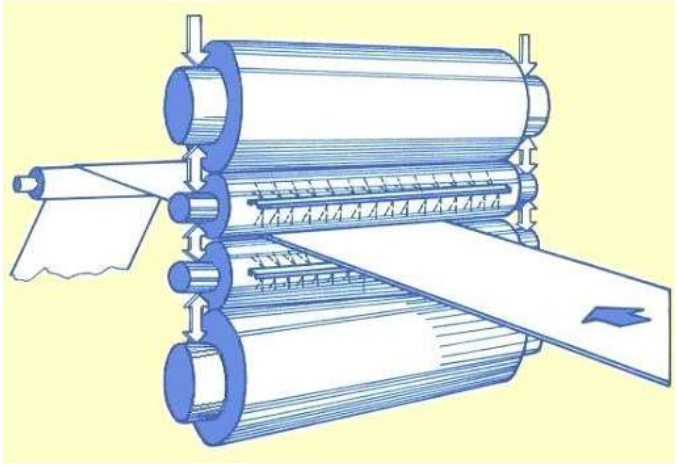


Fig.6.20 Cajă *quatro* pentru laminare la rece

Pentru deformarea plastică la rece se pot folosi prese de forjare liberă sau de matrițare.

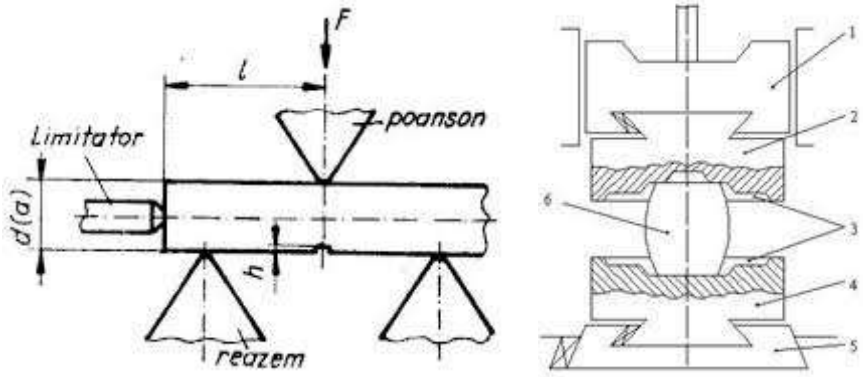


Fig.6.21 Utilizarea preselor de deformare plastică la rece pentru încovoiere (stânga) sau matrițare (dreapta)

Printre procesele cele mai des utilizate se numără ambutisarea la rece.



Fig.6.22 Ambutisarea unei piese din tablă

6.3.2 Dispozitive de așchiere

Principalele operațiuni de prelucrare prin așchiere:

- Strunjire
- Găurire și alezare
- Frezarea (prelucrarea suprafețelor plane, profilate riglate, curbe în plan sau în spațiu, utilizând scule cu mai multe muchii așchietoare).
- Rabotarea (procedeu de prelucrare prin așchiere a suprafețelor pe direcție longitudinala sau transversala printr-o mișcare principala rectilinie-alternativa și o mișcare de avans intermitent).
- Mortezarea

Finisare suprafețelor prin prelucrări mecanice:

- Răzuire
- Lepuire (îmbunătățirea calității și preciziei dimensionale a unor suprafețe cu ajutorul unor pulberi abrazive in suspensie, introduse între scula de lepuire și suprafața de prelucrare)
- Lustruire

DISPOZITIV de curs

- Honuire (suprafinisare a alezajelor cilindrice utilizând scule abrazive sub forma unor bare prismatice, cu granulație foarte fină, montate într-un cap purtător numit ***hon***).

Strunjirea pe strung paralel este, de departe, cel mai cunoscut mijloc de așchiere.

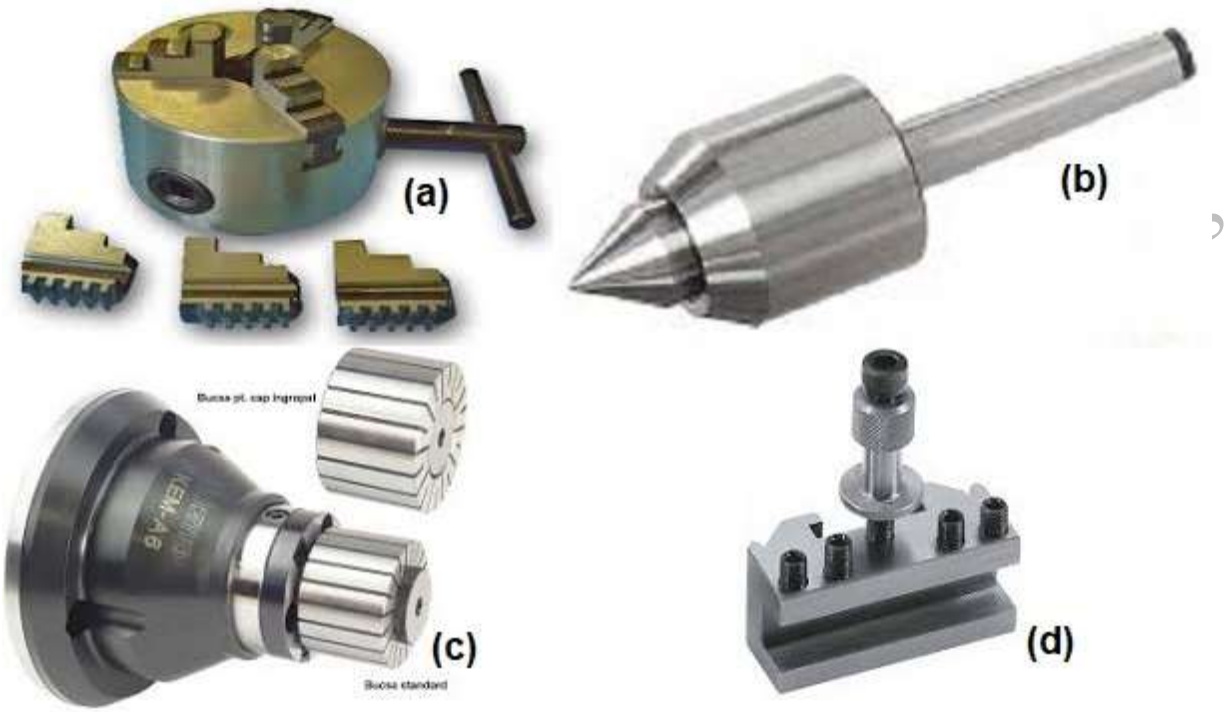


Fig.6.23 Exemple de dispozitive utilizate pe strungurile paralele: (a) universal autocentrant; (b) dorn de centrare; (c) bucșă autocentrantă; (d) dispozitiv de fixare pentru strunjire plană

Dornurile de centrare se utilizează, de obicei, împreună cu universalul.



Fig.6.24 Exemplu de strunjire a unui arbore, dintr-o singură prindere, utilizând universalul și un don de centrare, pe un strung paralel

La strungurile carusel, majoritatea dispozitivelor de fixare se atașează la platou.

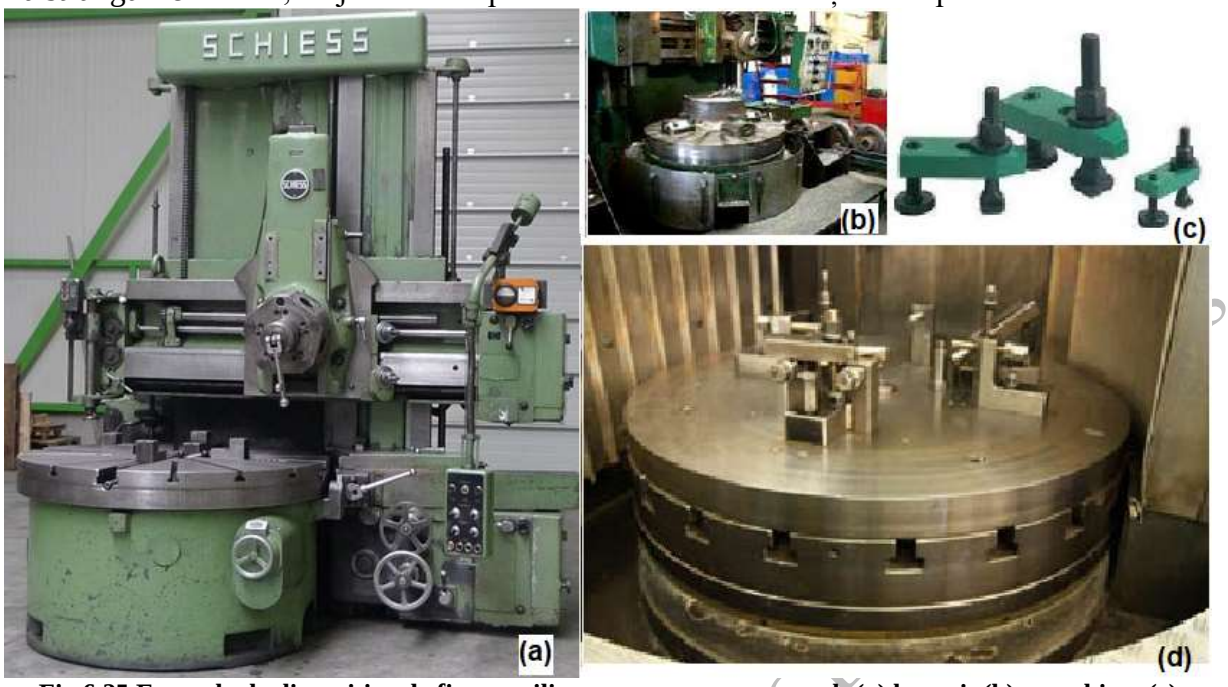


Fig.6.25 Exemple de dispozitive de fixare utilizate pe un strung carusel: (a) bacuri; (b) menghine; (c) platou atașat; (d) bride

Pentru operațiile de găurire-alezare se utilizează dispozitive de poziționare a burghiului sau de fixare a cuțitelor de barele de alezat.

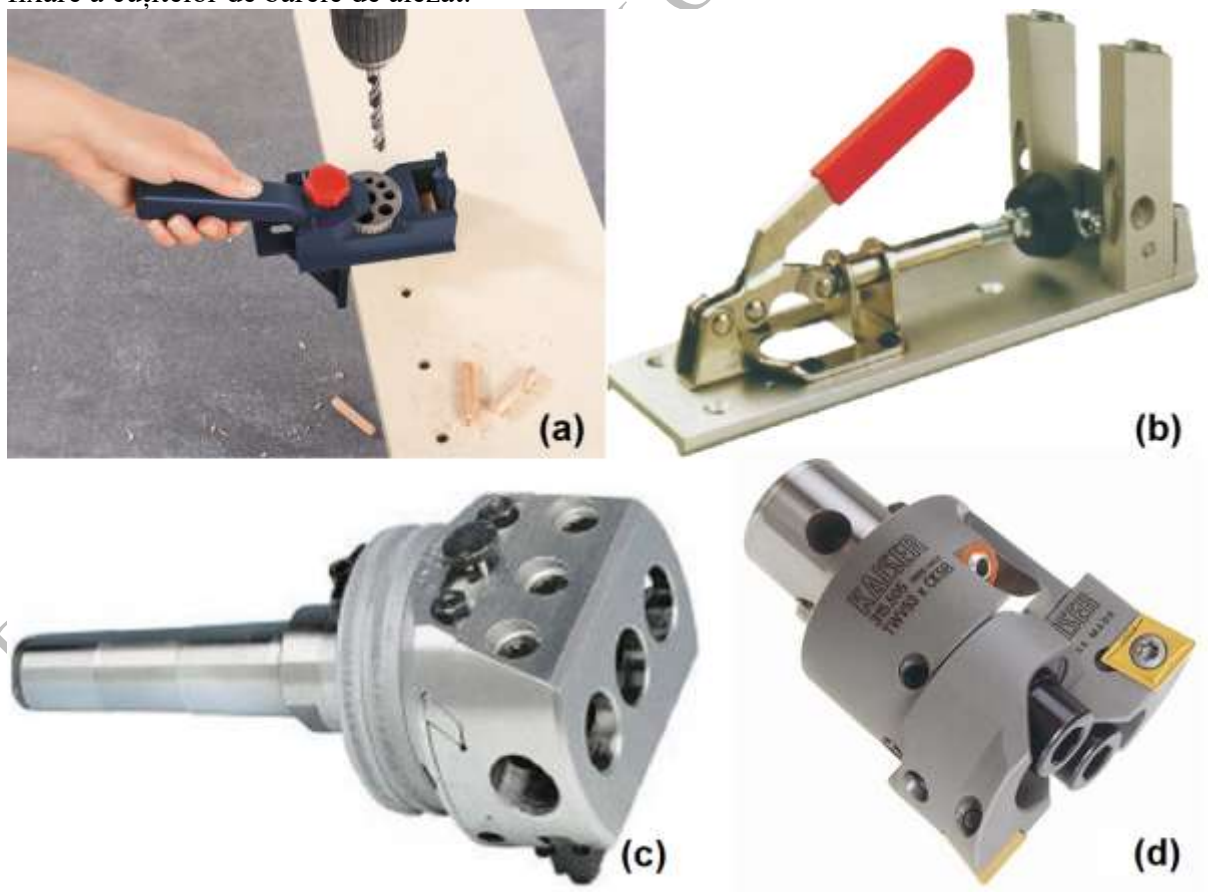


Fig.6.26 Exemple de dispozitive de fixare utilizate la operațiile de găurire-alezare: (a) dispozitiv de poziționare a gărilor; (b) dispozitiv de găurire sub un anumit unghi; (c) cap de alezare cu reglare mecanică; (d) cap de alezare cu cuțite prinse mecanic

Pentru frezare, care este o operație de așchiere cu grad foarte ridicat de flexibilitate, se poate folosi o gamă foarte largă de dispozitive.

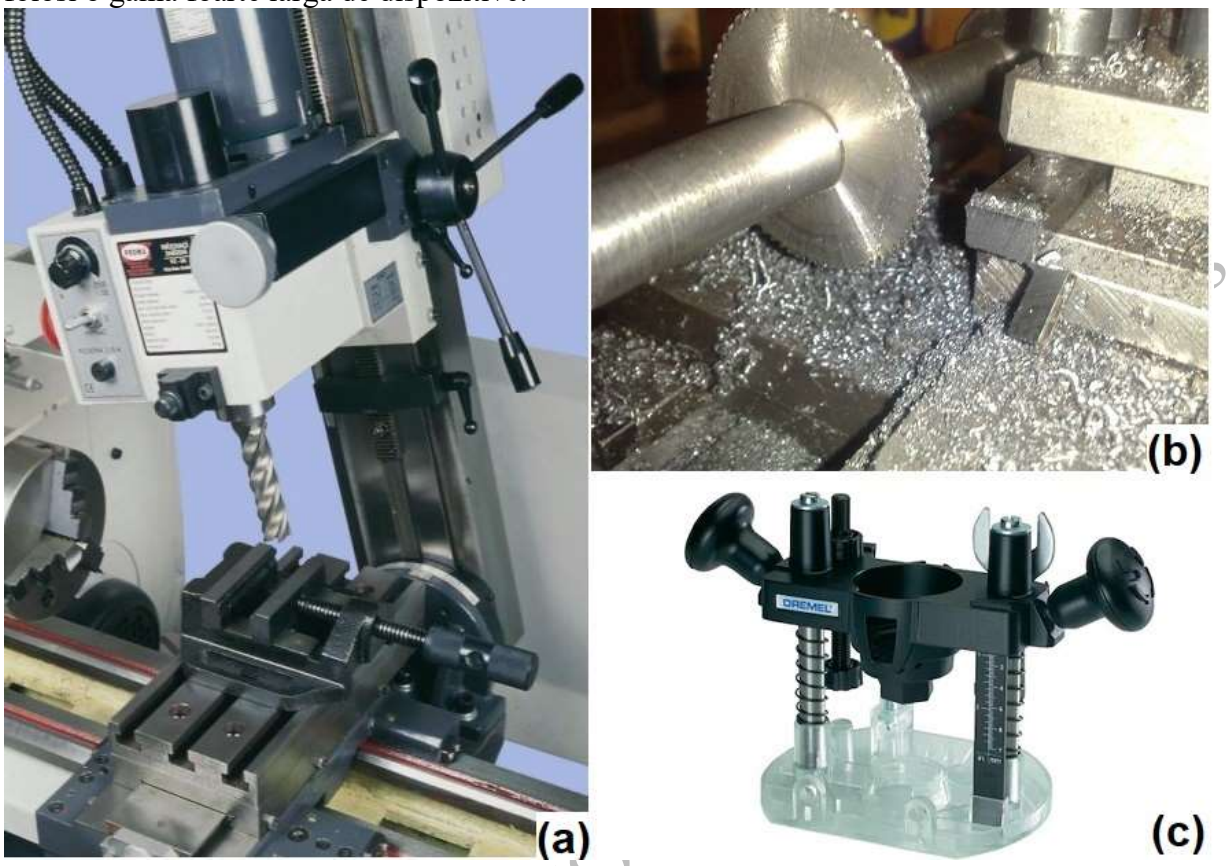


Fig.6.27 Exemple de dispozitive pentru frezare: (a) dispozitiv complex; (b) pentru freză disc; (c) poziționare a frezei deget

După prelucrările primare, prin așchiere, urmează finisarea suprafețelor. Un exemplu de astfel de prelucrare este honuirea.

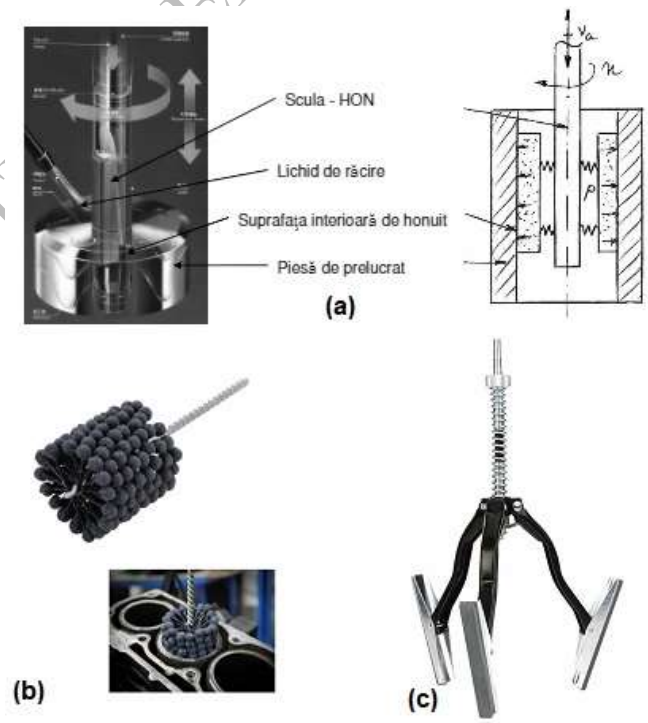


Fig.6.28 Honuirea: (a) principiul operației de honuire; (b) dispozitiv de honuire cilindrică; (c) dispozitiv de honuire conică

Pentru exemplificarea rolului dispozitivelor în carul operațiilor de așchiere, se prezintă, în continuare, elaborarea procesului tehnologic al unui arbore melcat.

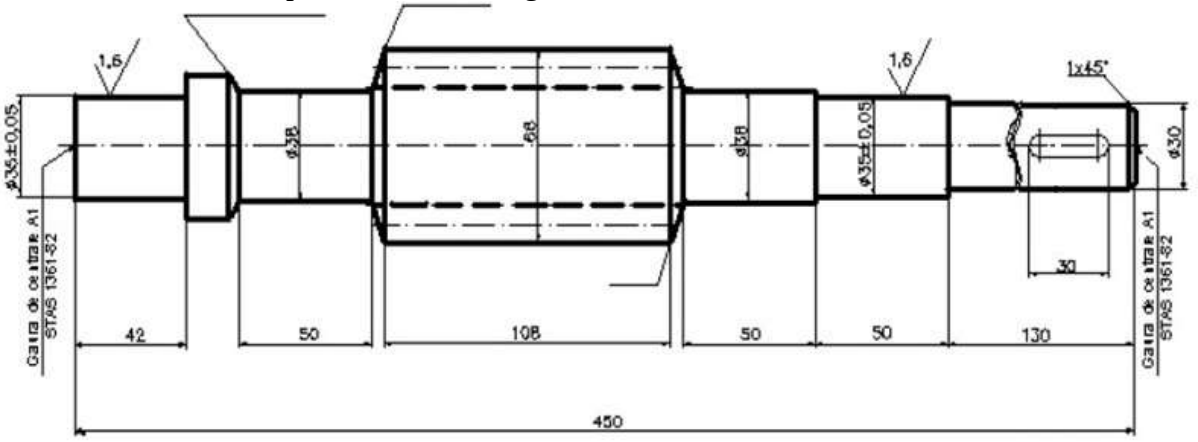
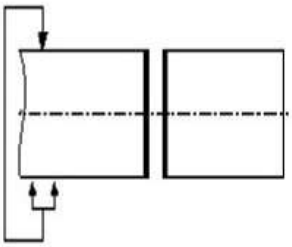
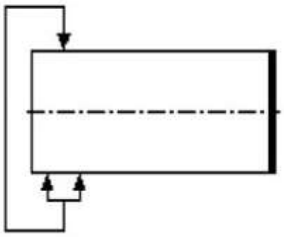
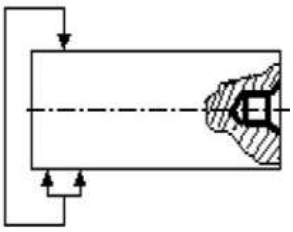
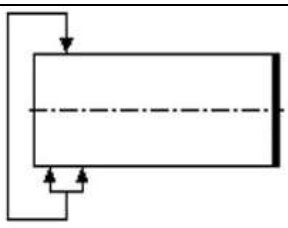
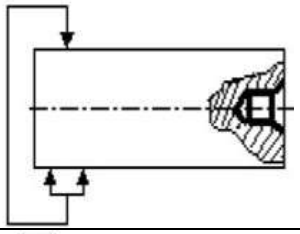
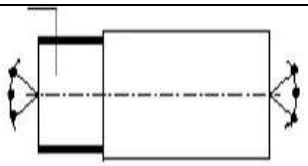
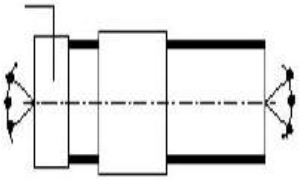
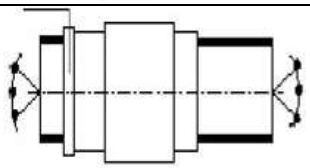
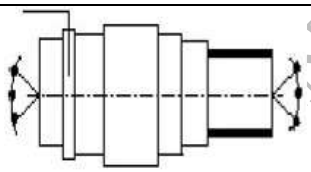
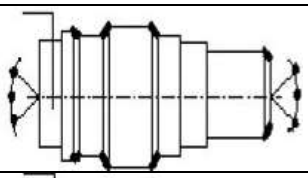
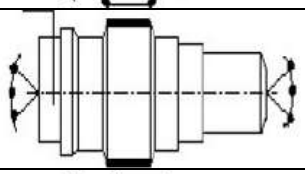
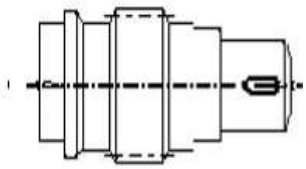
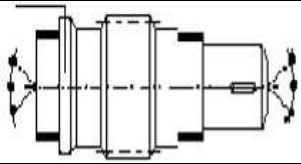


Fig.6.29 Desen de execuție al unui arbore melcat, din oțel de îmbunătățire

Tab.6.1 Traseul tehnologic al unui arbore melcat

Nr. crt.	Denumirea operației	Schița operației	Mașina-unealtă	Echipament		
				Scule	Dispozitive	Verificatoare
1	Debitare Φ75x462 mm		SN 400	Cuțit pentru retezat	Universal cu trei bacuri	Ruletă
2	Strunjire frontală Φ75x458 mm		SN 400	Cuțit strunjire frontală	Universal cu trei bacuri	Șubler
3	Centruire		SN 400	Burghiu de centrare fără con de protecție	Universal cu trei bacuri	Șubler de adâncime
Se întoarce piesa						
4	Strunjire frontală Φ75x452,5 mm		SN 400	Cuțit strunjire frontală	Universal cu trei bacuri	Șubler

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE-Note de curs

5	Centruire		SN 400	Burghiu de centrare fără con de protecție	Universal cu trei bacuri	Șubler de adâncime
6	Strunjire cilindrică exterioară Φ75x450 mm		SN 400	Cuțit strunjire cilindrică exterioară	Două vârfuri rotative	Șubler
7	Strunjire cilindrică exterioară Φ52,7 x112 mm		SN 400	Cuțit strunjire cilindrică exterioară	Două vârfuri rotative	Șubler
8	Strunjire cilindrică exterioară Φ40x50 x230 mm		SN 400	Cuțit strunjire cilindrică exterioară	Două vârfuri rotative	Șubler
9	Strunjire cilindrică exterioară Φ40x42 x180 mm		SN 400	Cuțit strunjire cilindrică exterioară	Două vârfuri rotative	Șubler
10	Strunjire cilindrică exterioară Φ31,4x130 mm		SN 400	Cuțit strunjire cilindrică exterioară	Două vârfuri rotative	Șubler
11	Teșirea la 45^0 a muchiilor Φ30, Φ50, Φ66		SN 400	Cuțit strunjire cilindrică exterioară	Două vârfuri rotative	
12	Strunjire melc		SN 400	Cuțit profilat	Două vârfuri rotative	Micrometru de exterior
13	Frezare canal pană		Freză universală de sculărie	Freză cilindro-frontală tip deget		Șubler, micrometru de exterior
14	Tratament termic de îmbunătățire	Călire martensitică + revenire înaltă				
15	Rectificare de degroșare la Φ35x42 x50		Mașină de rectificat	Piatră cilindrică plană	Două vârfuri rotative	Micrometru de exterior

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE. Note de curs

6.4 Dispozitive pentru transporturi

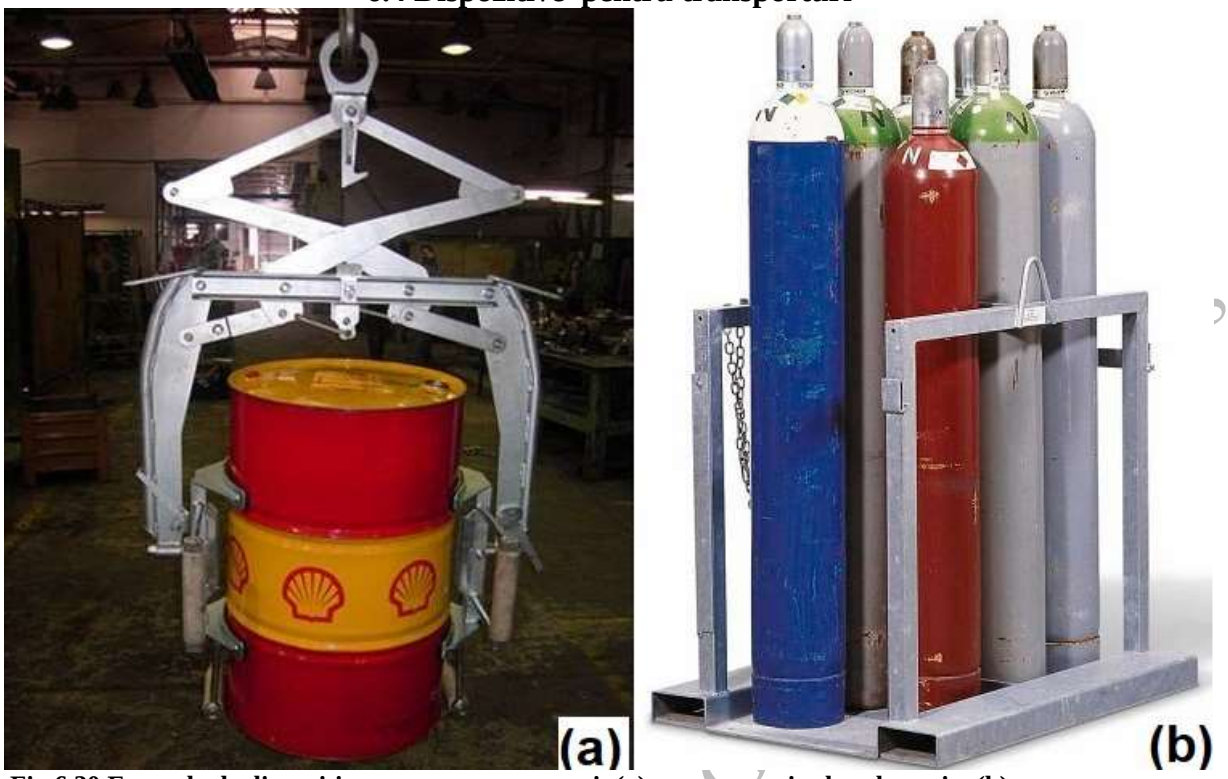


Fig.6.30 Exemple de dispozitive pentru transporturi: (a) pentru manipulare butoaie; (b) pentru transport butelii de gaze comprimate

Pentru transportul produselor agabaritice, de mari dimensiuni, se proiectează dispozitive speciale, specializate pentru fiecare caz în parte.



Fig.6.31 Exemple de dispozitive pentru transportul pieselor de mari dimensiuni: (a) platformă; (b) cale cilindrice și ancore; (c) cale cilindrice fixe și cabluri; (d) cale cilindrice rotative și ancore

6.5 Dispozitive pentru telecomunicații

Sunt, în general, dispozitive pentru stocarea cablurilor, asigurarea antenelor, comanda releelor, etc.

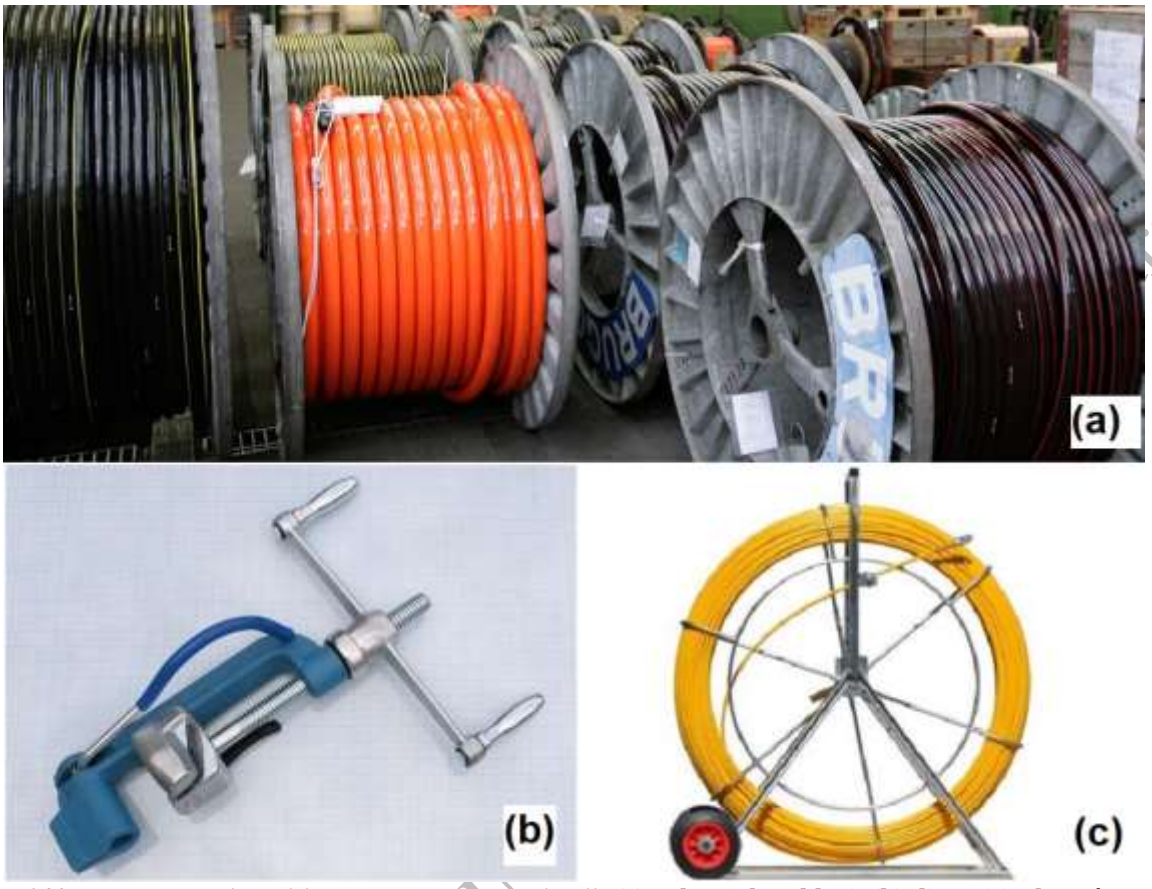


Fig.6.32 Exemple de dispozitive pentru telecomunicații: (a) rulouri de cabluri; (b) dispozitiv de strângere a brățărilor de fixare a cablurilor; (c) trăgător de cablu

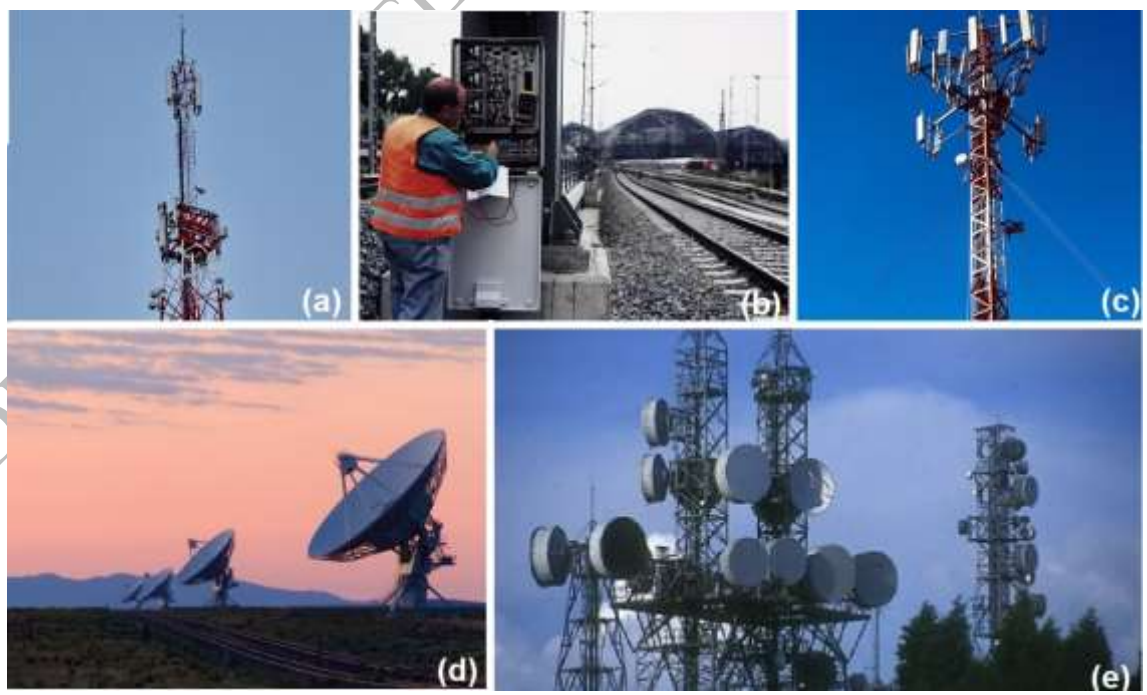


Fig.6.33 Exemple de dispozitive pentru telecomunicații: (a) poziționarea antenelor pe releu; (b) dispozitiv de telecomunicații la căile ferate; (c) ancorarea releului; poziționarea antenelor parabolice (d) la sol sau (e) pe releu

6.6 Dispozitive pentru industria petrolieră

În industria petrolieră sunt utilizate dispozitive specializate, pentru extracție, rafinare, transport și distribuție. Un loc aparte este ocupat de dispozitivele pentru foraj.



Fig.6.34 Exemple de dispozitive utilizate în industria petrolieră: (a) alinierea capetelor prăjinilor de foraj; (b) platforme de foraj; (c) prăjini de foraj; (d) dispozitive pentru controlul deschiderii puțurilor de foraj

6.7 Dispozitive pentru metrologie

Principalele dispozitive metrologice sunt pentru măsurarea lungimilor.

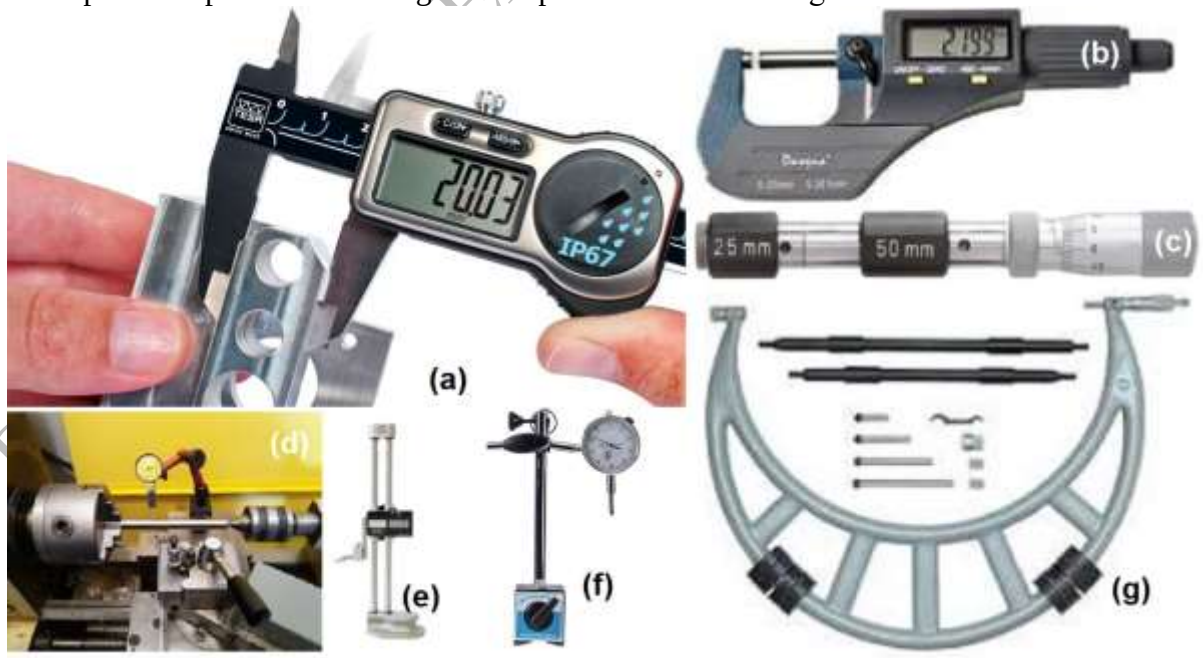


Fig.6.35 Exemple de dispozitive metrologice pentru determinarea lungimilor: (a) șubler digital; (b) micrometru digital de exterior; (c) micrometru mecanic de interior; (d) utilizarea unui dispozitiv de tip pupitast, la un strung paralel; (e) dispozitiv de măsurarea înălțimilor; (f) comparator cu cadran și talpă magnetică; (g) micrometru mecanic de exterior, pentru dimensiuni mari

Însă există dispozitive specializate și pentru determinarea altor parametri, în afară de lungime (debite fluid, rezistențe electrice, etc.)



Fig.6.36 Exemple de dispozitive pentru metrologie: (a) laborator de calibrare a debitmetrelor; (b) utilizarea pe teren a unui debitmetru ultrasonic; (c) termorezistențe

6.8 Dispozitive pentru electrotehnică

Una dintre problemele survenite în funcționarea componentelor electronice este descărcarea electrostatică (*ESD = electro static discharge, En.*). Pentru prevenirea acesteia, trebuie utilizate ambalaje speciale ESD. Astfel de ambalaje, pentru electronice din carton, combinat cu spume sau folii ESD garantează transportul corect și depozitarea sigură a dispozitivelor electronice. Ambalaje cu protecție ESD pentru dispozitive electronice direct pot fi personalizate, în cazul unor dispozitive electronice speciale și al utilizării acestora în scopuri precise.

Dispozitivele pentru electrotehnică sunt specializate în funcție de categoria de curent care activează aplicația respectivă: curenți slabi (ex.: electronică) sau curenți tari (ex.: energetică). În **Fig.6.37** sunt prezentate câteva exemple de dispozitive pentru curenți slabi.

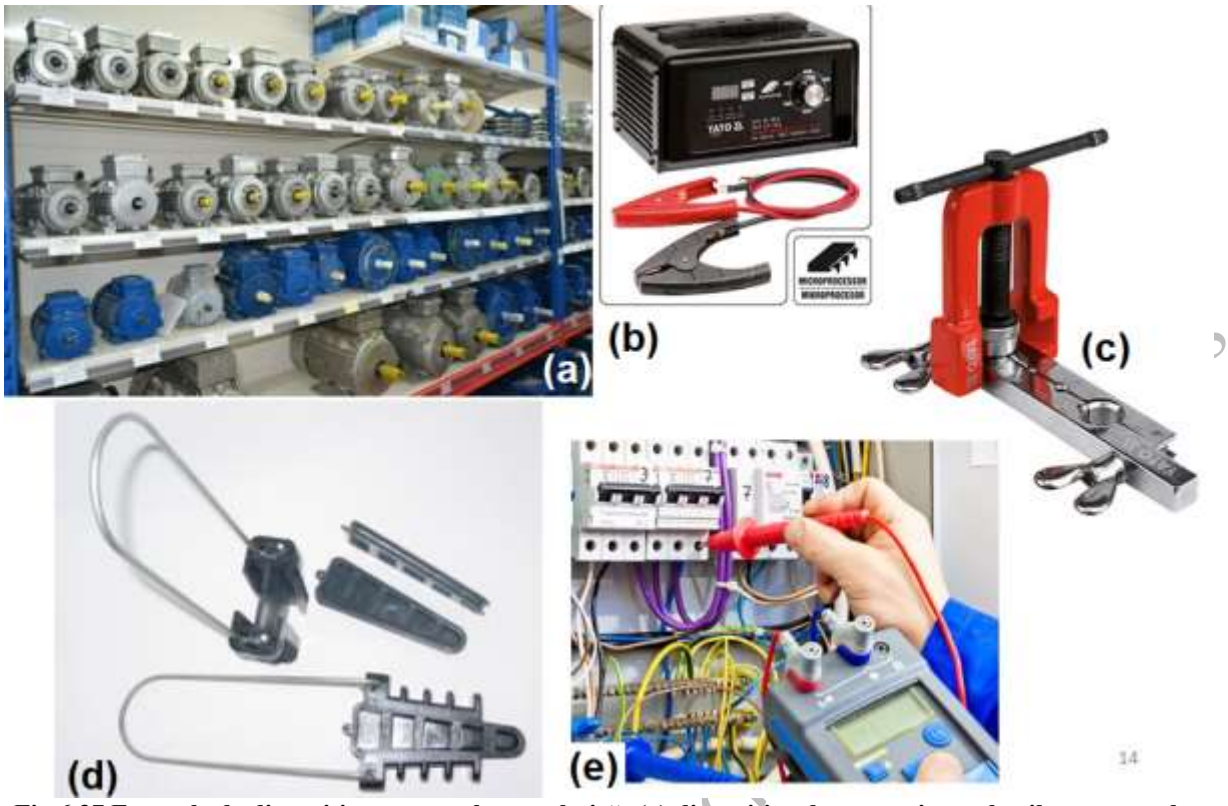


Fig.6.37 Exemple de dispozitive pentru electrotehnică: (a) dispozitive de protecție a arborilor motoarelor electrice; (b) dispozitiv de încărcare; (c) dispozitiv de *bercuit*; (d) clemă de întindere a branșamentului trifazat; (e) multimetru



Fig.6.38 Exemple de dispozitive pentru electrotehnică, utilizate pentru curenți tari: (a) dispozitiv de ancorare a cablurilor electrice, la un stâlp din lemn; (b) conectori ceramici, la legarea de un stâlp metalic; (c) dispozitive ceramice de protecție, la legarea de un stâlp din beton; (d) izolarea conductorului electric, față de stâlpul din beton, prin dispozitivul ceramic de protecție

6.9 Dispozitive pentru medicină

În domeniul medicinii, se utilizează o gamă largă de dispozitive pentru testarea stării de sănătate, administrarea medicamentelor, ameliorarea respirației, a deplasării și a auzului, resuscitare sau dozarea medicamentelor



Fig.6.39 Exemple de dispozitive pentru medicină: (a) dispozitive portabile pentru verificarea stării de sănătate (tensiometre, pulsioximetre, glucozimetre, termometre, etc.) (b) dispozitive de administrare a medicamentelor; (c) stetoscop; (d) concentrator de oxigen cu furtun de administrare

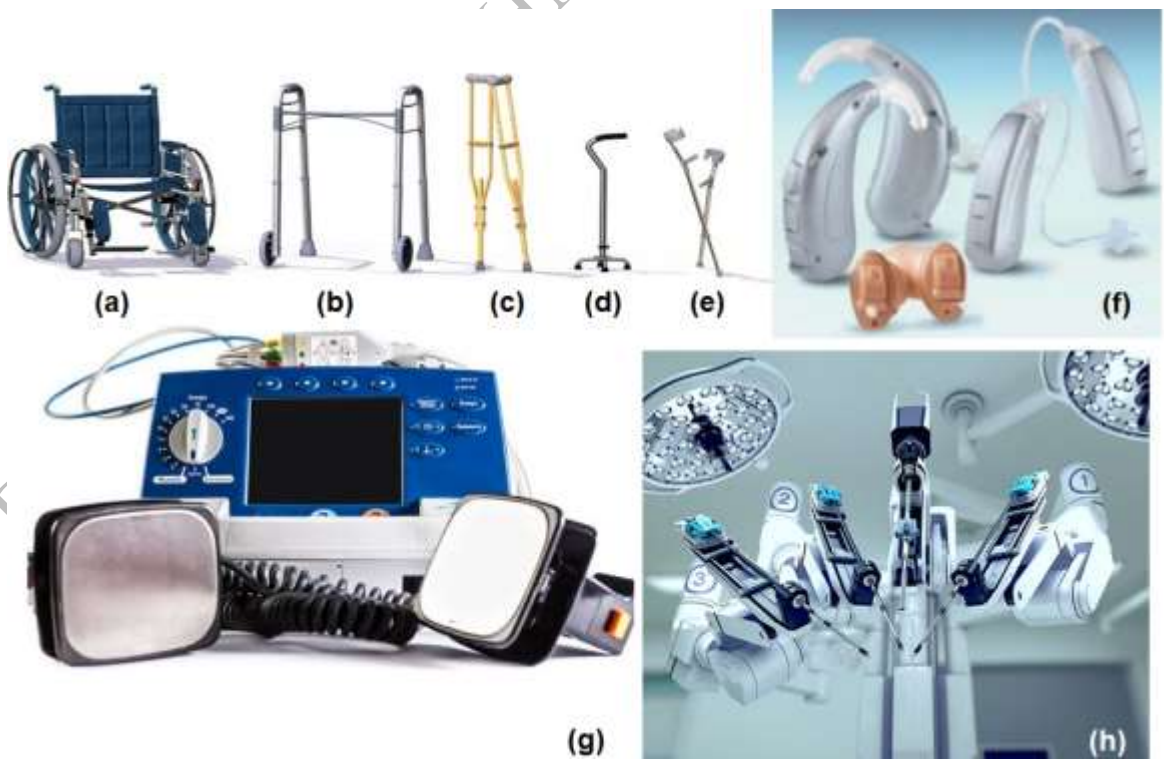


Fig.6.40 Exemple de dispozitive pentru medicină: (a) scaun cu rotile, (b) cadru de deplasare, (c) cârje de subraț; (d) baston de sprijin; (e) cârje de antebraț; (f) proteze auditive; (g) dispozitiv de resuscitare, prin șocuri electrice; (h) dispozitive chirurgicale de administrare a medicamentelor

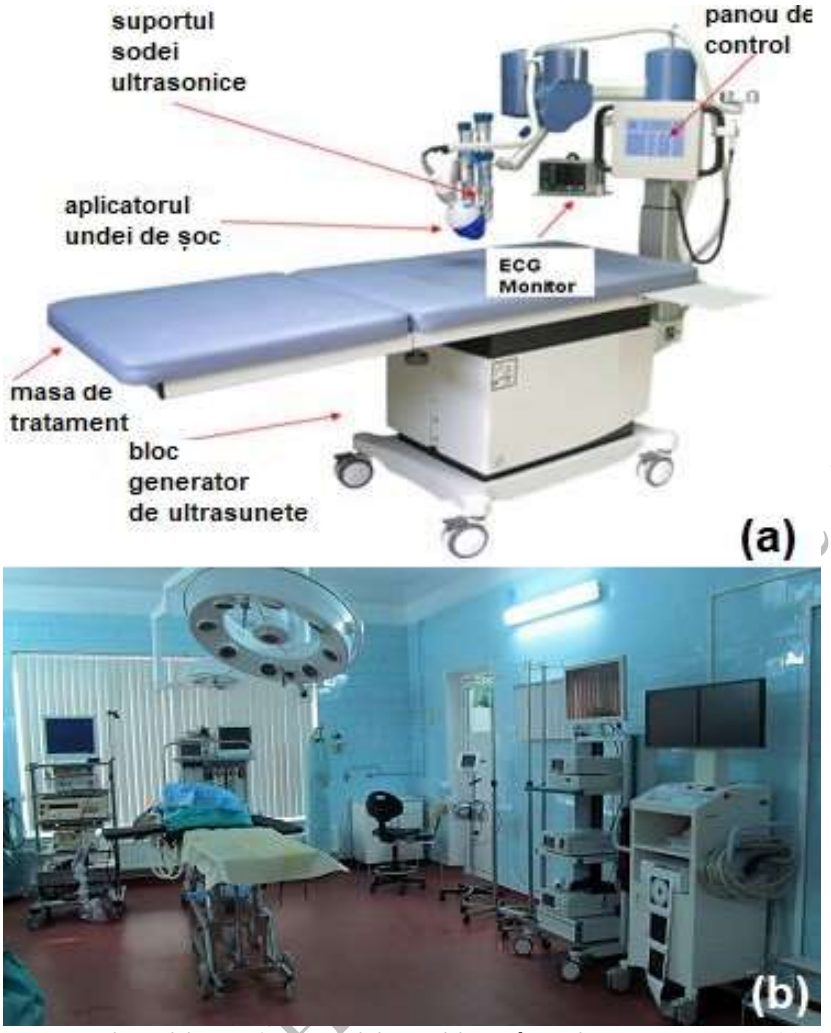


Fig.6.41 Exemple de dispozitive pentru medicină utilizate în sălile de tratament: (a) ecografie; (b) chirurgie

6.10 Dispozitive pentru tehnici de protecție sau de siguranță



Fig.6.42 Exemple de dispozitive pentru tehnici de protecție sau de siguranță: (a) mască de protecție, (b) halat de protecție; (c) cască de protecție pentru lucrul în subteran; (d) cască de protecție pentru lucrul la înălțime; (e) combinezon de protecție; (f) ham de protecție; (g) sistem de protecție pentru pierderea cheilor

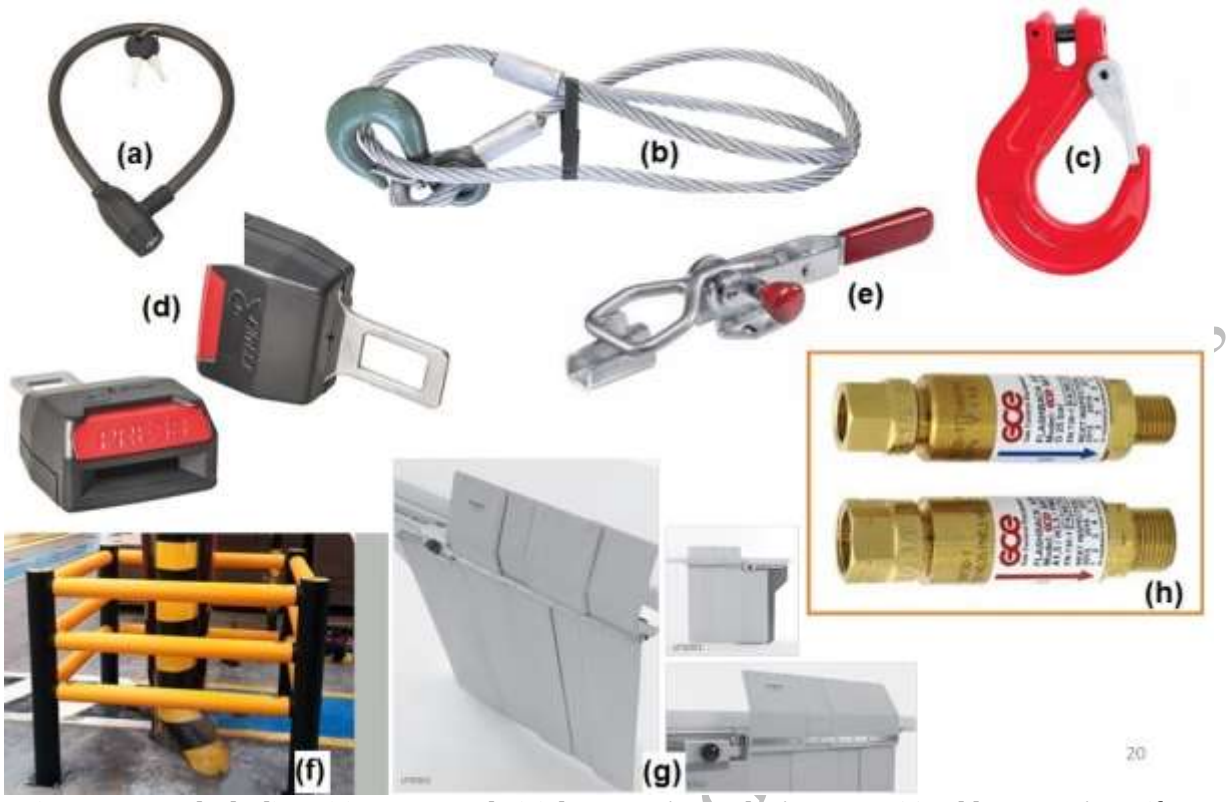


Fig.6.43 Exemple de dispozitive pentru tehnici de protecție sau de siguranță: (a) cablu protecție antifurt bicicletă, (b) cablu de tracțiune cu cârlig de protecție; (c) cârlig de protecție pentru ridicat; (d) centură de protecție auto; (e) sistem de pârghii cu siguranță; (f) gard de protecție a unei conducte; (g) ecrane de protecție antiradiație; (h) supape de protecție antiflacără, cu spumă (la sudura oxiacetilenică)

6.11 Dispozitive purtabile

In cadrul proiectului SIPOCA-592 (*Creșterea capacității sistemului CDI de a răspunde provocărilor globale. Consolidarea capacității anticipatorii de elaborare a politicilor publice bazate pe dovezi*), coordonat de Ministerul Educației și Cercetării (MEC) în parteneriat cu Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării , Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI) a fost elaborată, pe bază de consultări, Strategia Națională de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2021-2027 (SNCISI). Între specializările vizate pentru perioada 2021-2027, UEFISCDI a inclus domeniul TEHNOLOGII PENTRU SISTEME PURTABILE.



Va invitam ca din panoul de subdomenii* de mai jos sa selectati si sa evaluati acele propuneri de specializare inteligenta (maxim 10) apropiate de domeniul dvs. de competenta.**

* Propunerile de subdomenii au fost elaborate de către paneluri de experti (Noiembrie 2020, peste 100 persoane implicate), care au consolidat rezultatele primei consultari exploratorii online (Septembrie 2020, peste 2800 respondenti). Cele 54 de subdomenii sunt grupate in 5 domenii tematice: Economie digitala, Economie verde si sigura, Viata sanatoasa, Materiale, servicii si produse inteligente, respectiv Tehnologii inovative pentru cresterea rezilientei sectoarelor economice strategice.

** Va invitam sa evaluati fiecare subdomeniu pe baza a 4 criterii mari, fiecare cu cate 3 subcriterii. La click pe numele subdomeniului se va deschide o pagina cu o scurta descriere, apoi patru pagini pentru cele patru criterii de evaluare.

** Evaluarile dumneavoastra vor conduce la ierarhizarea multicriteriala a listei de specializari. Rezultatele consultarii vor face obiectul unui raport public.

ECONOMIE DIGITALA	VIATA SANATOASA	MATERIALE, SERVICII SI PRODUSE INTELIGENTE
	eHealth	Materiale pentru aplicatii electronice, electrice, fotonice, magnetice si in senzoristica
Invatare automata	Medicina personalizata	
Securitate cibernetica	Medicina longevitatii	Materiale biocompatibile

Fig.6.44 Prima pagină a mesajului transmis de UEFISCDI către participanții invitați la sondaj

În **Fig.6.45** sunt inventariate 12 tipuri de dispozitive purtabile, fiind descrise succint principalele 6 clase dintre acestea.

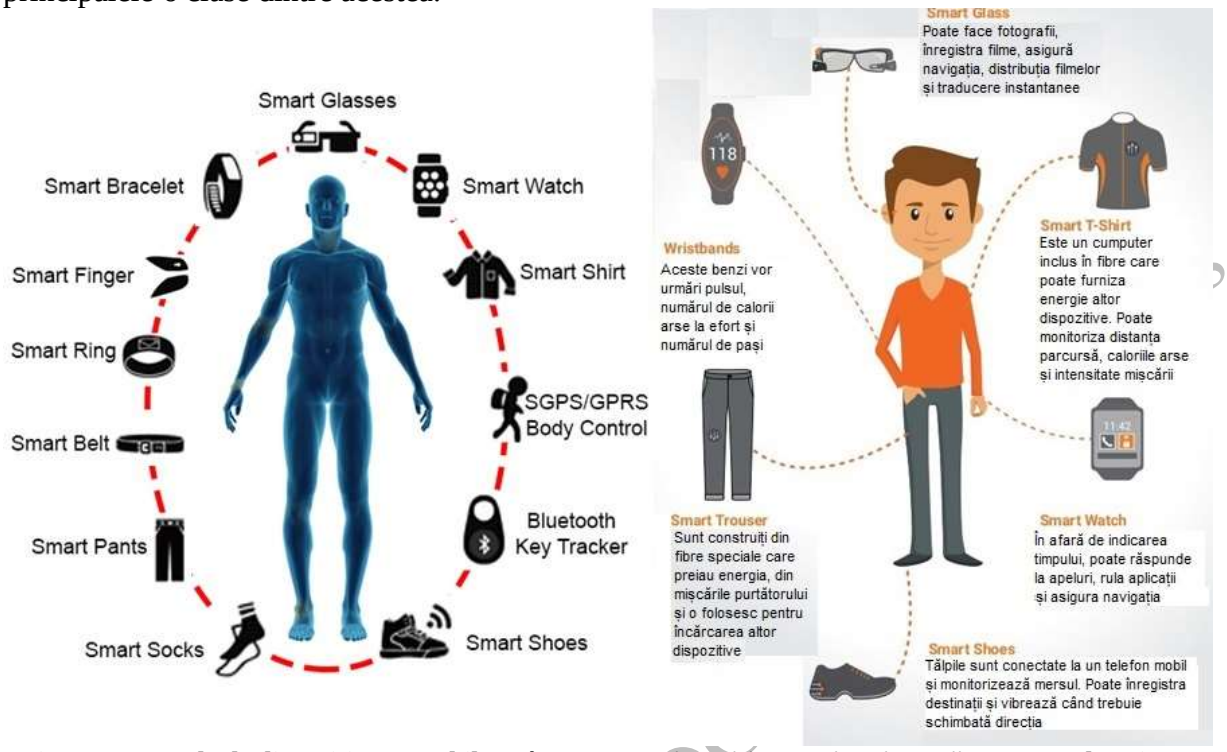


Fig.6.45 Exemple de dispozitive purtabile: stânga-gama dispozitivelor „inteligente”; dreapta-descrierea succintă a principalelor șase clase de dispozitive inteligente

DISPOZITIVE TEHNOLOGICE