

## 1. OSII ȘI ARBORI

### 1.1. Generalități

Osiile și arborii sunt elemente constructive care au rolul de a susține elemente aflate în mișcarea de rotație. Acestea fac legătura cu alte elemente constructive de la care primesc sau la care transmit mișcarea de rotație.

### 1.2. Osi și arbori dreapți

Axa geometrică longitudinală a acestora este dreaptă.

*Osia* are funcția principală de sprijinire a altor elemente constructive mobile, nu transmite momente de torsiune și este sollicitată în principal la încovoiere.

*Arborele* are funcția principală de a transmite mișcarea de rotație și deci de a transmite putere mecanică. În consecință arborele este sollicitat la torsiune și la încovoiere. Rolul arborelui este sugerat în Fig. 1.2.1 pentru cazul unui micromotor.

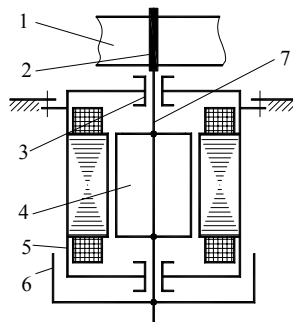


Fig. 1.2.1

Pentru antrenarea unui suport de informație 1 se utilizează un micromotor

## 2 OSII ȘI ARBORI -1

prevăzut cu un element constructive 2. Întreaga construcție este montată pe arborele 7 și se compune din: lagărele 3, rotorul 4, statorul 5, ventilatorul 6. Forma constructivă generală a acestor elemente este în majoritatea cazurilor aceeași.

Acest lucru determină în unele cazuri folosirea unei singure noțiuni. Un aspect general de utilizare a unui arbore este prezentat în Fig. 1.2.2. În carcasa 1 se sprijină arborele 2 pe care sunt montate roțile dințate 3. Arborele străbate carcasa făcând legătura cu alte elemente constructive.

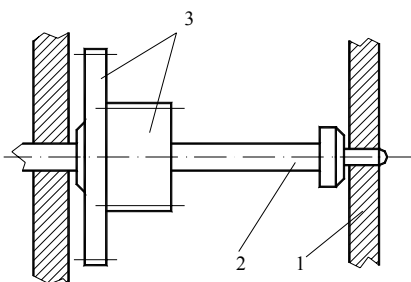


Fig. 1.2.2

Materialele utilizate în construcția de aparate pentru realizarea osiilor și arborilor sunt extrem de variate. Pe lângă oțel se mai utilizează materiale nemetalice (alamă, duraluminiu, materiale plastice) datorită proprietăților lor fizice (comportare magnetică, posibilități de îmbinare, caracteristici de izolare etc.)

Forma constructivă în detaliu a osiei sau arborelui depinde de funcțiile prescrise, dimensiunile rezultate, materialele și tehnologia stabilită pentru realizare. O formă clasică este prezentată în Fig. 1.2.3.

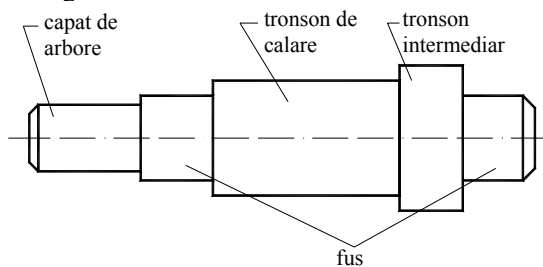


Fig. 1.2.3

Forma geometrică este compusă dintr-o serie de tronsoane în general de diametre diferite. Tronsoanul de calare servește pentru montarea unor elemente constructive. Fusul servește pentru sprijinirea arborelui / osiei față de carcasă. Capătul

de arbore este utilizat pentru conectarea arborelui cu restul componentelor din cadrul aparatului. Tronsonul intermediar, fără o destinație specială, face legătura dintre două tronsoane diferite.

Tronsonul de calare, în funcție de aplicație, trebuie să asigure poziționarea axială precisă a elementului constructiv montat și împiedicarea rotirii acestuia în raport cu arborele. Poziționarea axială se realizează prin sprijinire pe “umărul” unui tronson vecin, pe un alt element constructiv, pe un inel elastic, etc. Împiedicarea rotirii se realizează printr-o formă transversală adecvată, prin strângere, îmbinare cu știft, etc.

Forma constructivă al unui arbore utilizat în construcția de aparate înregistratoare este prezentată în Fig. 1.2.4. Tronsonul 1 servește pentru antrenarea suportului magnetic pentru informație. Tronsonoanele 2 și 3 servesc pentru montarea lagărelor. Tronsonul 4 servește pentru fixarea pe arbore a unor elemente constructive.

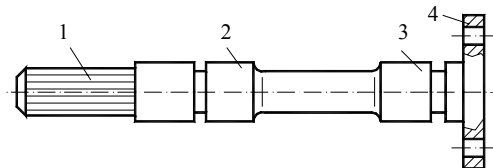


Fig. 1.2.4

Ansamblul unei role start/stop din construcția unui aparat înregistrator este prezentată în Fig. 1.2.5. Pe osia 1 este montată rola 2, legătura mobilă fiind asigurată de rulmenții 3. Osia este fixă față de carcasa 4. Pe rola 3 este depus stratul de cauciuc 5 pentru mărirea coeficientului de frecare cu suportul de informație.

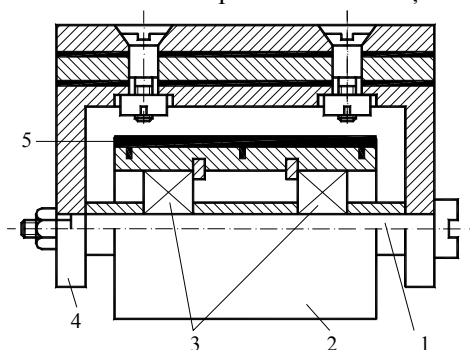


Fig. 1.2.5

În construcția de aparate se proiectează forma osiei / arborelui funcție de aplicația concretă și se verifică din punctul de vedere al rezistenței. Calculul de

verificare presupune:

- *verificarea la oboseală* în zonele de încărcare maximă sau unde există concentratori de oboseală (găuri transversale, canale circulare, variații mari ale diametrelor etc.). Calculul presupune determinarea coeficientului de siguranță total:

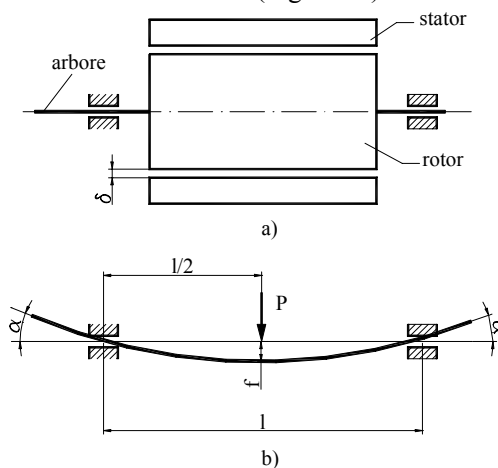
$$c = \frac{c_\sigma \cdot c_\tau}{\sqrt{c_\sigma^2 + c_\tau^2}} \geq c_a = 1,7 \dots 2,5 \quad (8.2.1)$$

unde  $c_\sigma$ ,  $c_\tau$  sunt coeficienții de siguranță la încovoiere și respective la torsiune. Dacă coeficientul de siguranță total nu respectă inegalitatea (6.1) se trece la o nouă proiectare a formei și o nouă verificare.

*Verificarea la rigiditate* presupune determinarea deformațiilor la încovoiere și torsiune ale arborilor. Aceste deformații trebuie să se încadreze în limite impuse de aplicația dată. De exemplu deformația de încovoiere a arborelui unui motor electric trebuie să respecte inegalitatea:

$$f \leq 0,1 \cdot \delta \quad (8.2.2)$$

unde  $\delta$  este întrefierul motorului electric (Fig. 1.2.6).



**Fig. 1.2.6**

Poziția ideală (nedeformată) a arborelui este prezentată în figura 6.6a. Datorită greutateii rotorului, a forței de atracție magnetică dintre rotor și stator, arborele se va deforma (fig.6.6b). Considerând arborele de secțiune constantă, deformația de încovoiere a arborelui este:

$$f = \frac{P \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad (8.2.3)$$

unde: P este forța care încarcă arborele (greutatea rotorului și forța de atracție

magnetică),  $l$  este lungimea între reazeme,  $E$  modulul de elasticitate al materialului arborelui iar  $I$  este momentul de inerție a secțiunii transversale a arborelui.

Rotirea arborelui în lagăr se poate considera cu o bună aproximație:

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha \approx \frac{f}{l/2} \quad (8.2.4)$$

Astfel de limitări sunt impuse și de transmisiile prin roți dințate, de lagărele de alunecare, de lagărele pe bază de rulmenți etc. Pentru lagărele de alunecare rotirea se limitează la  $\alpha \leq [0,3 \dots 1] \cdot 10^{-3}$  iar pentru lagărele pe bază de rulmenți la  $\alpha \leq 1 \cdot 10^{-3}$ . Limitările sunt necesare deoarece deformații de valoare ridicată pot conduce la solicitări suplimentare, la blocaje etc.

*Verificarea la turație critică* se aplică doar pentru arborii care lucrează la turații ridicate. Dacă perioada vibrațiilor proprii ale arborelui coincide cu perioada forțelor exterioare, se produce rezonanța, care dă naștere unor eforturi suplimentare în arbore. Turația de lucru a arborelui, corespunzătoare acestei perioade, care produce rezonanța, se numește *turație critică* și trebuie evitată în funcționare. Turația critică se determină pe baza relației:

$$n_{cr} = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{st}}} \quad [\text{rot/min}] \quad (8.2.5)$$

unde  $g$  este accelerația gravitațională iar  $f_{st}$  este săgeata statică a arborelui (datorată doar greutateii elementelor constructive montate pe arbore).

Adeseori arborii din construcția aparatelor au ca și criterii definitorii în proiectarea lor posibilitatea de execuție, comoditatea asamblării elementelor ce se montează pe ei.

### 1.3. Arbori flexibili

Arborii flexibili servesc la transmiterea mișcării de rotație, pe distanțe și la unghiuri mari, la transmiterea mișcării între două mecanisme care în timpul funcționării își modifică poziția. Se realizează arborii flexibili cu diametrul (3...12) mm și lungimi de (2...3) mm.

Un aspect constructiv al transmisiei prin cablu flexibil este prezentat în Fig. 1.3.1.

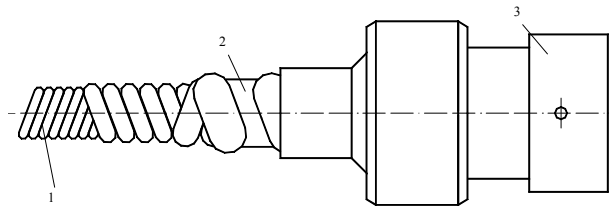


Fig. 1.3.1

Arborele flexibil 1, este acoperit de un tub de protecție 2. Capetele sunt prevăzute cu piese terminale 3. Din punct de vedere al construcției, arborele flexibil propriu-zis se compune dintr-un număr de straturi de sârmă, înfășurate alternativ stânga-dreapta unul peste altul. Se recomandă ca sensul de rotație al arborelui să fie contrar înfășurării ultimului strat. Rotația se poate realiza și în ambele sensuri dar în acest caz este necesară o supradimensionare a arborelui.

Tubul de protecție are rolul de a realiza etanșarea arborelui împotriva unor agenți din exterior (apă, praf, etc.) . Tuburile de protecție se execută din cauciuc cu inserții textile sau metalice.

Piese terminale servesc la conectarea arborelui flexibil cu elementul motor și respectiv la elementul condus.

#### 1.4. Întrebări recapitulative

1. Definiți osia și arborele;
2. Prezentați o formă generală a arborelui și precizați rolul fiecărui tronson;
3. În ce constă calculul de verificare a arborilor ?
4. Prezentați calculul de verificare la rigiditate a unui arbore;
5. Prezentați calculul de verificare la oboseală a unui arbore;
6. Definiți turația critică și precizați semnificația fiecărui parametru care intervine;
7. Ce sunt arborii flexibili ?

#### 1.5. Bibliografie

- [8.1] Krause, W., *Grundlagen der Konstruktion. Lehrbuch für Elektroingenieure*, VEB Verlag Technik, Berlin
- [8.2] Demian, Tr., ș.a., *Elemente constructive de mecanica fină. Aplicații*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980
- [8.3] Travnikov, E.N., *Mehanizmi apparaturi magnitnoi zapisi*, "Tehnica", Kiev, 1976