

3. ARCURI [1, 2, 4, 6]

3.1. CARACTERIZARE. DOMENII DE FOLOSIRE. CLASIFICARE.

Arcurile sunt organe de mașini care, prin forma lor și prin proprietățile elastice deosebite ale materialelor din care sunt executate, se deformează elastic, sub acțiunea unor sarcini exterioare, în limite relativ mari. În timpul deformării elastice, arcurile înmagazinează lucrul mecanic efectuat de sarcina exterioară sub formă de energie de deformație, având posibilitatea să-l restituie în perioada de revenire la starea lor inițială.

Domeniile de folosire ale arcurilor sunt diverse și se referă, în principal, la:

- ♦ *amortizarea șocurilor și vibrațiilor* (suspensiile autovehiculelor, limitatoare de cursă, cuplaje elastice, cârlige de macara, fundații de mașini etc.);
- ♦ *acumularea de energie*, care urmează să fie restituită ulterior, în mod treptat, sistemului din care arcul face parte (ceasuri cu arc, arcuri motoare de la diverse mecanisme etc.);
- ♦ *exercitarea unei forțe elastice permanente* (cuplaje de siguranță prin fricțiune, ambreiaje prin fricțiune, arcuri de întinzătoare etc.);
- ♦ *reglarea sau limitarea forțelor sau a debitelor* (prese, cuplaje de siguranță, robinete de reglare etc.);
- ♦ *măsurarea forțelor și momentelor*, prin utilizarea dependenței dintre sarcină și deformația arcului (chei dinamometrice, dinamometre, cântare, aparate de măsură, standuri de încercare etc.);
- ♦ *modificarea frecvenței proprii* a unor organe de mașini sau a unor sisteme mecanice, în vederea evitării rezonanței.

Clasificarea arcurilor se realizează după o serie de criterii, prezentate în continuare:

- după *forma constructivă*, se deosebesc: arcuri elicoidale, arcuri bară de torsiune, arcuri spirale plane, arcuri în foi, arcuri inelare, arcuri disc, arcuri bloc;
- după *modul de acționare a sarcinii exterioare*, arcurile pot fi: de compresiune, de tracțiune, de încovoiere, de torsiune;
- după *solicitarea principală a materialului*, se deosebesc arcuri solicate la: tracțiune-compresiune, încovoiere, torsiune;
- după *natura materialului* din care este executat arcul, se deosebesc: arcuri metalice, arcuri nemetalice;
- după *variația rigidității*, arcurile pot fi: cu rigiditate constantă, cu rigiditate variabilă (progresivă sau regresivă);
- după *forma secțiunii arcului*, se deosebesc arcuri cu secțiune rotundă, inelară, dreptunghiulară (sau pătrată), profilată.

3.2. MATERIALE ȘI ELEMENTE DE TEHNOLOGIE

Principalele calități ale materialelor din care se execută arcurile se referă, în principal, la: rezistență ridicată la rupere, limită ridicată de elasticitate, rezistență mare la oboseală. În unele domenii de folosire, materialelor pentru arcuri li se impun o serie de caracteristici speciale, ca: rezistență la temperaturi ridicate; rezistență la coroziune; lipsa proprietăților magnetice; dilatație termică redusă; comportare elastică independentă de temperatură etc.

Oțelurile folosite în construcția arcurilor pot fi oțeluri carbon de calitate (OLC 55A, OLC 65A, OLC 75A, OLC 85A) sau oțeluri aliate cu Cr, Mn, Si, V, W. Elementele de aliere îmbunătățesc rezistența și tenacitatea (Si), călibilitatea și rezistența la rupere (Mn, Cr), rezistența la oboseală (V). Mărcile de oțeluri pentru arcuri sunt cuprinse în standarde.

Materialele neferoase sunt utilizate, în special, pentru arcurile care lucrează în câmpuri electrice. Cele mai utilizate materiale neferoase pentru arcuri sunt alama și bronzul, dar și anumite aliaje speciale (Monel, Monel K, Inconel, Inconel X etc.).

Materialele nemetalice utilizate în construcția arcurilor sunt cauciucul, pluta etc.

Calitatea arcurilor este condiționată atât de material cât și de tehnologia de execuție a acestora și de tratamentul termic aplicat.

Semifabricatele pentru arcuri elicoidale se prezintă sub formă de sârme, bare, benzi etc. Arcurile cu secțiuni mici (diametrul sârmei până la 8 ... 10 mm) se execută prin înfășurare la rece, iar arcurile cu secțiuni mai mari prin înfășurare la cald. Majoritatea arcurilor înfășurate la rece se execută din sârmă care a fost supusă tratamentului termic înainte de înfășurare, iar după înfășurare se supun numai unei operații de revenire. Arcurile înfășurate la cald și arcurile înfășurate la rece dar mai puternic solicitate se călesc după înfășurare.

Pentru arcurile supuse la solicitări variabile, calitatea suprafeței este un factor determinant în ceea ce privește durabilitatea. Mărirea rezistenței la oboseală se poate realiza prin: evitarea decarburării stratului superficial în timpul tratamentului termic; rectificarea fină a suprafeței, după tratamentul termic final, pentru eliminarea stratului de oxid; durificarea stratului superficial (când rectificarea nu este posibilă), cu jet de alicie; protejarea arcului împotriva coroziunii, prin acoperiri.

3.3. CARACTERISTICA ARCURILOR

Caracteristica unui arc este curba care reprezintă dependența dintre sarcina care acționează asupra arcului (forță sau moment) și deformația (săgeată sau unghi) produsă de aceasta, pe direcția de acțiune a sarcinii; în acest sens, caracteristica arcurilor poate fi exprimată prin relațiile:

$$F=F(\delta); M_t=M_t(\theta), \quad (3.1)$$

în care δ reprezintă deformația liniară a arcului pe direcția forței F (săgeata), iar θ – deformația unghiulară a arcului pe direcția momentului de torsiune M_t (rotirea). Graficul caracteristicii arcului (fig.3.1) redă imaginea variației rigidității c a unui arc, definită prin panta curbei care exprimă dependența sarcină – deformație, când sarcina este o forță (fig.3.1, a), respectiv un moment (fig.3.1, b):

$$c = \operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{\delta}; \quad c' = \operatorname{tg} \alpha = \frac{M_t}{\theta}. \quad (3.2)$$

Caracteristica liniară (v. fig.3.1) este întâlnită la arcuri fără frecări (sau cu frecări neglijabile), executate din materiale care respectă legea lui *Hooke*. Aceste arcuri sunt caracterizate prin rigiditate constantă.

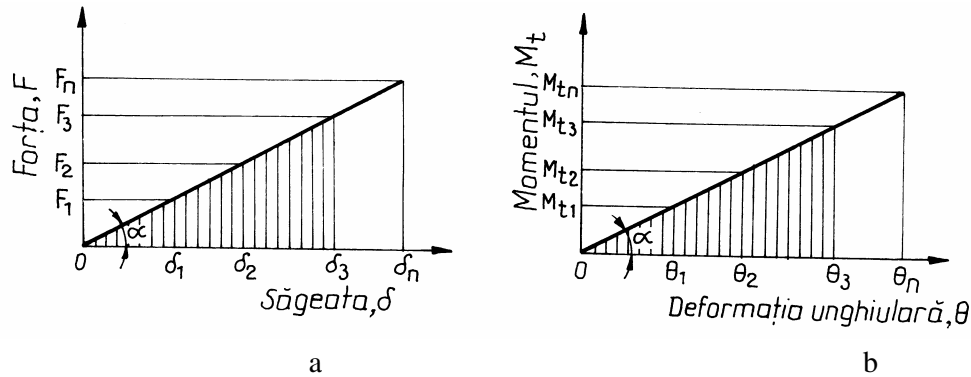


Fig. 3.1

Ținând seama de faptul că lucrul mecanic elementar este determinat prin expresia $dL=Fd\delta$, suprafața cuprinsă între caracteristica arcului și abscisă reprezintă lucrul mecanic de deformare al arcului, înmagazinat la deformarea sa. Astfel, în fig.3.1, a, suprafața hașurată este echivalentă cu lucrul mecanic de deformare al arcului supus acțiunii forței F_3 . Rezultă că, în ipoteza caracteristicii liniare, expresia lucrului mecanic de deformare este

$$L = \frac{1}{2} F\delta = \frac{1}{2} c\delta^2, \quad (3.3)$$

iar pentru cazul în care sarcina exterioară este un moment de torsiune (v. fig.3.1, b), expresia lucrului mecanic de deformare este

$$L = \frac{1}{2} M_t\theta = \frac{1}{2} c'\theta^2. \quad (3.4)$$

Arcurile cu rigiditate constantă au cea mai largă utilizare în practică. Există și arcuri cu rigiditate variabilă, la care caracteristica este o curbă (fig.3.2). În acest caz, rigiditatea arcului este dată de relația

$$c = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\partial F}{\partial \delta} \neq \operatorname{const.}; \quad c' = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\partial M_t}{\partial \theta} \neq \operatorname{const.} \quad (3.5)$$

La arcurile cu *rigiditate progresivă* (*arcuri tari*), panta curbei care reprezintă caracteristica este crescătoare (derivata a doua a curbei este pozitivă), iar la arcurile cu *rigiditate regresivă* (*arcuri moi*) această pantă este descrescătoare (derivata a doua a curbei este negativă).

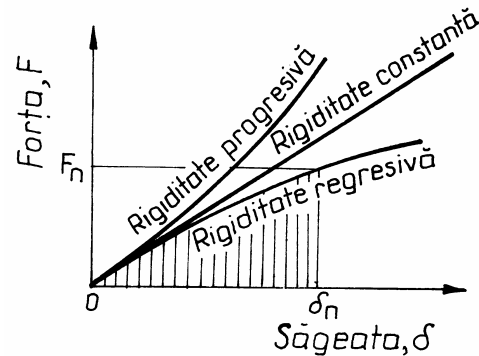


Fig. 3.2

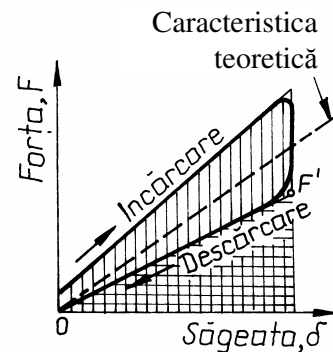


Fig.3.3

Dacă nu există frecări între elementele componente ale arcului sau frecări interioare ale materialului, caracteristica arcului la descărcare coincide cu cea de la încărcare.

La arcurile compuse din elemente suprapuse (arcuri în foi, arcuri inelare), la încărcare trebuie învinsă, în primul rând, frecarea dintre elementele componente și numai după aceea forța provoacă deformația arcului (fig.3.3). Ca urmare, caracteristica de încărcare se situează deasupra caracteristicii teoretice. La descărcare, în primul moment, frecarea se opune revenirii arcului, forța scăzând până la valoarea F^* , fără ca săgeata să se modifice. După ce forța exterioară scade sub valoarea F^* , denumită *forță de destindere*, arcul începe să își reducă săgeata, caracteristica de descărcare situându-se sub caracteristica teoretică. În acest caz, al existenței frecărilor, caracteristica arcului este cu *buclă histerezis*.

Suprafața închisă de bucla histerezis reprezintă *lucrul mecanic consumat prin frecare*, iar suprafața de sub caracteristica de descărcare reprezintă *lucrul mecanic de deformație*.

3.4. ARCURI ELICOIDALE

Arcurile elicoidale au o largă utilizare în construcția de mașini și se execută din sârmă sau bare de diferite secțiuni, înfășurate după o elice, pe o anumită suprafață directoare.

Arcurile elicoidale se clasifică după o serie de criterii, prezentate în continuare:

- după *forma secțiunii spirei*, arcurile elicoidale pot fi: cu secțiune rotundă (fig.3.4, *a* și *c*), cu secțiune pătrată (fig.3.4, *b*), cu secțiune dreptunghiulară (fig.3.4, *d*) sau cu secțiune profilată;

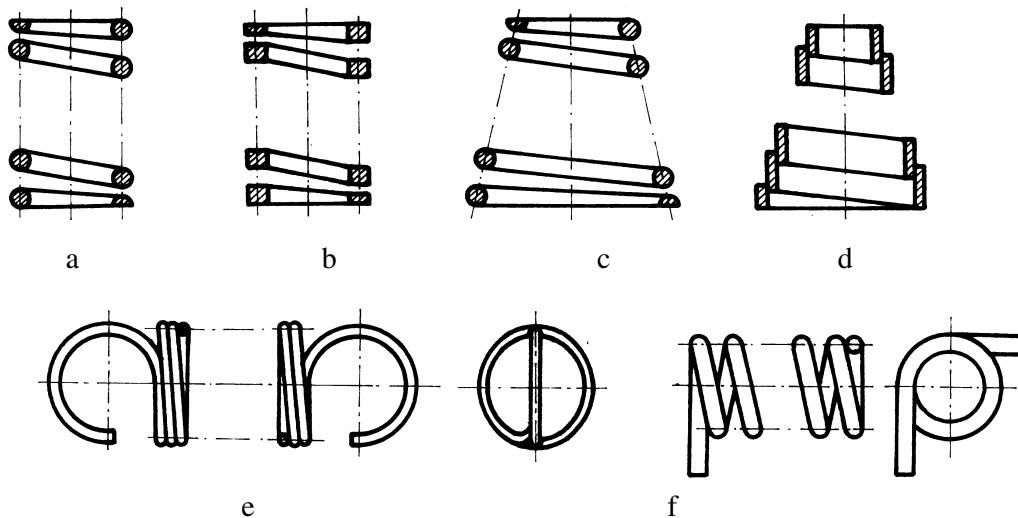


Fig.3.4

- după *forma suprafeței directoare* (a corpului de înfășurare), arcurile elicoidale pot fi: cilindrice (fig.3.4, *a* și *b*), conice (fig.3.4, *c* și *d*), dublu conice, paraboloidale, hiperboloidale, prismatice etc.
- după *modul de acționare a sarcinii*, se deosebesc arcuri elicoidale de compresiune (fig.3.4, a ... d), de tracțiune (fig.3.4, e) și de torsiune (fig.3.4, f).

Sub acțiunea unei forțe axiale exterioare, spirele arcurilor elicoidale de compresiune sau de tracțiune sunt solicitate, în principal, la torsiune. Arcurile elicoidale de torsiune au un capăt fix și sunt solicitate de un moment de torsiune; ca urmare, spira arcului este solicitată, în principal, la încovoiere.

3.4.1. Arcuri elicoidale cilindrice de compresiune

3.4.1.1. Elemente geometrice și caracteristica elastică

Elementele geometrice caracteristice unui arc elicoidal cilindric de compresiune, cu secțiunea spirei rotundă, sunt prezentate în fig.3.5 și se referă la:

- d - diametrul spirei;
- D_i - diametrul interior de înfășurare;
- D_m - diametrul mediu de înfășurare;
- D - diametrul exterior de înfășurare;
- t - pasul spirei;
- H_0 - lungimea arcului în stare liberă;
- α_0 - unghiul de înclinare al spirei în stare liberă.

Unghiul de înclinare al spirei ia valori în intervalul $6 \dots 9^\circ$, iar raportul $D_m/d=i$, denumit indicele arcului, are valorile:

- ♦ pentru arcuri înfășurare la rece, în intervalul $4 \dots 16$;
- ♦ pentru arcuri înfășurare la cald, în intervalul $4 \dots 10$.

Numărul total de spire n_t ale unui arc elicoidal de compresiune se determină cu relația $n_t = n + n_r$, în care n reprezintă numărul de spire active (care participă la deformația elastică a arcului), iar n_r este numărul spirelor de reazem (de capăt). Numărul spirelor de reazem se determină astfel:

- $n_r = 1,5$, dacă $n \leq 7$;
- $n_r = 1,5 \dots 3,5$, dacă $n > 7$.

Pentru dispunerea centrică a sarcinii, suprafața de așezare a arcurilor elicoidale cilindrice de compresiune trebuie să fie perpendiculară pe axa de simetrie a arcului; în aceste sens, suprafețele de așezare ale arcurilor elicoidale de compresiune se prelucrează plan, perpendicular pe axa arcului; spirele de capăt, prelucrate astfel, nu se deformează elastic.

Caracteristica elastică a unui arc elicoidal cilindric de compresiune este prezentată în fig.3.6, utilizându-se notațiile:

- H_0 – lungimea arcului în stare liberă;
- F_1 – forța inițială, de precomprimare (de montaj), care se alege în funcție de destinația arcului;

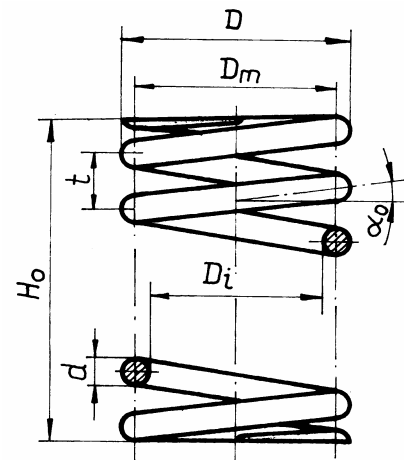


Fig.3.5

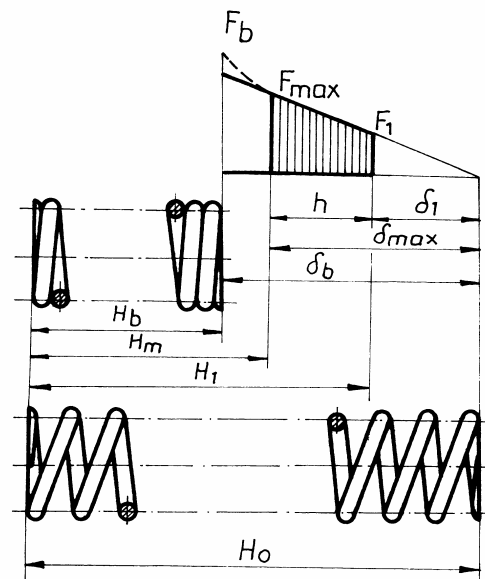


Fig.3.6

- δ_1, H_1 – săgeata, respectiv lungimea arcului montat pretensionat cu forța F_1 ;
- F_{max} – forța maximă de funcționare;
- δ_{max}, H_{max} – săgeata, respectiv lungimea arcului corespunzătoare forței F_{max} ;
- h – cursa de lucru a arcului;
- F_b – forța limită de blocare a arcului;
- δ_b, H_b – săgeata, respectiv lungimea arcului blocat (comprimat spiră pe spiră).

Ca urmare a neuniformității pasului spirelor, porțiunea finală a caracteristicii, la sarcini apropiate de F_b , poate deveni neliniară. Pentru a asigura arcului o caracteristică liniară, se recomandă ca $F_{max} \leq (0,8 \dots 0,9) F_b$.

Ținând seama de toleranțele diametrului sârmei de arc, pentru a se evita contactul între spirele active, jocul Δ dintre spire, corespunzător sarcinii maxime de funcționare, trebuie să fie de cel puțin $0,1d$.

Pentru obținerea unei caracteristici elastice neliniare (progresive) a arcurilor elicoidale, sunt utilizate: arcuri elicoidale conice; arcuri elicoidale cilindrice cu pas variabil; arcuri elicoidale cilindrice cu pas variabil și/sau diametrul sârmei variabil. Diametrul sârmei poate varia liniar (sârmă conică) sau parabolic, către ambele extremități ale sârmei sau numai către una din extremități.

3.4.1.2. Calculul de rezistență și la deformații

Calculul arcurilor, în general, se realizează parcurgându-se următoarele etape principale: *calculul de rezistență, calculul la deformații, calculul rigidității arcului, calculul lucrului mecanic de deformație.*

Calculul de rezistență al arcului elicoidal cilindric de compresiune cu spira rotundă se efectuează după schema prezentată în fig.3.7. Spira arcurilor elicoidale de compresiune (sau de

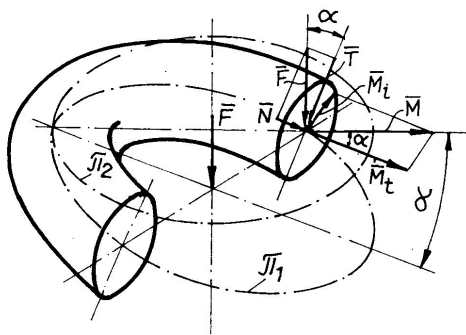


Fig.3.7

tracțiune) este o bară curbă, sollicitată de forța F , orientată după axa arcului (v. fig.3.7). Axa spirei este cuprinsă în planul π_1 , înclinat față de planul perpendicular pe axa arcului π_2 cu unghiul α .

Forța axială F se reduce, în centrul unei secțiuni normale pe axa spirei, la torsorul format din vectorul forță F , paralel cu axa arcului și vectorul moment M , perpendicular pe aceasta. Componentele acestor vectori, cuprinse în planul secțiunii normale și cele orientate după axa perpendiculară pe această secțiune, sunt:

- momentul de torsiune $M_t = F \cos \alpha \frac{D_m}{2}$;
- momentul de încovoiere $M_i = F \sin \alpha \frac{D_m}{2}$;
- forța tăietoare $T = F \cos \alpha$;
- forța normală $N = F \sin \alpha$.

Deoarece unghiul de înfășurare are valori mici, iar tensiunea produsă de forța tăietoare T este neglijabilă, în calcule se poate considera spira ca fiind solicitată doar de momentul de torsiune

$$M_t = F \frac{D_m}{2} \tag{3.6}$$

Neglijarea influenței unghiului de înfășurare α echivalează cu tratarea arcului elicoidal ca o bară dreaptă, obținută prin desfășurarea arcului, supusă acțiunii momentului M_t , care determină tensiunea

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p} = \frac{F \frac{D_m}{2}}{\frac{\pi d^3}{16}} = \frac{8FD_m}{\pi d^3} \tag{3.7}$$

Datorită curburii spirei, tensiunea tangențială τ_t nu este uniform distribuită pe întreaga periferie a secțiunii acesteia; valoarea maximă $\tau_{t \max}$ apare în partea interioară a spirei (fig.3.8) și se determină cu relația

$$\tau_{t \max} = k \tau_t \tag{3.8}$$

în care k reprezintă coeficientul de formă al arcului, dependent de indicele i al acestuia și se poate determina cu relația

$$k = 1 + \frac{1,6}{i} \tag{3.9}$$

sau alege din diagrame.

Ținând seama de relația (3.7), relația (3.8) devine

$$\tau_{t \max} = k \frac{8FD_m}{\pi d^3} = k \frac{8Fi}{\pi d^2} \leq \tau_{at} \tag{3.10}$$

Prin explicitarea diametrului d , relația (3.10) devine

$$d = \sqrt[3]{\frac{8kFD_m}{\pi \tau_{at}}} = \sqrt[3]{\frac{8kFi}{\pi \tau_{at}}} \tag{3.11}$$

relația fiind utilizată în calculul de dimensionare al spirei arcului.

Rezistențele admisibile la torsiune τ_{at} se aleg în funcție de materialul arcului, tratamentul termic aplicat, caracterul sarcinii (statică sau oscilantă), condițiile de funcționare, importanța arcului în cadrul ansamblului din care face parte, având valori cuprinse în intervalul $\tau_{at} = 500 \dots 800$ MPa.

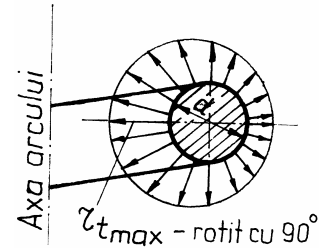


Fig.3.8

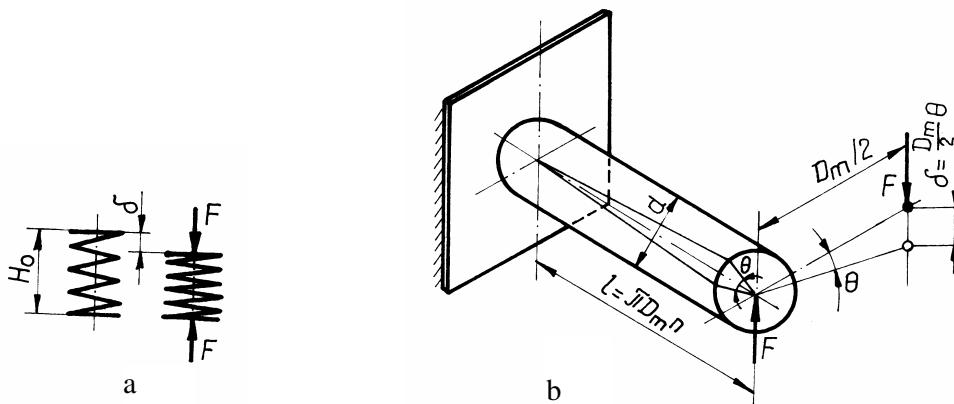


Fig. 3.9

Calculul la deformații constă în determinarea deformației arcului corespunzătoare unei anumite încărcări. Deformația arcului elicoidal cilindric de compresiune (săgeata) este reprezentată de spațiul parcurs de forța F (fig.3.9, a), ca urmare a răsucirii cu unghiul θ a barei de lungime $l = \pi D_m n$ (fig.3.9, b), care reprezintă arcul desfășurat, n fiind numărul spirelor active. Răsucirea spirei arcului se calculează cu relația

$$\theta = \frac{M_t l}{GI_p} = \frac{F \frac{D_m}{2} \pi D_m n}{G \frac{\pi d^4}{32}} = \frac{16FD_m^2 n}{Gd^4}, \quad (3.12)$$

iar deformația arcului este egală cu

$$\delta = \theta \frac{D_m}{2} = \frac{8FD_m^3 n}{Gd^4}, \quad (3.13)$$

unde G reprezintă modulul de elasticitate transversal și I_p – momentul de inerție polar al secțiunii spirei arcului.

Relația (3.13) se poate exprima sub forma

$$\delta = \frac{8F i^3 n}{Gd}. \quad (3.14)$$

Prin relația (3.14), se stabilește influența hotărâtoare a indicelui arcului asupra săgeții sale, arcurile cu indice mare fiind mai ușor deformabile.

3.4.2. Arcuri elicoidale cilindrice de tracțiune și de torsiune

Arcurile elicoidale cilindrice de tracțiune. La aceste arcuri, sarcina se aplică prin intermediul ochiurilor de prindere, de forma unor cârlige (fig.3.10, a ... d) sau prin intermediul unor piese separate (fig.3.10, e și f).

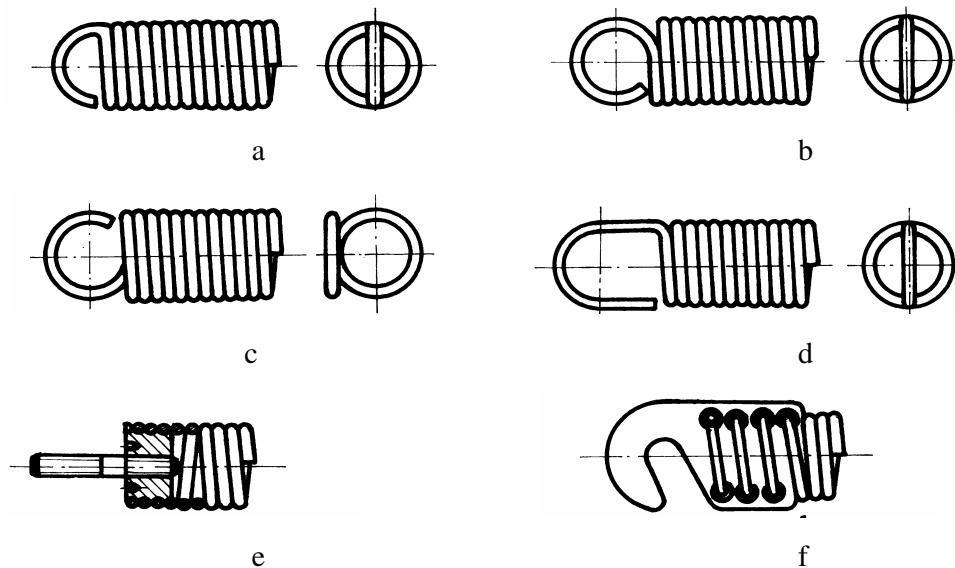


Fig. 3.10

Teoretic, arcurile elicoidale cilindrice de tracțiune au caracteristică elastică identică cu cea a arcurilor de compresiune, cu mențiunea că aceste arcuri se înfășoară strâns. Ca urmare, spirele nu

numai că sunt în contact, ci uneori se și apasă reciproc, datorită unei forțe inițiale de pretensionare F_0 , care pentru a începe deformarea elastică a arcului trebuie anulată de forța exterioară F .

Caracteristica elastică a unui arc elicoidal cilindric de tracțiune cu pretensionare este reprezentată în fig.3.11, notațiile utilizate având următoarele semnificații:

- H_0 – lungimea arcului în stare liberă;
- F_0 – forța de pretensionare;
- F_1 – forța de montaj;
- δ_1, H_1 – săgeata, respectiv lungimea arcului montat;
- F_{max} – forța maximă de funcționare;
- δ_{max}, H_{max} – săgeata, respectiv lungimea arcului corespunzătoare forței F_{max} ;
- h – cursa de lucru a arcului;
- F_{lim} – forța limită, la care tensiunile din arc se apropie de limita de curgere a materialului; deformarea ulterioară a arcului trebuie stopată prin limitatoare speciale;
- δ_{lim}, H_{lim} – săgeata, respectiv lungimea arcului corespunzătoare forței F_{lim} .

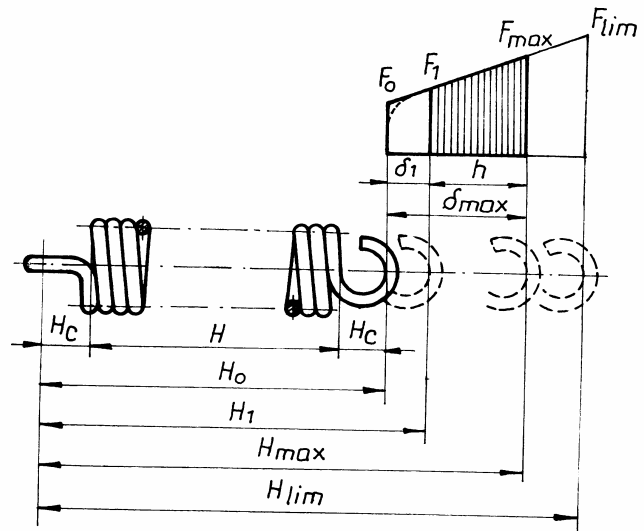


Fig.3.11

Datorită imperfecțiunilor tehnologice, apăsarea inițială dintre spire nu este uniformă. Ca urmare, este posibil ca la începutul încărcării caracteristica arcului să nu fie liniară. Calculul acestor arcuri este asemănător cu al arcurilor elicoidale cilindrice de compresiune.

Arcurile elicoidale cilindrice de torsiune diferă ca formă de arcurile elicoidale cilindrice de tracțiune-compresiune doar prin spirele de capăt (fig.3.12), care sunt astfel construite încât permit încărcarea arcului cu momente de torsiune.

Deoarece spirele sunt solicitate – în principal – la încovoiere, arcurile elicoidale de torsiune se mai numesc și *arcuri flexionale*. La aplicarea unui moment de torsiune, spirele au tendința de a-și micșora diametrul de înfășurare. Aceste arcuri sunt întâlnite la mecanismele de zăvorâre, la unele tipuri de cuplaje etc.

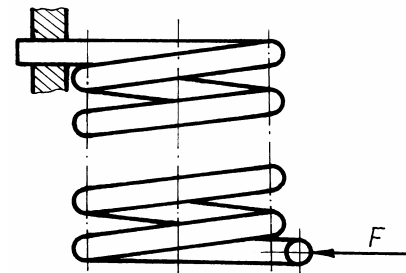


Fig. 3.12

3.5. ARCURI BARĂ DE TORSIUNE

Arcul bară de torsiune are forma unei bare drepte, de secțiune constantă pe toată lungimea de lucru, solicitată de momente de torsiune, date de forțe aplicate la capetele levierelor (fig.3.13). Caracterul de arc al acestor bare este dat de proprietățile elastice ale materialului din care sunt

executate și care asigură revenirea barei la starea inițială, după încetarea acțiunii momentului de torsiune.

Secțiunea arcului bară de torsiune poate avea diferite forme geometrice, simple sau compuse. Secțiunea barelor simple poate fi rotundă, inelară, pătrată, dreptunghiulară, hexagonală etc. Barele compuse pot fi alcătuite din mai multe bare de secțiune rotundă sau dintr-un pachet de lamele cu secțiune dreptunghiulară. Cel mai frecvent se utilizează bara de torsiune cu secțiunea rotundă, care asigură utilizarea cea mai rațională a materialului (tensiunea tangențială este distribuită uniform pe întregul contur al secțiunii). Secțiunea rotundă prezintă și avantajul unei tehnologii de execuție mai simple, asigurând rectificarea cu ușurință a suprafeței cilindrice, operație necesară pentru mărirea rezistenței la oboseală.

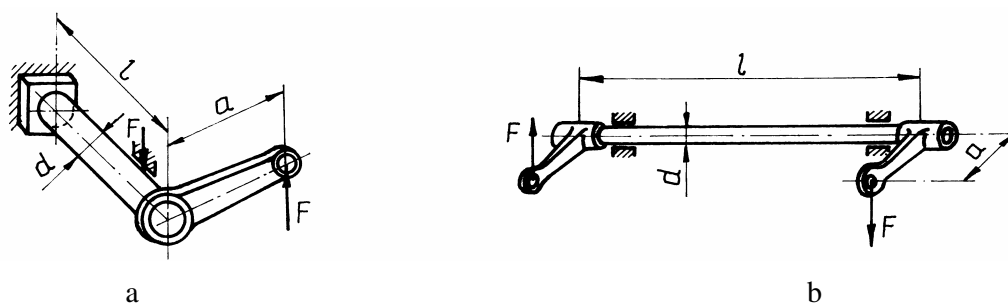


Fig. 3.13

Încărcarea barelor de torsiune se realizează cu ajutorul unor leviere (pârghii), dispuse la unul (v. fig.3.13, a) sau la ambele capete (v. fig.3.13, b), asupra cărora acționează forța exterioară. Calculul acestor arcuri se efectuează la solicitarea de torsiune, după care urmează un calcul la deformații. Pentru descărcarea barei de torsiune de solicitarea de încovoiere, se folosesc reazeme, amplasate cât mai aproape de levierul de încărcare.

3.6. ALTE TIPURI DE ARCURI

3.6.1. Arcuri disc

Arcurile disc sunt formate dintr-una sau mai multe plăci elastice inelare, de formă tronconică, supuse la sarcini axiale de compresiune (fig.3.14). Forma și principalele dimensiuni ale unui arc disc sunt prezentate în figura 3.14, a.

Arcul disc este caracterizat, în stare nedeformată, prin parametrii: D_i – diametrul interior; D_e – diametrul exterior; s – grosimea plăcii; h – înălțimea arcului. Sub acțiunea forței exterioare F , arcul se deformează cu săgeata δ , în sensul micșorării înălțimii h .

Caracteristica elastică a unui arc disc este, în general, neliniară și depinde de raportul h/s și de modul de combinare a discurilor în alcătuirea arcului. Montarea în grup a arcurilor disc permite atât preluarea de sarcini mari cât și realizarea unor săgeți mai mari.

Pentru compunerea arcurilor, așezarea discurilor se poate realiza, conform standardului, în următoarele moduri:

- în coloană, prin așezarea alternantă a discurilor (fig. 3.14, b), mărindu-se elasticitatea;

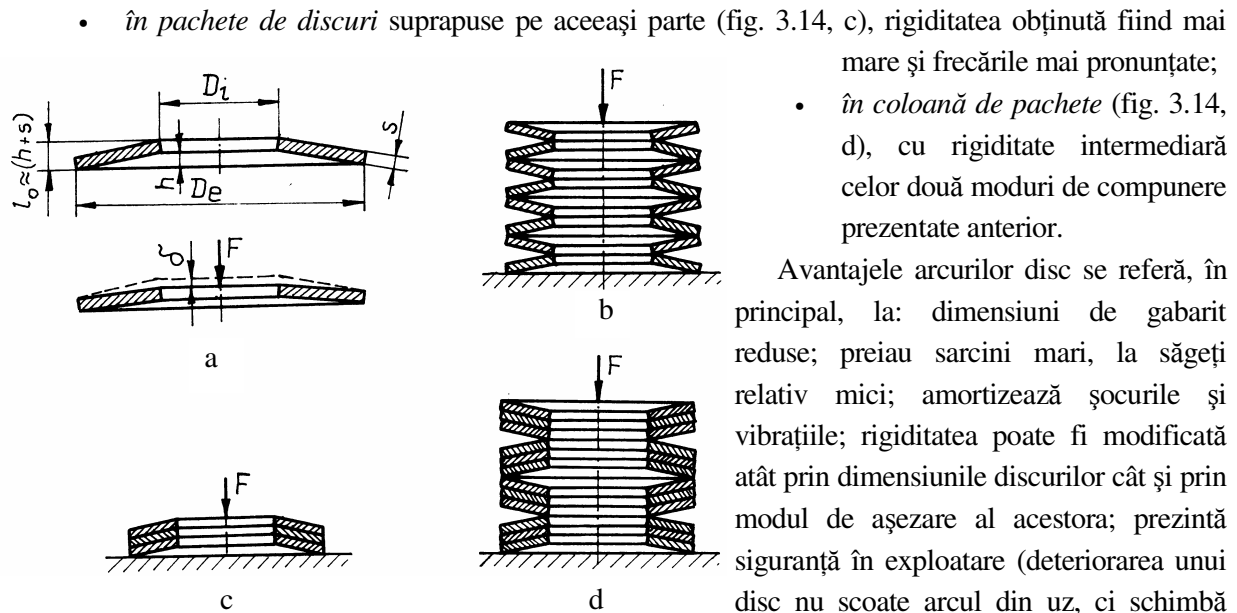


Fig.3.14

Avantajele arcurilor disc se referă, în principal, la: dimensiuni de gabarit reduse; preiau sarcini mari, la săgeți relativ mici; amortizează șocurile și vibrațiile; rigiditatea poate fi modificată atât prin dimensiunile discurilor cât și prin modul de așezare al acestora; prezintă siguranță în exploatare (deteriorarea unui disc nu scoate arcul din uz, ci schimbă doar caracteristica).

Arcurile disc se utilizează ca arcuri tampon la mașinile de matrițat sau ștanțat, la fundația mașinilor grele, la tamponanele unor vehicule etc., acolo unde trebuie preluate șocuri rare și mari sau sarcini statice foarte mari, cu deformații relativ mici.

Discurile se execută prin ștanțare, din tablă de oțel de arc. Inițial, au forma unor discuri plane, iar ulterior sunt bombate conic, prin presare la cald, și tratate termic.

3.6.2. Arcuri din cauciuc

Arcurile din cauciuc sunt folosite pe scară largă în construcția de mașini, ca urmare a proprietăților deosebite pe care le au. Dintre aceste proprietăți, mai importante sunt: capacitate de

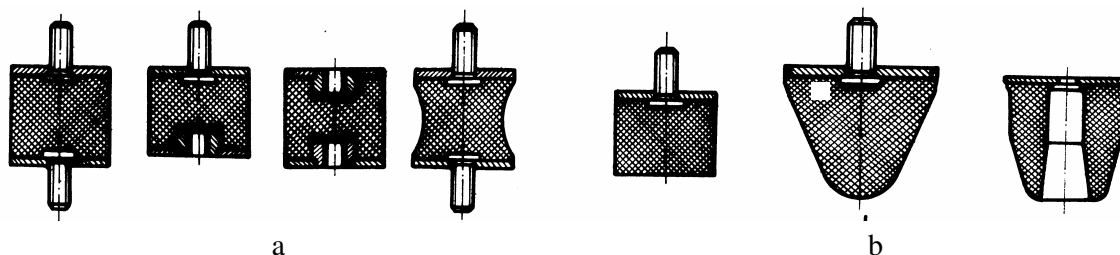


Fig. 3.15

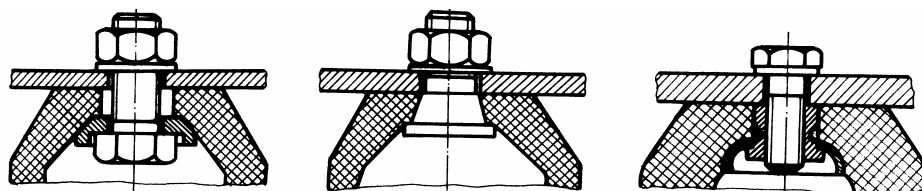


Fig. 3.16

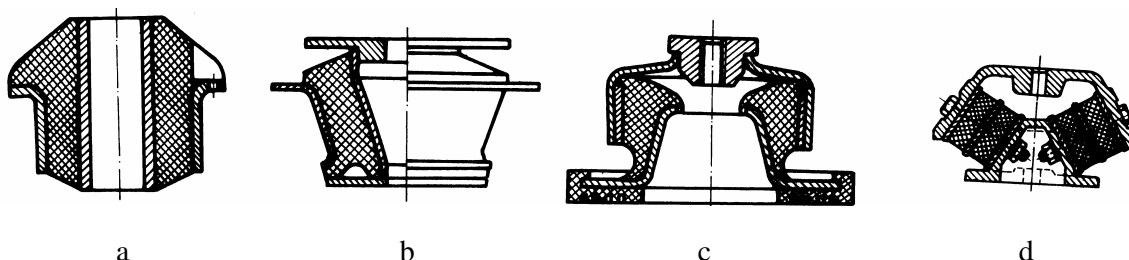


Fig. 3.17

amortizare mare; construcție și tehnologie simple; cost redus; funcționare sigură și silențioasă. Aceste arcuri au o capacitate foarte mare de deformare elastică, ajungând să lucreze cu deformații la care legile liniare, caracteristice pieselor metalice, își pierd valabilitatea.

Materialul acestor arcuri este compus din cauciuc natural sau sintetic și elemente de adaos, cum sunt: negrul de fum, agenți vulcanizatori etc.

Capacitatea mare de amortizare a arcurilor din cauciuc se datorește frecărilor interne care apar în masa cauciucului, aceste arcuri putând amortiza până la 40% din energia primită. Frecările interne determină o încălzire a arcului și, în anumite situații, sunt necesare măsuri de evacuare a căldurii rezultate.

Proprietățile cauciucului sunt influențate de mediul ambiant (temperatură, radiații, umiditate, agenți chimici etc.); sub acțiunea acestora, în timp, cauciucul își înrăutățește proprietățile (îmbătrânește).

Datorită caracteristicii elastice neliniare, arcurile din cauciuc sunt folosite, în general, pentru amortizarea șocurilor și vibrațiilor, la suspensiile mașinilor și instalațiilor stabile, a vehiculelor rutiere sau feroviare, la schimbarea turației critice a unor organe de mașini, la compensarea erorilor unor lanțuri cinematice etc.

Pentru atenuarea efectelor șocurilor și vibrațiilor, se folosesc diferite tipuri de tampoane (fig.3.15). Tampoanele din fig.3.15, *a* pot prelua sarcini verticale și orizontale, iar cele din fig.3.21,*b* preiau numai sarcini verticale.

Fixarea arcului cav trebuie să asigure o solicitare perfect centrică a acestuia. Exemple de fixare a arcurilor cave sunt date în fig. 3.16.

Arcurile din cauciuc sunt folosite și ca reazeme elastice vibroizolatoare, la suspensia elastică a mașinilor și aparatelor. Reazemele din fig. 3.17, *a* și *b* sunt utilizate pentru vibroizolarea mașinilor cu turații medii și înalte, iar cel din fig.3.17, *c* este utilizat la montarea mașinilor fără fixare pe sol. Reazemul din fig.3.17, *d* este utilizat la fixarea motoarelor cu ardere internă.