

## Memoriu de calcul pentru tema de casa

### Calculul forțelor

Să presupunem un contactor normal deschis format dintr-un arc elicoidal și unul lamelar. Interfața dintre utilizator și contactor se află deasupra alcului elicoidal, iar contactul electric se face prin arc lamelar, așa cum se arată și în Fig. 1.

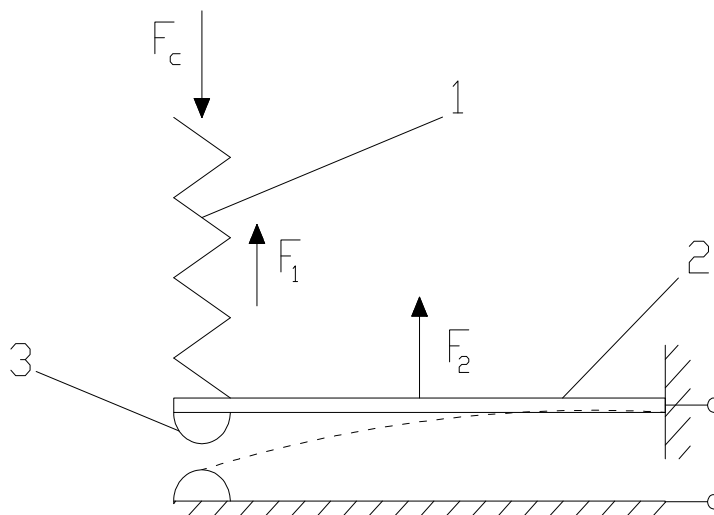


Fig. 1 – Soluția constructivă propusă

În Fig. 1 avem următoarele componente: 1 – arc elicoidal, 2 – arc lamelar, 3 – plot,  $F_c$  – forța cu care apasă utilizatorul,  $F_1$  – forța de reacțiune din arc elicoidal,  $F_2$  – forța din arc lamelar.

Utilizatorul apasă cu forța  $F_c$  asupra sistemului. Cele două arcuri se deformează elastic și se deplasează. În poziție de echilibru trebuie realizată forța de contact ce asigură realizarea contactului electric și echilibrul de forțe după cum urmează:

$$F_c = F_1 = F_2 \quad (1)$$

Trebuie să analizați și să decideți dacă direcția forțelor este cea din figură sau nu.

Din liceu se știe că forța dintr-un arc se calculează ca produs între deformație și constanta elastică:

$$F = k \cdot \Delta l \quad (2)$$

În inginerie deformația poartă numele de săgeată și se notează cu  $f$ , iar constanta elastică denumirea de rigiditate și se notează cu  $c$ . Având în vedere aceste notații putem scrie formula (2) după cum urmează:

$$F = c \cdot f \quad (3)$$

Dacă înlocuim formula (3) în formula (1) vom obține:

$$F_c = c_1 \cdot f_1 = c_2 \cdot f_2 \quad (4)$$

Notăm deplasarea arcului lamelar cu  $\delta_2$  și observăm că este aceeași cu deplasarea plotului și deci este impusă prin tema de proiectare, iar deplasarea întregului sistem cu  $S$ . Până la atingerea plotului cele două arcuri se deformează împreună. După atingerea lui arcul lamelar nu se mai deformează, în schimb cel elicoidal continuă acest lucru până la realizarea forței de contact  $F_c$ . Putem spune acum despre săgeata arcului elicoidal că este:

$$f_1 = S - \delta_2 \quad (5)$$

Înlocuind formula (5) și notațiile mai sus menționate în formula (4) obținem:

$$F_c = c_1 \cdot (S - \delta_2) = c_2 \cdot \delta_2 \quad (6)$$

Din ecuația (6) rezultă:

$$c_2 = \frac{F_c}{\delta_2} \quad \text{și} \quad c_1 = \frac{F_c}{S - \delta_2} \quad (7)$$

### Calculul arcului lamelar

Pentru calculul arcului lamelar avem la dispoziție un sistem de două ecuații cu trei necunoscute: lungimea, notată cu  $l_2$ , lățimea, notată cu  $b_2$  și grosimea, notată cu  $h_2$ . Pentru a putea rezolva acest sistem se alege una dintre dimensiuni și în funcție de aceasta se determină și celelalte. De obicei se impune grosimea deoarece ea este singura dimensiune ce poate fi standardizată, arcurile lamelare fiind confecționate din foi de tablă de o anumită grosime, foaie din care se taie lungimea și lățimea necesară. Puteți să alegeți grosimea în intervalul [0,1 ... 5]mm, din zecime în zecime de mm. Având în vedere cele explicate mai sus putem calcula lungimea cu următoarea formulă:

$$l_2 = \sqrt{\frac{3 \cdot E_2 \cdot f_2 \cdot h_2}{2 \cdot \sigma_{i_{a_2}}}} \quad (8)$$

Deoarece ele sunt asociate arcului lamelar care în Fig. 1 este la poziția 2, în aceste calcule toate elementele asociate arcului lamelar vor purta indice 2. În formula (8) se folosesc următoarele notații:  $l_2$  – lungimea arcului lamelar,  $E_2$  – modul de elasticitate longitudinal (constantă de material impusă prin tema de proiectare),  $f_2 = \delta_2$  – săgeata arcului lamelar,  $h_2$  – grosimea arcului lamelar și  $\sigma_{i_{a_2}}$  – tensiunea admisibilă la încovoiere (constantă de material impusă prin tema de proiectare). Lungimea se rotunjește întotdeauna superior la valoare întreagă de zecime de mm, determinându-se valoarea lui  $\overline{l_2}$ . Pentru ca arcul lamelar să poată fi realizat el trebuie să aibă o lungime de

cel puțin 10 mm. Dacă din calcul, după rotunjire, nu a fost obținută o astfel de valoare se revine la formula (8) și se folosește o altă grosime  $h_2$ . Se reface calculul, se rotunjește din nou superior lungimea și se verifică condiția de lungime minimă. În funcție de noul rezultat se continuă calculele sau se revine la formula (8).

Lățimea arcului lamelar poate fi calculată cu următoarea formulă:

$$b_2 = \frac{6 \cdot F_2 \cdot \overline{l_2}}{h_2^2 \cdot \sigma_{i_2}} \quad (9)$$

În formula (9)  $b_2$  este lățimea arcului lamelar. După ce se determină se rotunjește întotdeauna superior la valoare întreagă de zecime de mm, determinându-se valoarea lui  $\overline{b_2}$  și se impune o condiție de lățime minimă de 5 mm. Dacă ea nu este îndeplinită se procedează la fel ca și în cazul lungimii, revenindu-se asupra formulei (8).

După ce se determină toate cele trei valori se verifică arcul lamelar folosind următoarea formulă:

$$\overline{\sigma_{i_{\max 2}}} = \frac{6 \cdot F_2 \cdot \overline{l_2}}{\overline{b_2} \cdot h_2^2} \quad (10)$$

Valoarea obținută trebuie să fie mai mică decât valoarea tensiunii admisibile la încovoiere impusă prin tema de proiectare. Dacă nu este înseamnă că arcul lamelar nu poate rezista la valoarea forțelor la care va fi supus și se revine la formula (8) pentru refacerea calculelor.

#### Calculul arcului elicoidal

Pentru a putea calcula elementele constructive ale arcului elicoidal se folosesc următoarele formule:

$$d_1 = \sqrt{\frac{8 \cdot F_1 \cdot i_1 \cdot k_1}{\pi \cdot \tau_{t_{a1}}}} \quad (11)$$

$$n_1 = \frac{G_1 \cdot \overline{d_1} \cdot f_1}{8 \cdot F_1 \cdot i_1^3} \quad (12)$$

În aceste formule se folosesc următoarele notații neîntâlnite până în acest moment:  $d_1$  – diametrul semifabricatului sau a sârmei din care este confecționat arcul elicoidal,  $i_1$  – raport de înfășurare ce se alege ca valoare întreagă între 4 și 10, pentru mecatronică și mecanică fină fiind recomandate valorile mai mici,  $k_1$  – coeficient de corecție ce se alege din tabele sau se aproximează destul de bine cu formula  $k = 1 + \frac{1,6}{i}$ ,  $\tau_{t_{a1}}$  – tensiunea

admisibilă la torsiune, impusă prin tema de proiectare,  $n_1$  – numărul de spire active ale arcului elicoidal și  $G_1$  – modul de elasticitate transversal, impus prin tema de proiectare.

După ce se calculează  $d_1$  cu formula (11) și se determină  $\bar{d}_1$  prin rotunjirea, întotdeauna la valoarea superioară, la zecime de mm, a lui  $d_1$ . Se calculează apoi  $n_1$  cu formula (12) și se determină  $\bar{n}_1$  prin rotunjirea, întotdeauna la valoarea superioară, întreagă, a lui  $n_1$ . Pentru a nu folosi în calcule arcuri elicoidale imposibil sau greu de construit se impune ca valoarea maximă a lui  $\bar{n}_1$  să fie între 5 și 10 spire. Dacă din calcul rezultă o valoare superioară se revine la formula (11), se alege un  $i_1$  cu o unitate mai mare decât cel precedent și se refac calculele. Dacă rezultă o valoare satisfăcătoare se continuă calculele, dacă nu se refac în modul specificat mai sus.

După ce rezultă valori convenabile se calculează  $\bar{i}_1$  din ecuația (12) și se face calculul de rezistență a arcului elicoidal cu formula:

$$\overline{\tau_{t_{\max 1}}} = \frac{8 \cdot F_1 \cdot \bar{i}_1 \cdot \bar{k}_1}{\pi \cdot d_1^2} \quad (13)$$

Valoarea obținută se compară cu valoarea impusă prin tema de proiectare și trebuie să fie mai mică decât aceasta. Dacă este se continuă calculele, iar dacă nu se revine la formula (11) și se refac calculele în modul descris anterior.

În formula (13)  $\bar{i}_1 = \sqrt[3]{\frac{G_1 \cdot \bar{d}_1 \cdot f_1}{8 \cdot F_1 \cdot \bar{n}_1}}$ , iar  $\bar{k}_1 = 1 + \frac{1,6}{\bar{i}_1}$ .

Dacă valorile rezultate sunt acceptabile se calculează mai departe câteva elemente constructive ale arcului elicoidal:

$$n_t = \bar{n}_1 + n_r \quad (14)$$

$$\bar{i}_1 = \frac{D_m}{d_1} \Rightarrow D_m = \bar{d}_1 \cdot \bar{i}_1 \quad (15)$$

$$D_e = D_m + \bar{d}_1 \quad (16)$$

$$D_i = D_m - \bar{d}_1 \quad (17)$$

$$H_b = n_t \cdot \bar{d}_1 \quad (18)$$

$$H_l = H_{\lim} + f_1 \quad (19)$$

$$H_0 = H_l + (\bar{n}_1 - 1) \cdot j \quad (20)$$

$$n_r = \begin{cases} 1,5, & \text{dacă } \bar{n}_1 \leq 7 \text{ spire} \\ 1,5 \dots 3,5, & \text{dacă } \bar{n}_1 > 7 \text{ spire} \end{cases} \quad (21)$$

În formulele (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20) și (21) avem următoarele notații noi:  $n_t$  – numărul total de spire (pentru a putea sprijini arcul pe suprafețe plane se adaugă spire de sprijin ( $n_r$ ) la fiecare capăt),  $D_m$  – diametrul mediu al arcului elicoidal,  $D_e$  – diametrul exterior al arcului elicoidal,  $D_i$  – diametrul interior al arcului elicoidal,  $H_b$  – înălțimea de blocare sau limită (lungimea la care arcul se află în stare limită de compresiune, atunci când spirele lui se ating),  $H_l$  – înălțimea de lucru,  $H_0$  – înălțimea în stare liberă a arcului elicoidal și  $j$  – jocul dintre spire, ce se alege, de obicei, cu valoarea 0,1mm. Jocul este necesar pentru a ne asigura că la forța maximă aplicată, arcul nu se blochează.

Acum există toate datele necesare realizării desenelor de execuție și de ansamblu.