

PUNEREA ÎN EVIDENȚĂ A EFECTULUI MECANIC AL FORȚEI INERȚIALE **CORIOLIS**

1. SCOPUL LUCRĂRII:

Îl reprezintă punerea în evidență a forței inerțiale *Coriolis* prin măsurarea deformației produsă unei tije elastice de acțiunea acestei forțe.

2. CONSIDERAȚII TEORETICE:

Forța inerțială *Coriolis* ia naștere în mișcarea relativă a punctului material, datorită prezenței accelerației *Coriolis*. Expresia acestei forțe este:

$$\vec{F}_{jc} = -m\vec{a}_c = -2m\vec{\omega}_t \times \vec{v}_r \quad (1)$$

unde: m - masa punctului material ce execută mișcarea relativă;

$\vec{\omega}_t$ - viteza unghiulară de transport;

$\vec{v}_r$ - viteza relativă a punctului material

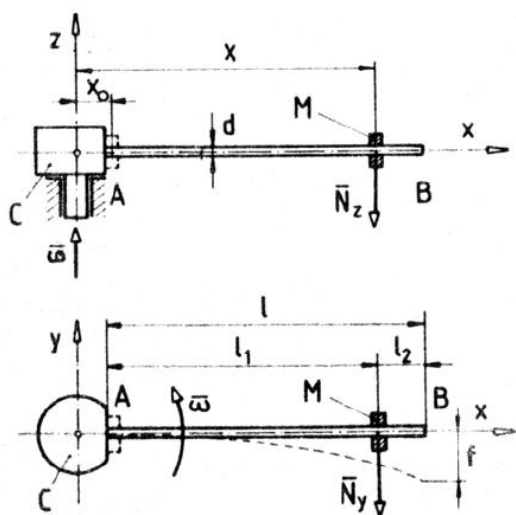


Fig. 1. Descrierea modelului mecanic

Pentru exemplificare se consideră modelul mecanic din Fig. 1. Tija AB (diametrul d și lungimea l), încastrată în punctul C, execută o mișcare de rotație cu viteza unghiulară $\omega = \text{const.}$ în jurul unei axe fixe verticale Oz. Masa M (asimilabilă unui punct material de masă m) se deplasează liber de-a lungul tije AB (mișcarea relativă). Poziția inițială este X_0 . Schema vitezelor și accelerațiilor masei M este redată în detaliu în cadrul Fig. 2.

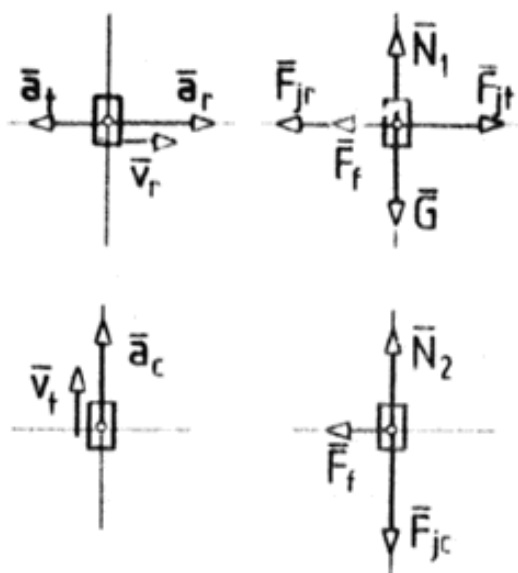


Fig. 2 Schema vitezelor și accelerațiilor caracteristice masei M

Asupra tijei vor acționa următoarele forțe:

$\bar{G}$ – greutatea proprie

$\bar{F}_{jr}$ – forța inerțială relativă

$\bar{F}_{jt}$ – forța inerțială de transport;

$\bar{F}_{jc}$ – forța inerțială Coriolis;

$\bar{F}_f$ – forța de frecare;

$\bar{N}_1, \bar{N}_2$ – reacțiunile din partea tijei AB.

Conform principiului acțiunii și reacțiunii, masa M va acționa asupra tijei, cu forțele:

$$\bar{T} = -\bar{F}_f, \quad \bar{N}_z = -\bar{N}_1, \quad \bar{N}_y = -\bar{N}_2 \quad (2)$$

Din Fig. 1 se observa ca forța $\bar{N}_y$ va produce o deformare (săgeata f) a tijei AB, în planul orizontal xOy . Se cere determinarea valorii acestei deformări. Conform Fig. 1 se poate scrie ecuația:

$$f = \frac{N_y \cdot I_1^2}{E \cdot I_z} \left(\frac{l_1}{3} + \frac{l_2}{2} \right) \quad (3)$$

în care, E - reprezintă modulul de elasticitate al materialului tijei;

I_z - momentul de inerție geometric al secțiunii tijei în raport cu axa Oz .

În vederea determinării valorii forței de legătura $\bar{N}_y$ se aplică principiul lui *D'Alembert* (metoda cinetostatică) care se poate scrie în forma prezentată mai jos:

$$\bar{G} + \bar{F}_{jr} + \bar{F}_{jt} + \bar{F}_{jc} + \bar{F}_f + \bar{N}_1 + \bar{N}_2 = 0 \quad (4)$$

Neglijând frecarea și proiectând relația (4) pe axele sistemului de referință, se obține în final:

$$F_{jt} - F_{jr} = 0, \quad N_2 - F_{jc} = 0, \quad N_1 - G = 0 \quad (5)$$

Înlocuind în relația (5) expresiile pentru forțele inerțiale,

$$F_{jr} = m\ddot{x}, \quad F_{jt} = m\omega^2 x, \quad F_{jc} = 2m\omega\dot{x} \quad (6)$$

în final se va obține:

$$\ddot{x} - \omega^2 x = 0 \quad (7)$$

$$N_2 = 2m\omega\dot{x} \quad (8)$$

$$N_1 = G \quad (9)$$

Relația (7) reprezintă ecuația mișcării relative și are soluția:

$$x = x_0 \cdot ch(\omega \cdot t) \quad (10)$$

$$\dot{x} = \omega \cdot x_0 \cdot \operatorname{sh}(\omega \cdot t) \quad (11)$$

Având în vedere că $ch^2 \omega \cdot t - sh^2 \omega \cdot t = 1$, viteza relativă se mai poate scrie și astfel:

$$\dot{x} = \omega \sqrt{x^2 - x_0^2} \quad (12)$$

Folosind relațiile (12), (8), (2) și (3) expresia deformației devine:

$$f = \frac{2m\omega^2 \sqrt{x^2 - x_0^2} \cdot l_1^2}{El_z} \left(\frac{l_1}{3} + \frac{l_2}{2} \right) \quad (13)$$

Având în vedere faptul că $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ (unde n este turația tijei în rot./min) iar $I_z = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$ relația (13) se transformă astfel:

$$f = \frac{16\pi}{675} \cdot \frac{n^2 m l_1^2 \sqrt{x^2 - x_0^2} (2l_1 + 3l_2)}{Ed^4} \quad (14)$$

3. DESCRIEREA INSTALAȚIEI

Schema instalației este redată în Fig. 3. Principalele părți componente ale acesteia sunt:

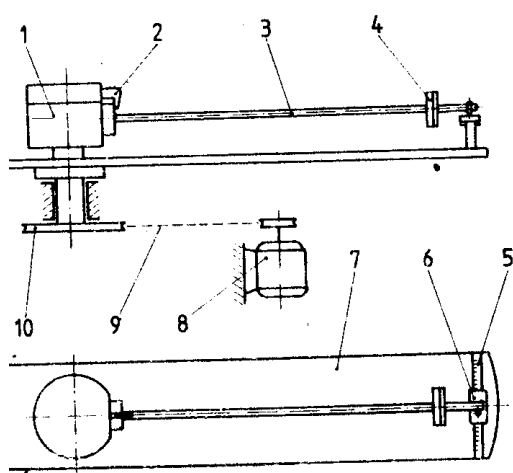


Fig. 3 Descrierea instalației

- 1-releu electromagnetic;
- 2-opritor;
- 3-tija;
- 4-tampon;
- 5-riglă gradată;
- 6-cursor;
- 7-placă suport;
- 8-motor electric;
- 9-curea de antrenare;
- 10-roata de curea.

Masa M se poate deplasa pe tija 3. Rotirea tijei se realizează printr-un sistem de antrenare prevăzut cu motorul electric 8 și o transmisie cu curea.

4. DESFĂȘURAREA LUCRĂRII

În realizarea lucrării se va respecta următoarea succesiune de pași:

- A. Se aduce masa M în poziția inițială și se reglează cursorul 6 în poziția de contact cu capătul tijei 3;
- B. Se pornește motorul electric;

- C. După stabilirea turației de regim se acționează releul electromagnetic 1;
- D. Se oprește motorul electric 8 și se citește valoarea săgeții (deplasarea cursorului 6);
- E. Se repetă operațiile anterioare de 10 ori.

5. PRELUCRAREA DATELOR

Datele necesare calculului valorii teoretice a săgeții sunt următoarele:

$$\begin{array}{llll} E=2,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2 & n=350 \text{ rot/min} & l_1 = 0,315 \text{ m} & x=0,38 \text{ m} \\ d=0,011 \text{ m.} & m=0,27 \text{ kg} & l_2 = 0,04 \text{ m} & x_0 = 0,075 \text{ m} \end{array}$$

Valorile calculate și măsurate ale săgeții se trec în tabelul de mai jos. Se calculează eroarea relativă a valorilor măsurate cu relația următoare:

$$\varepsilon = \frac{|f_{med} - f_{calc}|}{f_{calc}} 100[\%] \quad (15)$$

unde f_{med} reprezintă valoarea medie a măsurătorilor.

Tabelul 1

Nr. det.	f_{mas} [mm]	f_{med} [mm]	f_{calc} [mm]	ε %
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				