

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DE MAȘINI
CATEDRA DE MECANICĂ ȘI PROGRAMAREA
CALCULATOARELOR

MECANICĂ II

REFERAT NR. 6

DETERMINAREA EXPERIMENTALĂ A
REAȚIUNILOR DINAMICE DIN LAGĂRE

NUME STUDENT

GRUPA : 112S1 (I.IND. SATU-MARE)

2009

1. SCOPUL LUCRĂRII

Este de a determina pe cale experimentală componentele dinamice ale reacțiunilor din lagărele unui rotor, folosind metoda de măsurare termostatică a forțelor.

2. CONSIDERAȚII TEORETICE

Se consideră un solid rigid (S) de masă M , care se poate roti în jurul unei axe fixe (Δ) (fig.1), având legături fără frecare în punctele A (articulație sferică) și B (articulație cilindrică).

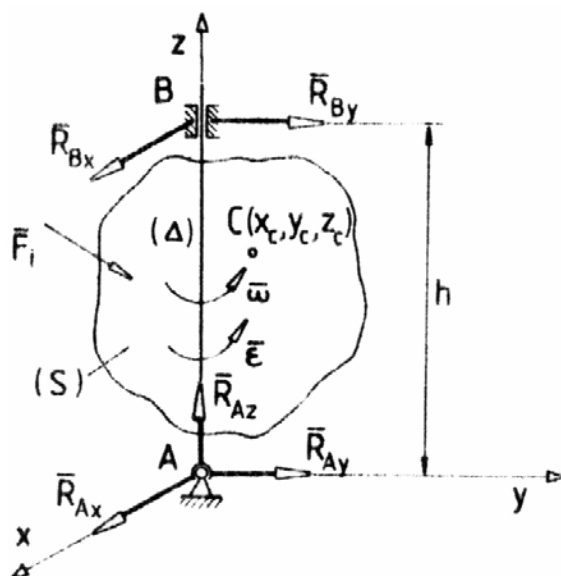


Figura 1

Fie $F_i (i = 1, 2, \dots, n)$ un sistem de forțe active care acționează asupra solidului, imprimându-i o mișcare de rotație în jurul axei (Δ) cu viteza unghiulară ω și accelerație unghiulară ε .

Asupra solidului (S) , în condițiile definite mai sus, acționează următoarele forțe:

$\overline{F}_i$ - sistemul de forțe active (inclusiv greutatea proprie);

$\overline{R}_A, \overline{R}_B$ - reacțiunile din lagărele A și B ;

$\overline{F}_j$ - sistemul de forțe de inerție datorită mișcării.

Se propune a se determina expresia reacţiunilor din lagăre. Aplicând teorema torsorului (teorema impulsului şi teorema momentului cinetic) relativ la punctul $\mathcal{A}$, se poate scrie:

$$\dot{\vec{H}} = \vec{R} + \vec{R}_A + \vec{R}_B$$

$$\dot{\vec{K}}_A = \vec{M}_A + \vec{AB} \times \vec{R}_B$$

în care:

$$\vec{R} (R_x, R_y, R_z) - \text{rezultanta forţelor active } \vec{F}_1;$$

$$\vec{M}_A (M_x, M_y, M_z) - \text{momentul rezultat al forţelor active în raport cu punctul } \mathcal{A}.$$

Având în vedere expresia impulsului şi a momentului cinetic în cazul unui solid în mişcare de rotaţie în jurul unui ax fix, prin scalarizarea *rel. (1)* în raport cu sistemul cartezian $Axyz$ – definit conform *fig. 1* şi legat solidar de (S) – se obţine:

$$\left\{ \begin{array}{l} -M \cdot (\varepsilon \cdot y_c + \omega^2 \cdot x_c) = R_x + R_{Ax} + R_{Bx} \\ M \cdot (\varepsilon \cdot x_c - \omega^2 \cdot y_c) = R_y + R_{Ay} + R_{By} \\ 0 = R_z + R_{Az} \\ -\varepsilon \cdot J_{xz} + \omega^2 \cdot J_{yz} = M_x - h \cdot R_{By} \\ -\varepsilon \cdot J_{yz} - \omega^2 \cdot J_{xz} = M_y + h \cdot R_{Bx} \\ \varepsilon \cdot J_z = M_z \end{array} \right. \quad (2)$$

Rezolvând primele cinci ecuaţii din (2) în raport cu proiecţiile reacţiunilor, se obţine:

$$R_{Ax} = -R_x - M \cdot (\varepsilon \cdot y_c + \omega^2 \cdot x_c) + \frac{1}{h} \cdot (M_y + J_{yz} \cdot \varepsilon + J_{xz} \cdot \omega^2)$$

$$R_{Ay} = -R_y + M \cdot (\varepsilon \cdot x_c - \omega^2 \cdot y_c) - \frac{1}{h} \cdot (M_x + J_{xz} \cdot \varepsilon - J_{yz} \cdot \omega^2)$$

$$R_{Az} = -R_z \quad (3)$$

$$R_{Bx} = -\frac{1}{h} \cdot (M_y + J_{yz} \cdot \varepsilon + J_{xz} \cdot \omega^2)$$

$$R_{By} = \frac{1}{h} \cdot (M_x + J_{xz} \cdot \varepsilon - J_{yz} \cdot \omega^2)$$

Din relaţia (3) se obţin componentele dinamice ale reacţiunilor (care depind de parametrii cinematici ω şi ε). Astfel:

$$\begin{aligned}
R_{Axd} &= -\varepsilon \cdot \left(\frac{1}{h} \cdot J_{yz} - M \cdot y_c \right) + \omega^2 \cdot \left(\frac{1}{h} \cdot J_{xz} - M \cdot x_c \right) \\
R_{Ayd} &= -\varepsilon \cdot \left(\frac{1}{h} \cdot J_{xz} - M \cdot x_c \right) + \omega^2 \cdot \left(\frac{1}{h} \cdot J_{yz} - M \cdot y_c \right) \\
R_{Bxd} &= -\frac{\varepsilon}{h} \cdot J_{yz} - \frac{\omega^2}{h} \cdot J_{xz} \\
R_{Byd} &= \frac{\varepsilon}{h} \cdot J_{xz} - \frac{\omega^2}{h} \cdot J_{yz}
\end{aligned} \tag{4}$$

În lucrare se vor determina aceste reacțiuni pentru cazul unui rotor având forma și dimensiunile date în *fig. 2* (volant înclinat), rotindu-se cu turație constantă. Pentru acest caz avem:

$$\begin{aligned}
x_c = y_c = 0; \quad J_{xz} = 0; \quad \varepsilon = 0 \\
J_{yz} = \frac{M}{24} \cdot (3R^2 - b^2) \cdot \sin 2\alpha
\end{aligned} \tag{5}$$

În aceste condiții, conform *rel. (4)* și *(5)*, rezultă că în *A* și *B* apar două reacțiuni dinamice egale și de sens contrar (formând un cuplu):

$$\begin{aligned}
\bar{R}_{Ad} &= R_{Ayd} \cdot \bar{j} = \frac{\omega^2}{h} \cdot \frac{M}{24} \cdot (3R^2 - b^2) \cdot \sin 2\alpha \cdot \bar{j} \\
\bar{R}_{Bd} &= -\bar{R}_{Ad}
\end{aligned} \tag{6}$$

Observație:

- cum rezultă și din *rel. (6)*, un rotor ca în *fig. 2*, prezintă un dezechilibru de cuplu caracterizându-se prin următoarele: axa centrală și principală de inerție (Δ_c) intersectează axa de rotație (Δ), iar centrul de masă *C* se găsește pe axa de rotație;

- față de un sistem de referință fix $Ax_1y_1z_1$ reacțiunile $\bar{R}_{Ad}$ și $\bar{R}_{Bd}$ pot fi considerate vectori rotitori, componentele după axe având variații armonice în timp:

$$R_{Ay_1d} = -R_{By_1d} = R_{Ad} \cdot \cos \omega \cdot t \tag{7}$$

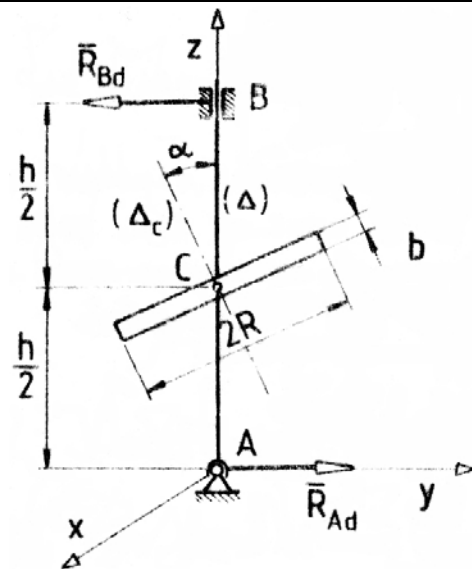


Figura 2

3. DESCRIEREA INSTALAȚIEI

Schema instalației este redată în *fig. 3*.

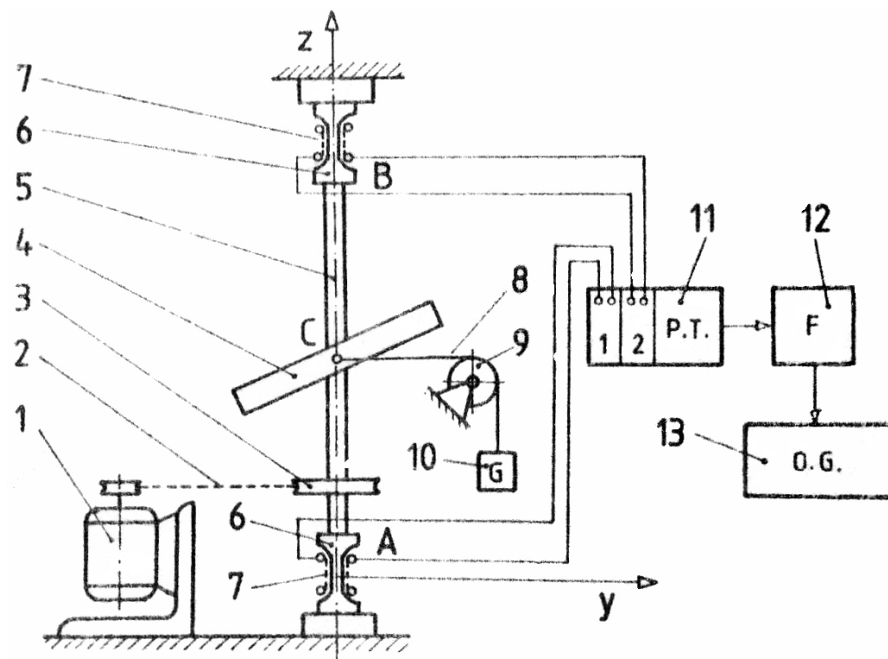


Figura 3

- 1 - motor electric de antrenare; 2 – curea de antrenare; 3 – roată de curea;
 4 – volant; 5 – ax legat solidar de volantul 4; 6 – lagăre; 7 – timbre tensometrice;
 8 – cablu de tensionare; 9 – scripete fix; 10 – greutate de etalonare;
 11- punte tensiometrică HBM; 12 – calculator; 13 – monitor.

Lagărele 6 de construcție specială, au rolul unor lamele elastice, având lipite pe ele timbrele tensometrice 7. Datorită forțelor ce apar în cele două lagăre, lamelele 6 se deformează, iar timbrele 7 transmit semnale proporționale cu mărimile forțelor respective punții tensiometrice 11 (lagărul A la canalul 1 iar lagărul B la canalul 2).

Semnalul este înregistrat cu ajutorul calculatorului 12. Etalonarea punții se face prin aplicarea greutății de etalonare 10.

4. DESFĂȘURAREA LUCRĂRII

- I. – se montează volantul 4 și se realizează montajul din *fig. 3*;
- II. – se echilibrează puntea tensiometrică 11, lamelele 6 fiind neîncărcate și se înregistrează linia de reper pentru ambele lagăre (A_0 și B_0 din *fig. 4*);
- III. – se aplică greutatea 10 (de mărime G) prin intermediul cablului 8, tensionând astfel lamelele 6 și se înregistrează semnalele aferente (A_s și B_s din *fig. 4*);
- IV. – se înlătură greutatea de etalonare 10, se pornește motorul electric 1 și se înregistrează semnalele în regim dinamic (A_d și B_d din *fig. 4*).

5. PRELUCRAREA DATELOR

După efectuarea pașilor de mai sus, se obține o oscilogramă ca în *fig. 4*. Conform *fig. 2* și *3*, valoarea reacțiunilor statice este:

$$R_{As} = R_{Bs} = \frac{G}{2} = \frac{m \cdot g}{2} \quad (8)$$

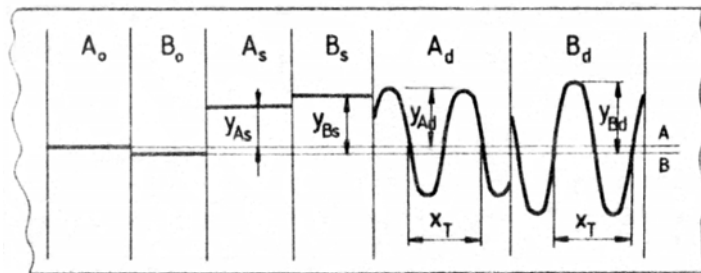


Figura 4

Din *fig. 4* rezultă că reacțiunile dinamice măsurate (determinate experimental) vor fi:

$$R_{Ad}^e = \frac{y_{Ad}}{y_{As}} \cdot R_{As} = \frac{m \cdot g}{2} \cdot \frac{y_{Ad}}{y_{As}} \quad (9)$$

$$R_{Bd}^e = \frac{y_{Bd}}{y_{Bs}} \cdot R_{Bs} = \frac{m \cdot g}{2} \cdot \frac{y_{Bd}}{y_{Bs}}$$

Pentru calculul reacțiunilor dinamice se folosesc *rel. (6)*, în care viteza unghiulară se ia:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (10)$$

unde: n – turatia în rot/min.

Valorile date, calculate și erorile relative ale măsurătorilor se trec în *tab. 1* și *tab. 2*

Tabelul 1

y_{As} [div]	y_{Bs} [div]	y_{Ad} [div]	y_{Bd} [div]
55	60	30	30

Mărimi date						
M [kg]	R [m]	b [m]	α [grade]	h [m]	n [rot/min]	m [kg]
1,6	0,1	0,02	30	0,23	280	2,8
Mărimi calculate						
ω [rad/s]	R_{Ad}^e [N]	R_{Bd}^e [N]	R_{Ad}^c [N]	R_{Bd}^c [N]	ε_A [%]	ε_B [%]
29,321						

Tabelul 2

Calculul se fac cu ajutorul programului *reactdin.exe*.