

UTILIZAREA ELEMENTELOR ANTIVIBRATILE DIN CAUCIUC PENTRU IZOLAREA ANTISEISMICĂ A UNOR ECHIPAMENTE REZEMATE

Prof.dr.ing. Cristian DIACONU,
Universitatea Tehnică de Construcții București,
Facultatea de Utilaj Tehnologic,
Calea Plevnei, nr. 59, sect 1, București, crdiaconu@gmail.com

Rezumat:

În lucrare se face o clasificare generală a echipamentelor dinamice uzuale înglobate în construcții și se efectuează un studiu dinamic, considerând rezemarea elastică a acestora pe vibroizolatori realizați din cabluri de oțel

Una dintre problemele permanente, care preocupă cercetarea, proiectarea, execuția și exploatarea echipamentelor electromecanice înglobate în construcții, o constituie evaluarea, cu precizie cât mai bună, a solicitărilor dinamice care apar, atât în elementele structurii de rezistență, cât și în cele de rezemare și prindere la construcție.

O bună evaluare a acestor solicitări este necesară în vederea luării de măsuri tehnice impuse de izolarea acestora, cu efecte favorabile privind funcționarea în parametri de siguranță a echipamentelor, precum și pentru realizarea criteriilor ergonomice optime în spațiile în care sînt amplasate acestea în cadrul construcției.

O problemă importantă privind vibroizolarea o constituie proiectarea judicioasă a vibroizolatorilor. Pentru studiul dinamic general, s-au utilizat izolatori antivibratili din cauciuc, a căror caracteristică de rigiditate s-a determinat din literatura de specialitate.

Problema propusă spre rezolvare își găsește o soluționare adecvată printr - o modelare dinamică judicioasă.

Această modelare se face pe baza unei clasificări a echipamentelor electromecanice înglobate în construcții, folosind drept criteriu rolul lor funcțional, sau numărul gradelor de libertate dinamică.

O clasificare a echipamentelor electromecanice, cu o largă răspîndire în domeniul construcțiilor, este dată în continuare. Cele mai reprezentative, la care solicitările dinamice datorate existenței unor grupuri de acționare mecanică, sînt:

- electropompele pentru lichide, avînd masa netă cuprinsă între 200 - 845 kg și puterea instalată 7,7 - 25 kW
- ventilatoarele radiale de presiune medie, cu masa între 90 - 1850 kg și puterea 2,2 - 55 kW
- aerotermele de tavan, cu masa 34 - 70 kg și puterea 0,3 - 0,6 kW
- grupurile de răcire (aer condiționat), avînd masa 2400 - 3100 kg și puterea totală între 84 - 128 kW

- compresoarele de aer, cu masa 30 - 800 kg și puterea 0,5 - 40 kW.

Modelarea dinamică pentru echipamente electromecanice este necesară pentru un studiu corect. Se consideră aceste echipamente rezemate elastic pe amortizori cu elemente elastice din cabluri de oțel.

1. MODELUL DINAMIC CU UN GRAD DE LIBERTATE

Se utilizează acest model atunci când echipamentul se sprijină pe structură și poate efectua numai oscilații pe o singură direcție (verticală, de regulă), ca în figura 1.

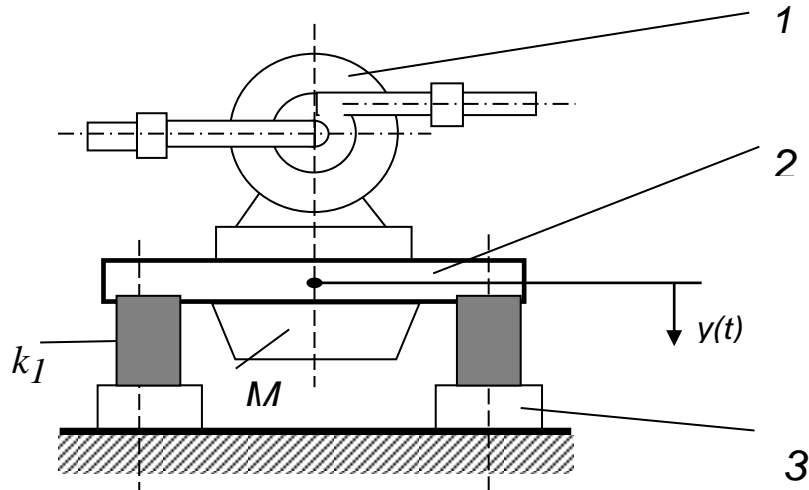


Figura 1

2. MODELUL DINAMIC CU DOUĂ GRADE DE LIBERTATE

Acest model este adecvat unor utilaje montate prin intermediul unor fundații, pe un mediu

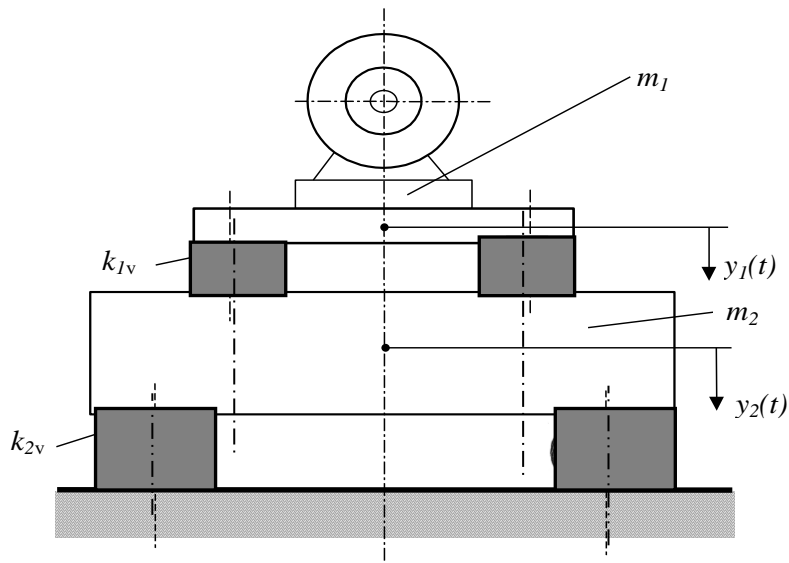


Figura 2

elastic (cazul compresoarelor de aer), figura 2. Cele două grade de libertate sînt mici deplasări

verticale ale celor două mase din figură.

3. MODELUL DINAMIC CU MAI MULTE GRADE DE LIBERTATE

Acest model se utilizează când instalația poate executa mai multe mișcări independente. Se exemplifică printr-un grup de pompare, arătat în figura 3.

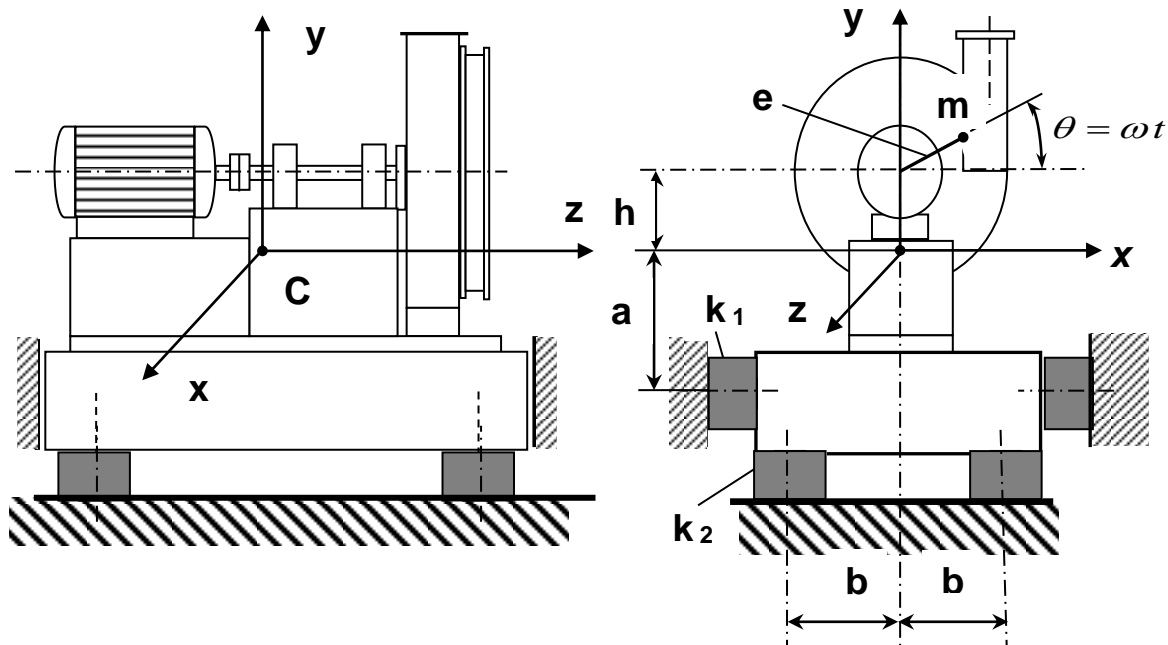


Figura 3

Detaliind acest caz, echipamentul, împreună cu fundația proprie, are masa M , greutatea fiind aplicată în centrul de masă C .

Piesele în mișcare de rotație au masa m și excentricitatea e și se rotesc în jurul unei axe paralele cu axa Cz cu viteza unghiulară ω . Mișcarea pe direcția z se consideră împiedicată.

Pentru studiul vibrației forțate și a izolării antivibratorii se alege un sistem cu trei grade de libertate, coordonatele generalizate fiind deplasările liniare $x(t), y(t)$, și rotirea $\theta(t)$ în jurul axei Cz .

Utilizând ecuațiile lui Lagrange de speța a II-a

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \cdot E}{\partial \cdot \dot{q}} \right) - \frac{\partial \cdot E}{\partial \cdot q} = Q_{jP} + Q_{jR} + Q_{jF}, j = 1, 2, 3, \quad (1)$$

unde $q_1(t) = x(t); q_2(t) = y(t); q_3(t) = \theta(t)$ (2)

Energia cinetică este: $E = \frac{1}{2} M(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + \frac{1}{2} J_c \dot{\theta}^2$ (3)

Energia potențială are expresia:

$$V = \frac{1}{2} 4k_1(x + a\theta)^2 + \frac{1}{2} 2k_2(y + b\theta)^2 + \frac{1}{2} 2k_2(y - b\theta)^2 \quad (4)$$

Forțele perturbatoare sînt:

$$Q_{1F} = m\omega^2 e \sin \omega \cdot t; Q_{2F} = m\omega^2 e \cos \omega \cdot t; Q_{3F} = m\omega^2 h e \sin \omega \cdot t \quad (5)$$

Pentru vibrațiile forțate se caută soluții de forma:

$$x = X_0 \cos \omega \cdot t.; y = Y_0 \cos \omega \cdot t.; \theta = \Theta_0 \cos \omega \cdot t \quad (6)$$

Punând condițiile ca aceste soluții să verifice ecuațiile obținute, după simplificări, rezultă amplitudinile X_0, Y_0, Θ_0 . Pulsatiile proprii se obțin din ecuația caracteristică binecunoscută.

Cazul numeric ales are mărimile:

$$M = 2500 \text{ kg}; m = 120 \text{ kg}; e = 0,1 \text{ mm}; ;$$

$$a = 0,5 \text{ m}; b = 1,2 \text{ m}; h = 0,5 \text{ m}; J_c = 10^5 \text{ kgm}^2$$

Pentru elementele de rezemare elastică s-au utilizat elemente antivibratile din cauciuc, alese din literatură de specialitate [2]. Izolarea antiseismică se asigură prin realizarea unor vibrații cu frecvențe depărtate de frecvențele predominante ale mișcărilor periodice ale seismelor, în special de frecvența minimă, cunoscută pe baza înregistrărilor diferitelor seisme din țara noastră.

$$k_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}; k_2 = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}$$

Cele trei pulsații proprii au valorile: $p_1 = 95 \text{ s}^{-1}$; $p_2 = 64,2 \text{ s}^{-1}$; $p_3 = 98,7 \text{ s}^{-1}$

Pulsația forței perturbatoare este: $\omega = 105 \text{ s}^{-1}$, iar amplitudinile vibrațiilor forțate au valorile: $X_0 = 0,12 \text{ mm}$; $Y_0 = 0,08 \text{ mm}$; $\Theta_0 = 0,0018 \text{ rad}$. Deformația maximă a elementelor elastice : $\Delta x_{max} = 1,02 \text{ mm}$; $\Delta y_{max} = 2,36 \text{ mm}$; valori acceptabile .

4. MODELE DINAMICE COMPLEXE

Modelele cu un număr mare de grade de libertate, sunt valabile pentru sisteme de echipamente cu legături elastice între ele.

Se pot aprecieri privind problemele de calcul și modelare dinamică propuse pentru echipamente electromecanice din domeniul construcțiilor, desprinzându - se unele concluzii:

a. Echipamentele cu mase relativ mari în mișcare de rotație pot produce forțe de inerție importante, care trebuie luate în considerare la evaluarea solicitărilor din legături

b. Se impune verificarea domeniului de funcționare în vederea evitării rezonanței, prin alegerea corespunzătoare a sistemului elastic de sprijin.

Bibliografie:

1. Mihăilescu, Stefan, ș.a., *Mașini de construcții*, vol.II, Editura tehnică, București, 1985
2. Bratu, Polidor, *Izolarea și amortizarea vibrațiilor la utilajele de construcții*, INCERC, București, 1982
3. Diaconu, Cristian, ș.a., *Vibrații mecanice, Teme de casă*, Edit. Conspress, București, 1998
4. Baușic, Florin, Diaconu, Cristian, *Dinamica mașinilor*, Editura Conspress, București, 2003
5. Baușic, Florin Pavel, Cristian, Diaconu, Cristian, *Mecanica teoretică, Vibrațiile sistemelor mecanice cu un grad de libertate*, Editura Matrix Rom, București, 2007