

UN MODEL DINAMIC PROPUȘ PENTRU TRANSPORTORUL VIBRATOR ORIZONTAL CU ACȚIONARE INERȚIALĂ

Radu PANAITESCU-LIESS, asist.ing., Facultatea de Utilaj Tehnologic, U.T.C.B.
Marina DOGARU, ing., Facultatea de Utilaj Tehnologic, U.T.C.B.
Amelitta LEGENDI, conf.dr.ing., Facultatea de Utilaj Tehnologic, U.T.C.B.
Cristian PAVEL, prof.dr.ing., Facultatea de Utilaj Tehnologic, U.T.C.B.

Abstract: The most popular models of vibrating conveyors are those with oscillating masses which operating near resonance. For its analysis, we must solve the system of differential equations describing the dynamic system with three degrees of freedom.

Keywords: vibrating conveyor, inertial, dynamic system

1. INTRODUCERE

Utilizarea vibrațiilor în scopul acționării organelor de lucru a fost realizată în foarte multe domenii de activitate industrială.

Transportoarele vibratoare reprezintă unul dintre domeniile menționate în care s-au obținut rezultate spectaculoase datorită îmbunătățirii semnificative a productivității procesului de lucru. Aceste utilaje larg folosite în transportul celor mai variate sarcini sunt utilizate în numeroase activități industriale.

La fel de cunoscute sunt și conveioarele de proces, mașinile vibratoare care realizează operația de procesare simultan cu cea de transport (uscarea, sortare, îndepărtare praf, măcinare).

2. EFECTUL BENEFIC AL VIBRAȚIILOR ASUPRA PROCESELOR INDUSTRIALE DE TRANSPORT

Pe lângă transportoarele vibratoare standard destinate transportului celor mai felurite tipuri de sarcini, din această gamă de utilaje mai fac parte atât alimentatoarele cât și dozatoarele vibratoare. Pentru mișcarea încărcăturii în plan vertical se utilizează transportoarele verticale elicoidale vibratoare.

Literatura de specialitate consultată ([1], [2]) menționează existența mai multor procese industriale favorizate de tehnologiile care utilizează vibrații: a) uscarea sau răcirea prin vibrații a amestecurilor; b) realizarea prin vibrații a amestecurilor granulare; c) îndepărtarea prafului cu ajutorul vibrațiilor etc.

3. PREZENTAREA VARIANTEI CONSTRUCTIVE ANALIZATE

Ca și în alte situații întâlnite în tehnică, fenomenele vibratorii pot fi generate prin metodele cunoscute (electric, pneumatic, hidraulic și mecanic). Cele mai răspândite instalații de transport care utilizează și vibrațiile în activarea organului de lucru sunt acelea care folosesc generatoarele electromagnetice și mecanice.

În cadrul categoriei transportoarelor vibratoare orizontale acționarea organului de lucru este realizată preponderent cu ajutorul generatoarelor de vibrații cu excentric.

Cel mai des folosit în prezent este transportorul vibrator cu două mase oscilante cu funcționare în apropierea rezonanței. Prezentată în figura 1a, mașina vibratoare menționată are în componență elementul transportor 1 și masa 2, montate în opoziție una față de cealaltă, mecanismul cu excentric 4 prevăzut cu o tijă conectoare elastică, reazemele elastice de lucru 3 și amortizoarele de vibrații 5 prin intermediul cărora masa reactivă este izolată de suportul structural. În varianta constructivă cu dispunere în serie a maselor oscilante (figura 1b), elementele transportoare 1 sunt montate unul după altul. Vibratorul cu excentric 2 transmite forțele pulsatorii pe care le generează către acestea, în direcții opuse. Ca urmare, elementele transportoare, fixate în fundație prin intermediul suporturilor elastice 3, oscilează în antifază.

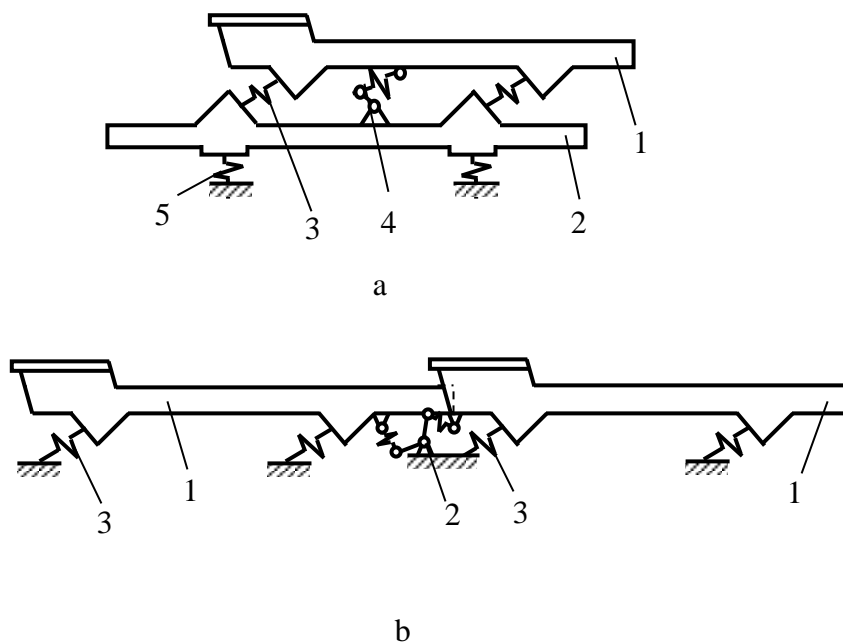


Figura 1. Scheme constructive de transportoare vibratoare orizontale cu acționare inerțială

Transportorul vibrator cu acționare inerțială poate fi utilizat atât în procesul de evacuare a unor sarcini granulare sau pulverulente depozitate într-un buncăr cât și la încărcarea acestora în alte mijloace de transport (vagoane de cale ferată, alte tipuri de transportoare, etc).

4. MODELUL DINAMIC PROPUS

Vibrotransportorul descris în paragraful precedent (prezentat în figura 1), poate fi reprezentat sub forma unui model dinamic având 3 grade de libertate. Modelul dinamic propus este arătat în figura 2.

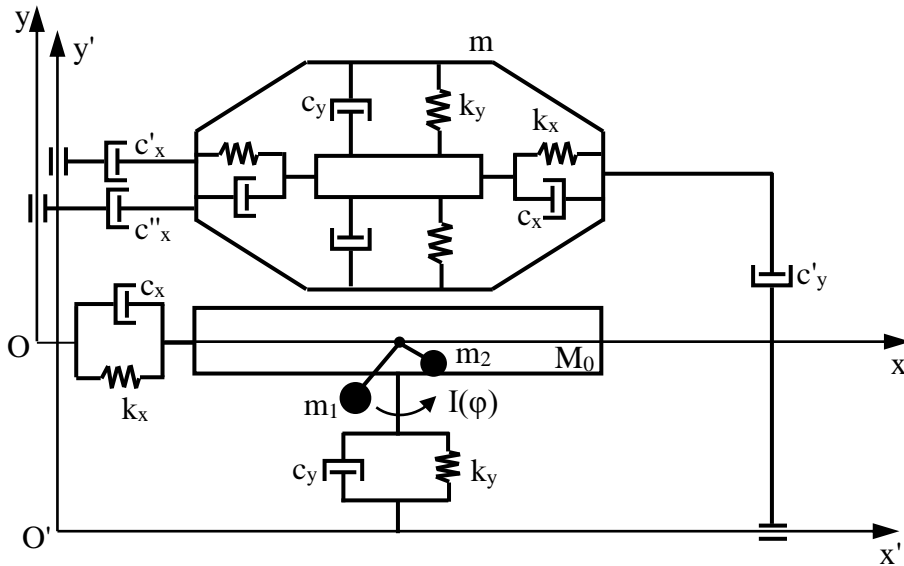


Figura 2. Modelul dinamic al transportorului vibrator cu acționare inerțială

Comportarea dinamică a vibrogeneratorului poate fi descrisă de următorul sistem de ecuații diferențiale neliniare independente (obținute cu ajutorul ecuațiilor lui Lagrange de speța a II – a):

$$\begin{cases} M \ddot{x} + c_x \dot{x} + k_x x = -(m + m') r \dot{\varphi}^2 \cos \varphi - (m + m') r \ddot{\varphi} \sin \varphi \\ M \ddot{y} + c_y \dot{y} + k_y y = -m' r \dot{\varphi}^2 \sin \varphi + m' r \ddot{\varphi} \cos \varphi \\ I \ddot{\varphi} + q_0 \dot{\varphi} = M(\dot{\varphi}) - (m + m') r \ddot{x} \sin \varphi + m' r \ddot{y} \cos \varphi - m' g r \sin \varphi \end{cases} \quad (1)$$

în care:

M_0 este masa vibratorului;

m – masa organului de lucru în sarcină;

m_1 și m_2 - masele excentrice;

m' - diferența dintre masele excentrice;

M - masa totală aflată în proces vibratoriu;

k_x, k_y - componentele rigidității sistemului de rezemare elastică pe cele două direcții Ox și Oy ;

c_x, c_y - componentele coeficientului de amortizare vâscoasă pe cele două direcții Ox și Oy ;

r - distanța de la axa de rotație la punctul în care este amplasată masa excentrică (excentricitatea);

I_1 - momentul de inerție redus al motorului și al pieselor generatorului de vibrații aflate în mișcare de rotație;

I - momentul de inerție redus al pieselor componente ale vibrotransportorului aflate în mișcare de rotație;

q_0 - coeficientul de rezistență la mișcarea rotorului motorului;

$M(\dot{\varphi})$ - momentul dezvoltat de motor.

Între mărimile mecanice menționate anterior există următoarele relații:

$$\left. \begin{aligned} m_1 &= \frac{m}{2} + m' \\ m_2 &= \frac{m}{2} \\ M &= M_0 + m_1 + m_2 \\ I &= I_1 + (m + m') r^2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Vibrotransportorul împreună cu sarcina deplasată se comportă ca un sistem dinamic având 5 grade de libertate.

În vederea efectuării studiului comportării dinamice a sistemului transportor-sarcină trebuie rezolvat mai întâi sistemul de ecuații diferențiale (1).

Datorită deformației elastice existente forțele ce acționează asupra organului de lucru sunt:

$$\left. \begin{aligned} F_y &= k_y y + c_y \dot{y} \\ F_x &= k_x x + (c_x + c'_x) \dot{x}' \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Ecuațiile de mișcare ale unui astfel de vibrotransportor aflat în sarcină vor fi:

$$\left\{ \begin{aligned} M \ddot{x}' + c_x \dot{x}' + k_x x' &= -(m + m') r \dot{\varphi}^2 \cos \varphi - (m + m') r \ddot{\varphi} \sin \varphi + F_x^* \\ M \ddot{y}' + c_y \dot{y}' + k_y y' &= -m' r \dot{\varphi}^2 \sin \varphi + m' r \ddot{\varphi} \cos \varphi + F_y^* \\ I \ddot{\varphi} + q_o \dot{\varphi} &= M(\ddot{\varphi}) - (m + m') r \dot{x}' \sin \varphi + m' r \ddot{\varphi} \cos \varphi - m' q r \sin \varphi \end{aligned} \right. \quad (4)$$

unde F_x^* și F_y^* reprezintă componentele normale și tangențiale ale sarcinii.

5. CONCLUZII

Colectivul de elaborare al acestui articol își propune în viitor atât rezolvarea sistemului de ecuații diferențiale (4) cât și validarea și interpretarea rezultatelor obținute prin intermediul măsurărilor “in situ” ce se pot efectua în diverse puncte de lucru din țara noastră.

BIBLIOGRAFIE

1. Bratu, P. *Sisteme elastice de rezemare pentru mașini și utilaje*. Editura Tehnică. București. 1990
2. Goncharevich, I.F. Frolov, K.V. *Theory of Vibratory Technology*. Hemisphere Publishing Corporation. New York. 1990 (pag. 235-246)
3. Panaitescu-Liess, R. Constantinescu, R. Pavel, C. *Noi modalități de producere a vibrațiilor necesare acționării transportoarelor vibratoare și de proces*. Comunicare. Simpozionul Național de Utilaje pentru Construcții - SINUC 2008. București.