

СЕКЦІЯ ГАЛУЗЕВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МЕХАТРОНІКИ

УДК 621.01.001, 531.65

*Б.О. Коробко, д.т.н., професор;
Ю.Ю. Коротич, аспірант
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ДО ВИЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ СИЛ ВІБРАЦІЙНОГО СТОЛУ

Для з'ясування загальної тенденції впливу окремих параметрів вібраційного столу для виготовлення малогабаритних бетонних виробів на рух його робочого органа, а також взаємного впливу руху окремих частин механічної системи, яка моделює цей вібростіл [1], розглянемо розрахункову схему зазначеної механічної системи і отримаємо математичну модель.

Математична модель вібраційного столу для виготовлення бетонних виробів [2] у вигляді рівнянь Лагранжа другого роду

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i \quad (i = 1, 2, \dots, i, \dots, s) \quad (1)$$

містить узагальнені сили $Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_s$, де Q_i – узагальнена сила, що відповідає узагальненій координаті q_i .

Положення в просторі усіх матеріальних тіл механічної системи [3], яка моделює зазначений вібростіл, можна однозначно задати такими незалежними параметрами:

- декартовими координатами $x_C = x_C(t)$, $y_C = y_C(t)$ і $z_C = z_C(t)$, які визначають положення центра C інерції плити в нерухомій системі координат $Oxyz$;

- вібраційними кутами $\alpha = \alpha(t)$, $\beta = \beta(t)$ і $\psi = \psi(t)$, які визначають положення плити відносно рухомої системи координат $Cx'y'z'$;

- кутом $\varphi = \varphi(t)$ повороту дебалансу навколо осі φ обертання дебалансного вала, яка проходить через точку C_3 і співпадає (збігається) з центральною повздовжньою віссю корпусу вібробудувача.

Таким чином, розглядувана механічна система має $s = 7$ ступенів вільності, узагальненими координатами є $q_1 = x_C$, $q_2 = y_C$, $q_3 = z_C$, $q_4 = \alpha$, $q_5 = \beta$, $q_6 = \psi$ і $q_7 = \varphi$.

Для наочності зобразимо на рисунку 1 механічну систему в одній із площин у довільний момент часу t .

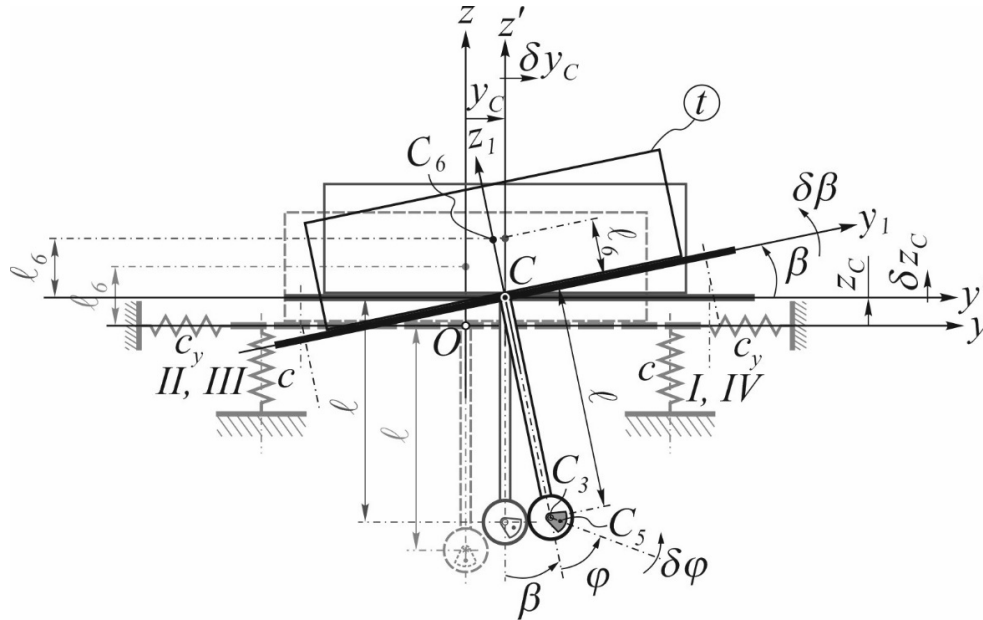


Рис. 1. Механічна система в проекції на фронтальну площину

Оскільки кожній узагальненій координаті відповідає узагальнена сила, то їх число дорівнює числу узагальнених координат системи, через що розглядувана механічна система має сім узагальнених сил. Значення ж цих сил напряму залежить від зовнішніх сил $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \dots, \vec{P}_j, \dots, \vec{P}_n$, що діють на ті чи інші точки системи.

Для визначення узагальної сили, наприклад, Q_i відповідній узагальненій координаті q_i дають нескінченно малий приріст δq_i , лишаючи інші узагальнені координати незмінними. Внаслідок цього нескінченно малого приросту δq_i усі точки механічної системи одержать нескінченно малі переміщення $\delta s_1, \delta s_2, \dots, \delta s_j, \dots$, які є можливими переміщеннями точок. Далі обчислюють суму елементарних робіт усіх зовнішніх сил на цих можливих переміщеннях, яка дорівнює

$$\sum_{j=1}^n [P_j \cdot \delta s_j \cdot \cos(\vec{P}_j; \delta \vec{s}_j)] = \delta A_i,$$

і вважають, що

$$\delta A_i = Q_i \cdot \delta q_i.$$

Величина Q_i , що визначається з цього рівняння,

$$Q_i = \frac{\delta A_i}{\delta q_i} \quad (2)$$

і є узагальненою силою, яка відповідає узагальненій координаті q_i , визначена через можливу роботу δA_i .

Елементарну роботу довільної сили \vec{P}_j на певному можливому переміщенні у координатній формі запису визначає залежність

$$\delta A(\vec{P}_j) = P_{jx} \cdot \delta x + P_{jy} \cdot \delta y + P_{jz} \cdot \delta z, \quad (3)$$

де P_{jx} , P_{jy} і P_{jz} – проекції цієї довільної сили \vec{P}_j на відповідні осі; δx , δy і δz – проекції можливого переміщення точки прикладання сили \vec{P}_j на ті ж осі.

Будь-якими опорами рухам матеріальних тіл розглядуваної механічної системи знехтуємо. У такому разі на неї діють такі зовнішні сили:

- а) сили тяжіння;
- б) сили пружності чотирьох пружин, на які спирається плита;
- в) механічний крутний (або обертальний) момент $M_{\text{дв.}}$ двигуна.

Обчисливши таким чином всі сім узагальнених сили Q_i , ми в подальшому зможемо скласти математичну модель даної механічної системи.

Література

1. Пат. 146691 Україна. МПК В28В 1/08 (2006.01). Вібростіл з важільним закріпленням вібробуджувача / Коробко Б.О., Коротич Ю.Ю., Васильєв Є.А.; власник Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". – № и 2020 06563; заявл. 12.10.2020; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.
2. Morin D. Introduction to Classical Mechanics: With Problems and Solutions / David Morin. – Cambridge University Press; 1st edition, 2008. – 734 p. ISBN-10: 0521876222
3. Павловський М.А. Теоретична механіка: підручник / М.А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.