УДК 531.21, 621.01

О.І. Зуб, студент групи 401-НГ
Наук. керівник С.М. Жигилій, к.т.н., доцент
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

КАНОНІЧНІ ВИДИ ВІБРАЦІЙНИХ СИЛОВИХ ПОЛІВ

Для інтенсифікації динамічної дії на оброблюване середовище інколи на робочий орган вібраційної машини того чи іншого технологічного призначення встановлюють декілька відцентрових дебалансних збуджувачів коливань [1]. Кожен з цих вібробуджувачів генерує відцентрову силу інерції $\vec{\Phi}_i$, яка прикладена у певній точці A_i й має модуль $\Phi_i = m_i \cdot e_i \cdot \omega_i^2$ (де m_i і e_i – маса та ексцентриситет відносно осі обертання дебалансу i-того вібробуджувача, ω_i – кутова швидкість обертання його дебалансного вала); напрямок дії $\vec{\Phi}_i$ відповідно неперервно змінюється.

Розглянемо положення робочого органа вібраційної машини у довільний момент часу й визначимо сумарну динамічну дію на нього. Оберемо довільну точку O та методом Пуансо зведемо усі сили $\vec{\Phi}_i$ до цієї точки. У результаті зведення дістанемо у точці O:

1) головний вектор $\vec{\Phi}^*$ системи відцентрових сил інерції $\vec{\Phi}_i$, який дорівнює векторній (геометричній) сумі всіх цих сил:

$$\vec{\Phi}^* = \sum_{i=1}^{n} \vec{\Phi}_i ;$$

2) головний момент $\vec{M}_O$ сил $\vec{\Phi}_i$ відносно центра зведення O, рівний геометричній сумі моментів всіх сил системи відносно точки O:

$$\vec{M}_O = \sum_{i=1}^{n} \vec{M}_O\left(\vec{\Phi}_i\right),$$

де n – кількість збуджувачів коливань.

Якщо змінити центр зведення (наприклад, з O на O_1), то головний вектор $\vec{\Phi}^*$ свого значення не змінить й, отже, є інваріантною по відношенню до центра зведення величиною, яку в теорії зведення називають першим (векторним) інваріантом зведення: $\vec{\mathcal{I}}_1 = \vec{\Phi}^*$.

При зміні центра зведення головний момент своє значення (тобто, $\vec{M}_O \neq \vec{M}_{O_1}$ змінює, але скалярний добуток головного вектора на головний момент відносно центра зведення лишається незмінним і є другим (скалярним) інваріантом зведення: $\mathcal{I}_2 = \vec{\Phi}^* \cdot \vec{M}_O$.

Певна річ, за правилом скалярного добутку

$$\mathcal{I}_2 = \vec{\Phi}^* \cdot \vec{M}_O = \Phi_x^* \cdot M_{Ox} + \Phi_y^* \cdot M_{Oy} + \Phi_z^* \cdot M_{Oz}$$

та

$$\mathcal{I}_2 = \vec{\Phi}^* \cdot \vec{M}_O = \Phi^* \cdot M_O \cdot cos\,\alpha ,$$

де α – кут між векторами $\vec{\Phi}^*$ і $\vec{M}_O$ (рис. 1).

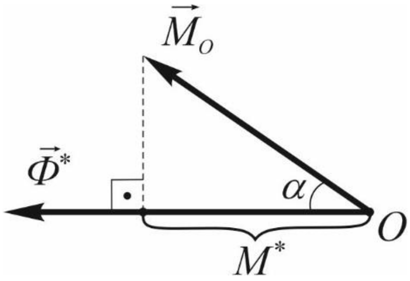

Рис. 1

Якщо зобразити проекцію вектора головного моменту $\vec{M}_O$ на напрямок головного вектора $\vec{\Phi}^*$, позначивши її M^*, то очевидно, що

$$M^* = M_O \cdot cos\,\alpha,$$

з урахуванням чого

$$\mathcal{J}_2 = \Phi^* \cdot M^*$$

та

$$M^* = \frac{\mathcal{J}_2}{\Phi^*}.$$

Геометричний зміст другого інваріанту: проекція M^* головного моменту на напрямок головного вектора не залежить від вибору центра зведення. Механічний зміст другого інваріанту: існує центр зведення C, відносно якого головний момент $\vec{M}_C$ системи сил $\vec{\Phi}_i$ є колінеарним головному вектору $\vec{\Phi}^*$ і набуває мінімально можливого значення $M_C = M^*$.

Якщо при зведенні системи сил $\vec{\Phi}_i$ до довільної точки O дістали, що $\vec{\mathcal{J}}_1 \neq 0$ та $\mathcal{J}_2 \neq 0$, то сумарна дія декількох збуджувачів коливань на робочий орган вібромашини зводиться до однієї сили, яка дорівнює головному вектору системи сил та лінія дії якої не проходить через центр зведення O, та однієї пари сил, вектор моменту якої дорівнює мінімальному головному моменту системи сил $\vec{M}^*$ та який колінеарний головному вектору $\vec{\Phi}^*$.

Таку сукупність сили та пари сил називають силовим гвинтом (або динамою), дія якого (якої) також характеризується коефіцієнтом, який в теорії зведення має назву параметр й дорівнює $p = \dfrac{M^*}{\Phi^*}$.

За допомогою інваріантів зведення зручно класифікувати канонічні види будь-яких вібраційних силових полів.

Звісно, наведена тут класифікація є статичною й лише першим наближенням до дійсної динамічної класифікації канонічних видів вібраційних силових полів.

Література

1. Чубук Ю.Ф., Назаренко И.И., Гарнец В.Н. Вибрационные машины для уплотнения бетонных смесей. – К.: Вища школа. Главное изд-во, 1985. – 168 с.