

УДК 621

О.Л. Ляшук, д.т.н., проф.; О.П. Цьонь, к.т.н., доц.; О.А. Юр'єв, С.М. Паньків
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

КРУТИЛЬНІ КОЛИВАННЯ ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ШНЕКОВОГО БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА

O.L. Lyashuk, Dr. Sci., Prof; O.P. Tson, Ph.D., Assoc. Prof.; O.A. Yuriev, S.M. Pankiv
TORSIONAL VIBRATIONS OF THE SCREW WORKING ELEMENT OF A
MULTIFUNCTIONAL SCREW CONVEYOR

Експериментальні та теоретичні дослідження динаміки робочих органів шнекових транспортерів свідчать, що переміщення оброблюваного середовища вздовж робочого органу впливає на кількісні, а в окремих випадках і на якісні характеристики його коливань. При цьому вплив динаміки середовища посилюється зі збільшенням відносної швидкості його руху стосовно гвинтового робочого органу. Сам робочий орган таких транспортерів зазнає складних коливань, які є комбінацією крутильних, поздовжніх і поперечних.

Для аналізу цих процесів була розроблена математична модель крутильних коливань системи "шнековий робочий орган – суцільний потік середовища", до якої адаптовані найбільш ефективні аналітичні методи для побудови розв'язків.

Відомо, що математична модель крутильних коливань прямолінійного тіла описується диференціальним рівнянням із частинними похідними

$$I \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left(GJ \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) = Q \left(x, \theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \phi \right) \quad (1)$$

У (1) $\theta(x, t)$ кут закручення пружного тіла, I - погонний момент інерції відносно осі обертання, G - модуль зсуву, J - екваторіальний момент поперечного перерізу, $Q \left(x, \theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \phi \right)$ - нелінійна за сукупністю змінних $\theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}$ періодична за $\phi = \eta t + \phi_0$ функція, яка описує розподіл вздовж довжини тіла моментів зовнішніх сил відносно осі обертання (в т.ч. моментів опору), а η - частота періодичного збурення.

Таким чином, для дослідження крутильних коливань робочого органу шнекового транспортера необхідно, насамперед, отримати "уточнене" диференціальне рівняння, яке б враховувало зазначені вище фактори. Для його побудови введемо наступні припущення:

а) робочий шнековий гвинт обертається зі сталою кутовою швидкістю Ω навколо поздовжньої його осі, яка у недеформованому положенні співпадає із віссю OX ;

б) поперечне переміщення у довільний момент часу нейтральної осі робочого гвинта у напрямку перпендикулярному до недеформованого її положення визначається (стосовно нерухомої системи відліку $OXYZ$) вектором $\vec{r} = u(x, t)\vec{j} + w(x, t)\vec{k}$;

в) суцільний потік оброблюваного середовища, погонна маса котрого m повільно змінюється вздовж довжини гвинта ($m = m(x)$) і рухається із сталою за величиною відносною (по відношенню до робочого шнекового гвинта) швидкістю V .

Узагальнення наведених припущень дозволяє представити уточнене диференціальне рівняння крутильних коливань системи "суцільний потік оброблюваного середовища – гвинтовий робочий орган" у наступному вигляді:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} - \frac{GJ_0}{I_0} \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = \frac{1}{I_0} f \left(x, \theta, \frac{\partial \theta}{\partial t}, \frac{\partial \theta}{\partial x}, \phi \right) \quad (2)$$