

## ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОРЕЖИМНОГО ІНЕРЦІЙНОГО ВІБРОЗБУДЖУВАЧА

Національний університет «Львівська політехніка»,  
\*Політехніка Вроцлавська, Вроцлав, Республіка Польща

### *Анотація.*

Дослідження спрямовано на реалізацію багаторежимного інерційного вібратора, в конструкцію якого закладено схему подвійного ротора. Використання двох незалежних асинхронних електродвигунів дає змогу реалізувати різноманітні режими роботи одномасової коливної системи, що визначаються еліптичними, круговими або наближеними лінійними траєкторіями. Такі режими формуються зміною напрямків і частот обертання роторів привідних електродвигунів. Для забезпечення працездатності та стійкості руху вібраційної системи потрібно особливу увагу приділяти вивченню ефектів Зоммерфельда, що мають місце як за перехідних, так і за усталених режимів руху системи. Дані ефекти можуть проявлятися під час пуску вібраційної машини та зумовити зависання обертів на частоті вільних коливань. Інший ефект має місце на усталених частотах обертання роторів електродвигунів та спричинює їх нерівномірне обертання. Можливі нестійкі рухи повинні компенсуватися корекцією частот обертання або одного, або ж обох роторів електродвигунів відносно їхніх номінальних частот обертання.

**Ключові слова:** інерційний віброзбуджувач, асинхронний електродвигун, подвійний ротор, дебаланс, вібрація.

Для підтримання технологічної ефективності та продуктивності вібраційних грохотів доцільно використовувати керовані інерційні вібратори [1]. При цьому визначальними характеристиками, що підлягають зміні під час роботи є не тільки амплітуда і частота коливань, але й траєкторії руху центру мас. Більшою мірою використовують еліптичні траєкторії, геометричні параметри еліпса при цьому повинні бути в рекомендованих межах [2]. Більше технологічних можливостей досягають за використання незалежних багатопривідних вібраторів. Однозначно, при цьому суттєво ускладнюються завдання динамічного аналізу та практичної реалізації цих машин з точки зору забезпечення і підтримки відповідних режимів роботи. Відомо, що ускладнення роботи вібраційної машини за рахунок збільшення числа робочих гармонік суттєво збільшує технологічну ефективність та зменшує енергозатрати за рахунок використання резонансних ефектів як у середовищах, так і елементах конструкції [3].

Автори представленої дослідження виконали динамічний аналіз, синтез і конструювання нового інерційного вібратора із кінематично синхронізованими незбалансованими роторами [4]. В подальшому розглядається використання двох незалежних асинхронних електродвигунів. Таке рішення дозволить оперативно, без зупинки вібратора та налагодження змінювати режими роботи та характеристики руху вібраційної системи. При цьому особливу увагу потрібно приділити забезпеченню стійкості роботи. Як виявили попередні дослідження, найбільш проблемними у забезпеченні є еліптичні коливання, які можуть бути досягнуті за зустрічного обертання роторів електродвигунів за рівних частот. В такому випадку ефект Зоммерфельда викликаний взаємовпливом одного двигуна на інший, періодично його гальмуючи і розганяючи [5]. Це приводить до нестійких режимів за номінальних частот обертання роторів. Нестійкі рухи повинні компенсуватися корекцією частот обертання або одного, або ж обох роторів електродвигунів відносно їхніх номінальних частот обертання. Для цього в процесі динамічного аналізу формується оптимізаційна задача, що передбачає пошук нових номінальних частот обертання роторів електродвигунів на основі мінімізації розбалансування дійсних частот обертання.

За результатами дослідження запропоновано конструкцію багаторежимного інерційного віброзбуджувача, що може реалізовувати колові, еліптичні та напрямлені коливання з однією чи двома частотами. Технічні характеристики наступні: вантажопідйомність 100 кг; зусилля збурення 2–8,6 кН, амплітуда коливань 2,5 мм, частоти обертання роторів електродвигунів - 297,4–297,4 рад/с, споживана потужність  $2 \times 1,1$  кВт.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jia L., Zhang J., Zhou L., Wen B. (2019) Multifrequency-controlled synchronization of three eccentric rotors driven by induction motors in the same direction. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. Vol. 38(2), 615–632.
2. Krot P., Zimroz R., Michalak A., Wodecki J., Ogonowski S., Drozda M., Jach M. (2020) Development and Verification of the Diagnostic Model of the Sieving Screen. *Shock and Vibration*, 8015465.
3. Nazarenko I., Gaidaichuk V., Dedov O., Diachenko O. (2017) Investigation of vibration machine movement with a multimode oscillation spectrum. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 6(1-90), 28–36.
4. Gurskyi V., Korendiy V., Krot P., Zimroz R., Kachur O., Maherus N. (2023) On the Dynamics of an Enhanced Coaxial Inertial Exciter for Vibratory Machines. *Machines*. 2023; 11(1):97.
5. Yaroshevich, N.P., Lanets, O.S., Yaroshevych, O.M. (2022) Slow Oscillations in Systems with Inertial Vibration Exciters. *Mechanisms and Machine Science*, 116, 29–42.

**Гурський Володимир Миколайович** – д-р техн. наук, доцент кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування, Інститут механічної інженерії та транспорту, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, volodymyr.m.hurskyi@lpnu.ua.

**Корендій Віталій Михайлович** – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри технічної механіки та динаміки машин, Інститут механічної інженерії та транспорту, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, vitalii.m.korendii@lpnu.ua.

**Крот Павло Вікторович** – канд. техн. наук, доцент, кафедра гірничої справи, факультет геоінженерії, гірничої справи та геології, Політехніка Вроцлавська, Вроцлав, Республіка Польща, pavlo.krot@pwr.edu.pl.

**Кузьо Ігор Володимирович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування, Інститут механічної інженерії та транспорту, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, ihor.v.kuzo@lpnu.ua.

## Problems of development and prospects of implementation of a multi-regime inertial vibration exciter

### Abstract

The research is focused on implementing the multi-regime inertial vibration exciter designed on the basis of a dual-rotor diagram. The use of two independent asynchronous electric motors allows for generating various working regimes of a single-mass oscillatory system, which are defined by elliptical, circular, or approximately linear trajectories. Such regimes are formed by means of changing the rotation directions and angular speeds of rotors of the driving electric motors. To provide the serviceability and motion stability of the oscillatory system, it is necessary to pay specific attention to studying the Sommerfeld effects occurring both during the transient and stable conditions of the system motion. These effects can appear during the starting regimes of the vibratory machine and cause the “hanging” (remaining unchanged) of the exciters’ rotation at the system’s natural frequency. Another effect takes place under the conditions of stable angular frequencies of rotors of the electric motors and causes their irregular (non-uniform) motion. The possible non-stable motions must be compensated by means of regulating the angular frequencies of one or both rotors of the electric motors with respect to their nominal angular frequencies.

**Keywords:** inertial vibration exciter, asynchronous electric motor, dual rotor, unbalanced mass, vibration.

**Gurskyi Volodymyr** – Dr. Tech. Science, Associate Professor, Department of Robotics and Integrated Mechanical Engineering Technologies, Institute of Mechanical Engineering and Transport, Lviv Polytechnic National University, Lviv, volodymyr.m.hurskyi@lpnu.ua.

**Vitaliy Korendiy** – PhD, Associate Professor, Department of Technical Mechanics and Dynamics of Machines, Institute of Mechanical Engineering and Transport, Lviv Polytechnic National University, Lviv, vitalii.m.korendii@lpnu.ua.

**Pavlo Krot** – Associate Professor, Faculty of Geoen지니어ing, Mining and Geology, Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poland.

**Kuzio Igor** – Dr. Tech. Science, Professor, Department of Robotics and Integrated Mechanical Engineering Technologies, Institute of Mechanical Engineering and Transport, Lviv Polytechnic National University, Lviv.