

ПРО ВІБРАЦІЙНЕ ЗАХОПЛЕННЯ ОБЕРТАННЯ ДЕБАЛАНСНОГО ВІБРОЗБУДНИКА

Луцький національний технічний університет

Анотація

Розглядається динаміка дебалансного віброзбудника з приводом від асинхронного електродвигуна обмеженої потужності. Досліджуються стаціонарні (близько стаціонарні) режими обертання віброзбудника з частотою, що дорівнює частоті вібрації його осі.

Ключові слова: вібраційні ефекти, дебалансний віброзбудник, вібраційне захоплення обертання, ефект Зоммерфельда.

Вступ

Вібраційне захоплення та підтримання обертання незрівноважених роторів, а також їхня самосинхронізація є важливими нелінійними ефектами, які покладені в основу принципів дії низки вібраційних машин та пристроїв. Дані ефекти широко застосовуються в вібраційних грохотах, конвеєрах, вібромайданчиках, млинах та живильниках, а також у вібраційних перетворювачах руху. Огляд і узагальнення основних результатів дослідження вібраційних нелінійних ефектів наведено в [1, 2]. На даний час теорія вібраційних ефектів вивчена достатньо повно, розроблені методи розрахунку вібромашин з інерційними збудниками. Проте, складність цієї теорії, високий рівень математизації наявних робіт, й те, що її висновки деколи несподівані та сприймаються як парадоксальні, обмежує прикладне застосування вібраційних ефектів.

Метою роботи є розширення практичного використання вібраційних ефектів, які виникають під час обертання дебалансного віброзбудника на віброуючій основі.

Результати дослідження

Розглядається дебалансний віброзбудник (неврівноважений ротор), вісь якого здійснює задані гармонійні коливання, що збуджуються ідеальним джерелом енергії за законом $x = A_x \cos \omega t$, де A_x, ω – амплітуда та частота коливань осі віброзбудника (рис. 1). Для дослідження було використано підхід вібраційної механіки та метод прямого розділення рухів [1]. Слідуючи загальній методиці даного методу, одержано рівняння повільних та швидких рухів дебалансного віброзбудника і знайдено вираз для вібраційного моменту (додаткового динамічного моменту, виникаючого внаслідок вібрації осі віброзбудника). Умову можливості існування режиму вібраційного підтримання обертання дебалансного віброзбудника подано у вигляді, зручному для практичного використання.

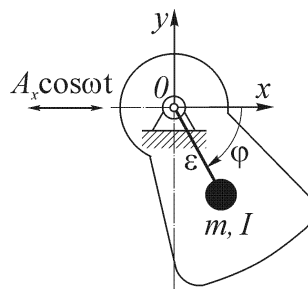


Рис. 1. Динамічна модель дебалансного віброзбудника з горизонтальними коливаннями осі обертання

Продемонстровано, що вплив вібрації зручно оцінювати за вібраційним моментом. З формули для вібраційного моменту випливає, що при фіксованих для конкретного механізму параметрах віброзбудника та коливань осі, вібраційні ефекти визначаються, перш за все, величиною зсуву між фазами коливань осі та обертання віброзбудника.

Звертається увага, що рівняння повільних рухів є як рівнянням рівноваги середніх моментів, що діють на ротор, так і рівнянням енергетичного балансу в системі; що у режимі вібраційного захоплення обертання віброзбудника неодмінно має місце передача енергії лише в одному напрямку.

Показано, що режим вібраційного захоплення обертання має властивість до саморегулювання: зміна навантаження на двигун привода віброзбудника компенсується зміною величини вібраційного моменту. Тим самим, частота збудника підтримується на рівні частоти вібрації. Ця обставина дозволяє використовувати ефект вібраційного захоплення для стабілізації частоти обертання дебалансного віброзбудника.

Одержані результати аналітичних досліджень добре узгоджуються з результатами комп'ютерного моделювання ефекту з використанням динамічної моделі асинхронного електродвигуна.

Висновки

Характерними особливостями режиму вібраційного захоплення обертання є: встановлення стійкого та цілком певного зсуву фаз між обертальним рухом віброзбудника та коливаннями його осі; в середньому, однозначна (гальмівна чи обертальна) дія вібрації на віброзбудник; передача енергії від дебалансного віброзбудника до джерела вібрації, чи навпаки; здатність режиму вібраційного захоплення до саморегулювання.

Ефект Зоммерфельда в коливальній системі з дебалансним віброзбудником можна пояснити вібраційним захопленням обертання віброзбудника резонансними коливаннями несучого тіла.

Виконані дослідження сприятимуть більш широкому використанню вібраційних нелінійних ефектів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] I.I. Blekhman, «Vibrational mechanics – Nonlinear dynamic effects. General approach, Applications». Singapore at al., *World Scientific*, 2018. 312 с.
- [2] Blekhman I.I., Blekhman L.I. H. Dresig and others. *Selected Topics in Vibrational Mechanics*. - New Jersey, London, Singapore, Hong Kong, Taipei, Chennai: World Scientific, 2003.-427p

Ярошевич Микола Павлович – доктор техн. наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, Луцький національний технічний університет, Луцьк, e-mail: yaroshevichmp@gmail.com

Ярошевич Тетяна Серафимівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри товарознавства та експертизи в митній справі, Луцький національний технічний університет, Луцьк, e-mail: tyaroshevych@gmail.com

On the effect of vibrational capture of rotation of an unbalanced vibration exciter

Abstract

The dynamics of an unbalanced vibration exciter driven by an asynchronous electric motor of limited power is considered. Stationary (near stationary) modes of rotation of the vibration exciter with a frequency equal to the vibration frequency of its axis are investigated.

Keywords: vibrational effects, unbalanced rotor, vibrational capture of rotation, Somerfeld effect.

Yaroshevich Mykola P. – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of industrial Engineering, Lutsk National Technical University, Lutsk, email : yaroshevichmp@gmail.com

Yaroshevich Tetjana S. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Commodity Science and Expertise in Customs Affairs, Lutsk National Technical University, Lutsk, e-mail: tyaroshevych@gmail.com