

МОБІЛЬНІ ВІБРАЦІЙНІ СИСТЕМИ: СТРУКТУРИ, МОДЕЛІ, ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ

Національний університет «Львівська політехніка»

Анотація

Вібротехнології за останні десятиріччя набули значного поширення у різних галузях промисловості, медицини, сфери обслуговування тощо. Одним із напрямів вібротехніки, що досягли найшвидших темпів розвитку і залишаються актуальними на даний час, є мобільні вібраційні системи або, так звані, вібророботи. Дана публікація присвячена аналізу існуючих структурних схем мобільних віброробот та особливостям моделювання їх динаміки. Також розглядаються питання розрахунку, конструювання і практичного впровадження вібраційних роботів.

Ключові слова: вібротехнології, вібротехніка, вібраційний робот, моделювання, динаміка.

В даний час практично у всіх промислово розвинених країнах інтенсивно ведуться роботи зі створення мобільних роботів. Це пов'язано з необхідністю пересування і виконання технологічних та інспекційних операцій в недоступних або важкодоступних для людини місцях, а також на територіях з «агресивними» середовищами, де перебування людини є небезпечним. Одним із перспективних методів руху мобільних роботів, що активно розвиваються в останні роки, є методи, які базуються на використанні керованого вібраційного руху внутрішніх мас, встановлених в корпусі робота [1, 2, 3]. Змінюючи параметри їх руху (напрямок, швидкість, пришвидшення), можна керувати силою реакції зовнішнього середовища на корпус робота, забезпечуючи його рух у бажаному напрямку.

Принципові схеми найпростіших мобільних вібраційних систем подані на рис. 1. Схеми на рис. 1 (а) являють собою одномасові коливні системи, які можуть оснащуватися різними вібробуджувачами: дебалансними, електромагнітними, пневматичними тощо. Вібробуджувач за рахунок прикладання періодично змінної сили $F(t)$ до маси m приводить її у коливний рух. За раціональних параметрів збурення досягається відривний режим віброруху, або, так зване, «стрибання». У випадку, коли стержні з'єднуються із корпусом віброробота через пружні елементи, а збурювальне зусилля напрямляється перпендикулярно до осей стержнів, матиме місце стрибкоподібний рух робота у напрямку збурювального зусилля. У випадку жорсткого кріплення стержнів переміщення віброробота по шорсткій поверхні можна забезпечити шляхом прикладання періодично змінного збурювального зусилля паралельно до осей стержнів.

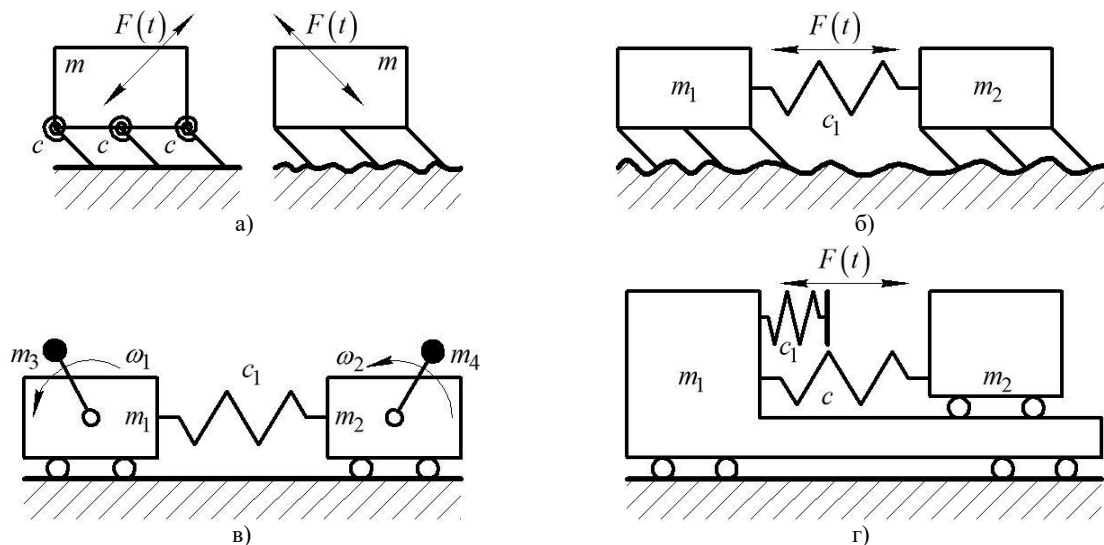


Рис. 1. Принципові схеми мобільних вібраційних транспортних модулів

Рух двомасової коливної системи (рис. 1, б) забезпечується за рахунок прикладання періодичної сили $F(t)$ до мас m_1 і m_2 , з'єднаних пружиною c_1 , при наявності несиметричного тертя між опорними стержнями коливних мас та опорною поверхнею. У даному випадку величина коефіцієнту опору руху залежить від напрямку переміщення кожної з мас.

Коливна система, зображена на рис. 1 (в), на відміну від попередньої схеми оснащується дебалансними віброзбудниками та встановлюється на опорній поверхні за допомогою роликів (або може ковзати по ній за відсутності роликів). Зважаючи на те, що ефект несиметричності тертя в даному не використовується, поступальний рух центру мас системи вдається досягнути шляхом підбору раціональних інерційно-жорсткісних параметрів системи та характеристик збурення (частоти і зсуву фаз між дебалансними віброзбудниками першої і другої мас). У якості прикладу, на рис. 2 (а) подано часові залежності переміщень коливних мас m_1 і m_2 та центру мас мобільної вібросистеми з двома дебалансними віброзбудниками [2].

Двомасова схема віброробота з віброударним режимом функціонування подана на рис. 1 (г). Рух системи здійснюється за рахунок ударяння збурювального тіла об пружину-обмежувач, з'єднану з опорним тілом, що має можливість ковзати вздовж опорної поверхні. У якості прикладу, на рис. 2 (б) подано часові залежності переміщень коливних мас m_1 і m_2 мобільної вібросистеми з віброударним режимом функціонування [3].

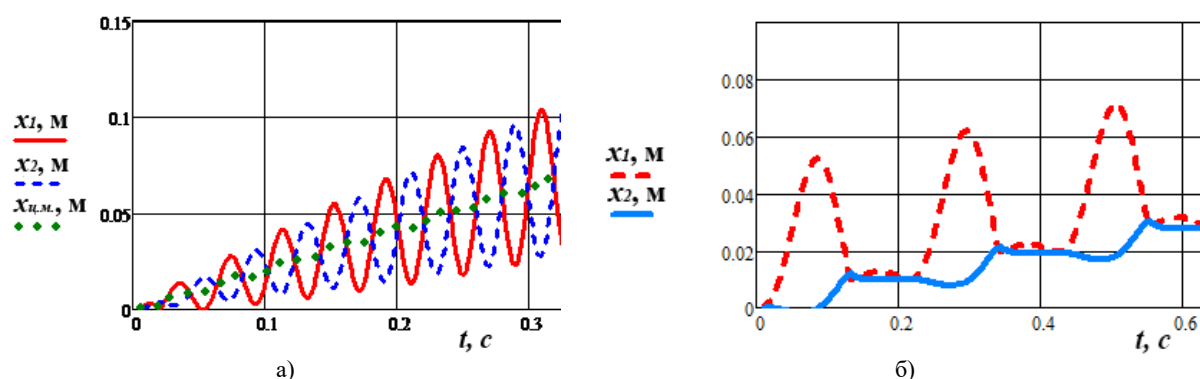


Рис. 2. Часові залежності переміщень коливних мас ($m_1 - x_1(t)$, $m_2 - x_2(t)$) та центру мас системи $x_{ц.м.}(t)$

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. N. Bolotnik, I. Zeidis, K. Zimmermann, and S. Yatsun, "Vibration driven robots," *56TH Int. Sci. Colloq. (IWK), Ilmenau Univ. Technol.*, September 2011, pp. 12–16.
2. V. Korendiy, "Substantiation of Parameters and Motion Modelling of Two-Mass Mobile Vibratory System with Two Unbalanced Vibration Exciters," *Avtomatizaciâ virobničih procesiv u mašinobuduvanni ta priladobuduvanni*, vol. 52, pp. 16–31, 2018.
3. V. Korendiy, "Dynamics of two-mass mobile vibratory robot with electromagnetic drive and vibro-impact operation mode," *Ukr. J. Mech. Eng. Mater. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 80–93, 2018.

Корендій Віталій Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри робототехніки та інтегрованих технологій машинобудування, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, vitaliy.nulp@gmail.com

MOBILE VIBRATORY SYSTEMS: STRUCTURES, MODELS, CALCULATION PECULIARITIES

Abstract

During the past decades, the vibration technologies have become widespread in various industries, medicine, services, etc. One of the areas of vibration technology that has reached the fastest development and remains relevant today is dedicated to mobile vibratory systems or so-called vibration robots. This publication is devoted to the analysis of existing structural diagrams of mobile vibratory systems and features of modeling their dynamics. Issues of calculation, designing, and practical implementation of vibratory robots are considered.

Keywords: vibration technologies, vibratory equipment, vibration-driven robot, modelling, dynamics.

Vitaliy M. Korendiy, PhD, Associate Professor, Department of Robotics and Integrated Mechanical Engineering Technologies, Lviv Polytechnic National University, Lviv, vitaliy.nulp@gmail.com