

УДК 621.01

Віталій Корендій, к.т.н., доц.; Олег Паращин; Володимир Гелетій, к.т.н., доц.
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

РЕАЛІЗАЦІЯ ЛІНІЙНИХ, ЕЛІПТИЧНИХ І КОЛОВИХ КОЛИВАНЬ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ВІБРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН ЗА ДОПОМОГОЮ ВІБРОЗБУДНИКІВ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПУ

Анотація. У роботі представлено окремі результати досліджень кінематики керованого віброзбудника планетарного типу, який може бути використаний у приводі різних вібраційних технологічних машин (сепараторів, трамбівок, конвеєрів тощо).

Ключові слова: динамічна схема, кінематична схема, траєкторія, моделювання.

Vitaliy Korendiy, Ph.D., Assoc. Prof.; Oleh Parashchyn; Volodymyr Heletiy, Ph.D., Assoc. Prof.,

IMPLEMENTATION OF RECTILINEAR, ELLIPTICAL AND CIRCULAR OSCILLATIONS OF WORKING MEMBERS OF VIBRATORY TECHNOLOGICAL MACHINES WITH THE HELP OF PLANETARY-TYPE VIBRATION EXCITERS

Abstract. The paper presents some results of investigations on the kinematics of a controllable planetary-type vibration exciter that can be used to actuate various vibratory technological machines (screens, sieves, tampers, compactors, rammers, conveyors, etc.).

Keywords: dynamic diagram, kinematic diagram, trajectory, modeling.

Вібраційні технологічні машини є важливим інструментом у багатьох галузях промисловості, забезпечуючи високу ефективність і якість виконання різних технологічних процесів. Вібраційні машини широко використовуються для виконання таких операцій, як сепарація, змішування, транспортування, очищення, просушування та механічна обробка матеріалів. Завдяки вібраціям, які створюються за допомогою збуджувачів різних типів (дебалансні, ексцентрикові, електромагнітні, пневматичні тощо), ці машини здатні забезпечити рівномірний розподіл матеріалів вздовж робочого органу і високу швидкість обробки.

Одним з основних типів вібраційних машин є вібраційні сита, які широко застосовуються для класифікації та сортування сипких і дрібноштучних матеріалів за розміром часток. Ці сита можуть працювати з різними типами матеріалів, від зерна до гірничих порід, забезпечуючи високу точність і продуктивність процесу. Вібраційні транспортери також є важливими в системах транспортування сипких і дрібноштучних матеріалів, дозволяючи ефективно переміщувати продукцію на виробничих лініях.

Вібраційні машини для обробки поверхонь використовуються для очищення, просушування, знежирення, притирання, полірування та поверхневого зміцнення деталей. Вони широко застосовуються у виробництві деталей для автомобільної, аерокосмічної, медичної та інших галузей, де потрібна висока якість поверхні та точність обробки. Вібраційні обробні машини можуть використовувати різні типи абразивних матеріалів і рідин для досягнення бажаного ефекту обробки.

Вібраційні ущільнювачі ґрунту і бетону застосовуються в будівництві для забезпечення високої щільності матеріалів і зниження ризику утворення порожнин. Ці машини використовуються для ущільнення фундаментів, доріг, тротуарів та інших будівельних конструкцій. Завдяки вібраційному впливу, досягається рівномірний розподіл матеріалу вздовж ущільнюваної поверхні та висока міцність конструкцій.

Таким чином, вібраційні технологічні машини є невід'ємною частиною сучасного виробництва, забезпечуючи високу продуктивність і якість виконання

технологічних процесів. Вони дозволяють оптимізувати виробничі процеси, знизити витрати і підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку.

Одним із основних елементів будь-якої вібраційної технологічної машини є віброзбудник. Саме параметри останнього у значній мірі визначають ефективність виконання тих чи інших технологічних операцій. На відміну від низки класичних віброзбудників дебалансного, ексцентрикового чи електромагнітного типів, у даній роботі буде проаналізовано можливості забезпечення регульованих траєкторій коливань робочих органів вібраційних технологічних машин шляхом використання керованого віброзбудника планетарного типу.

Спрощена динамічна схема вібраційної технологічної машини, оснащеної пропонованим віброзбудником планетарного типу, та, безпосередньо, кінематична схема механізму віброзбудника подані на рис. 1. Тіло масою m_1 здійснює коливання у площині xOy (вздовж горизонтальної осі Ox та вертикальної осі Oy) та встановлене на нерухомій основі за допомогою чотирьох пружно-демпфувальних елементів. Останні характеризуються коефіцієнтами жорсткості k_x, k_y та коефіцієнтами в'язкого опору c_x, c_y . Коливання системи генеруються за рахунок дії інерційних сил, що впливають на сателіт (планетарну шестерню) (масу m_2) та неврівноважену масу m_3 під час їх обертання навколо двох взаємно перпендикулярних осей, розташованих у шарнірах O та E .

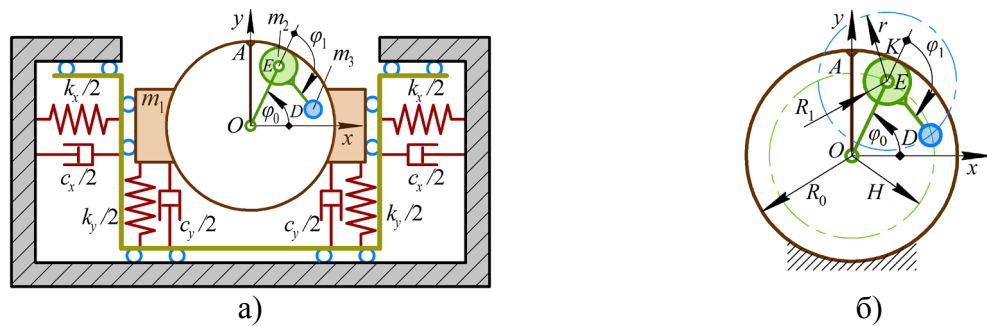


Рис. 1. Динамічна схема вібраційної технологічної машини (а) та кінематична схема механізму віброзбудника планетарного типу (б)

Згідно з кінематичною схемою механізму віброзбудника планетарного типу (рис. 1б) прийнято, що корона (епіцикл) є фіксованою, тоді як обертання водила OE характеризується кутовою координатою φ_0 . Враховуючи геометричні параметри механізму ($R_0 = OK, R_1 = EK, H = OE, r = ED$) і приймаючи постійну кутову швидкість водила ω_0 , визначимо основні співвідношення між кутами φ_0 і φ_1 :

$$\varphi_0 = \omega_0 \cdot t; \quad \varphi_1 = -\varphi_0 \cdot [(H + R_1)/R_1] = -k \cdot \omega_0 \cdot t, \quad (1)$$

$$\text{де } k = (H + R_1)/R_1.$$

Беручи до уваги систему координат xOy з початком у точці O , виведемо аналітичні вирази для визначення горизонтального та вертикального положення неврівноваженої маси D :

$$x_D = H \cdot \cos \varphi_0 + r \cdot (\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_0 - \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_0); \quad (2)$$

$$y_D = H \cdot \sin \varphi_0 + r \cdot (\cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_0 + \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_0). \quad (3)$$

При виконанні кінематичного аналізу більш інформативним є розгляд безрозмірних аналогів переміщень замість їх абсолютних значень:

$$\dot{x}_D = \dot{x}_D/R_0, \quad \dot{y}_D = \dot{y}_D/R_0. \quad (4)$$

Під час обертання водила з постійною кутовою швидкістю достатньо розглянути його один оберт, щоб побудувати відповідні траєкторії руху неврівноваженої маси в безрозмірних величинах згідно рівнянь (4). Результати моделювання (рис. 2), проведеного у програмному продукті Wolfram Mathematica, були отримані для наступних співвідношень між геометричними параметрами механізму: $H/R_0 = 0.5$ і $R_1/R_0 = 0.5$, тоді як відношення r/R_1 і початковий кут відхилення водила $\varphi_0(t=0, \varphi_1=0) = \Phi_0$ вважаються змінними.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що колову траєкторію руху незрівноваженої маси можна отримати, коли відстань між масою і віссю обертання сателіта дорівнює нулю ($r/R_1 = 0$). Всі інші співвідношення r/R_1 в діапазоні $(0..1)$ забезпечують еліптичні траєкторії, великі осі яких утворюють кути Φ_0 з віссю Ox . Аналогічно, співвідношення $r/R_1 = 1$ дозволяє генерувати прямолінійний рух незрівноваженої маси під різними кутами Φ_0 до горизонтальної осі.

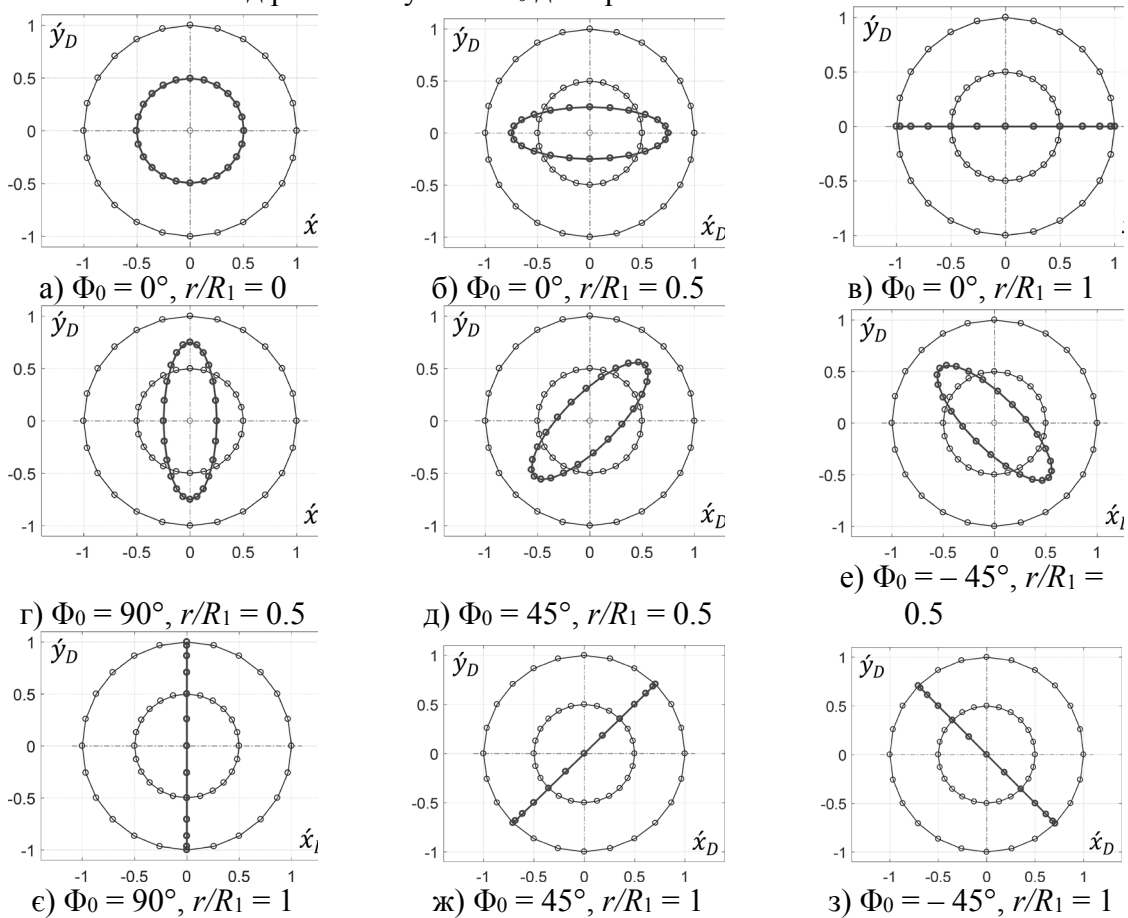


Рис. 2. Безрозмірні траєкторії незбалансованої маси віброзбудника

Розглядаючи можливу практичну реалізацію отриманих результатів, можна зробити наступні висновки. Вертикальні прямолінійні та еліптичні траєкторії незбалансованої маси і, як наслідок, робочого органу можуть бути використані у віброущільнювальних і трамбувальних машинах. Горизонтальні прямолінійні та кругові траєкторії можуть бути реалізовані в просіювальному обладнанні (вібростатах, вібросепараторах). Кругова траєкторія руху робочого органу може бути використана у вібраційних притиральних і полірувальних машинах. Похилі прямолінійні та еліптичні траєкторії є доцільними для конвеєрного обладнання. Таким чином, запропонований віброзбудник планетарного типу потенційно дозволить забезпечувати регульовані траєкторії робочого органу в залежності від конкретних технологічних потреб.