

Верига С.В., студент 4 курсу, група 443

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

Науковий керівник: Савченко Н.В., канд. фіз.-мат. наук

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», n.savchenko@khai.edu

СТАБІЛІЗАЦІЯ КОЛИВАНЬ ПОДВІЙНОГО МАЯТНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО ВІБРОПОГЛИНАЧА

Подвійний маятник можна розглядати як спрощену модель зчеплених твердих тіл і він знаходить широке застосування в техніці. Як математичний, так і фізичний інтерес до цієї моделі виникає через її рух. Хоча цей рух описується досить простою системою звичайних диференціальних рівнянь, маятник демонструє динамічну поведінку, яка може бути складною та непередбачуваною. Зокрема, рух подвійного маятника має здатність до биття і сильно чутливий до початкових збурень. Ці збурення можуть спровокувати збільшення амплітуди коливань другої ланки і, як наслідок, перехід від регулярного режиму до хаотичного. Стабілізація коливань подвійного маятника є важливим завданням в контексті керування динамічними системами. Якщо точка підвісу маятника рухається, то виникає складніша ситуація, що пов'язана з врахуванням слідкуючої сили [1]. Особливої уваги заслуговують також і резонансні випадки [2, 3]. Умови стабілізації руху можуть бути отримані за допомогою різних методів, наприклад за допомогою побудови функцій Ляпунова [4].

Для стабілізації малих вільних коливань збуреної системи у даній роботі використовується демпфуючий пристрій пасивного типу. Розглядається подвійний маятник з розподіленою масою, який має фіксовану точку і знаходиться в полі тяжіння.

Рівняння руху механічної системи можуть бути описані наступною системою диференціальних рівнянь:

$$A \ddot{q} + B \dot{q} + Cq = F(t, \dot{q}, q) \dot{q}_1 + N(t, \dot{q}, q), \quad (1)$$

де квадратні матриці A, C порядку $m+n$ і $F(t, \dot{q}, q)$ порядку m є симетричними, квадратна матриця B є косиметричною, $q = (q_1, q_2)^T$, тобто вектор q ділиться на підвектори q_1, q_2 з порядками m, n відповідно. Позначення «Т» означає транспозицію, вектор $N(t, \dot{q}, q)$ представляє набір довільних нелінійних термів. Залежність від t є періодичною або квазіперіодичною.

У даній роботі показано, що приєднання динамічного поглинача коливань до подвійного маятника стабілізує його рівновагу та забезпечує експоненціальну стабільність. Для цього застосовується спеціальна проста процедура перевірки умов стабілізації. Також у роботі обговорюються деякі аспекти оптимальної конфігурації абсорбера.

Перелік посилань

1. Volodymyr Puzyrov, Jan Awrejcewicz, Nataliya Losyeva and Nina Savchenko. On the stability of the equilibrium of the double pendulum with follower force: Some new results. *Journal of Sound and Vibration*, 523, Elsevier, 2022. P. 116699. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2021.116699>

2. Awrejcewicz Jan, Cheaib Akram, Losyeva Nataliya, Puzyrov Volodymyr. Responses of a two degrees-of-freedom system with uncertain parameters in the vicinity of resonance 1:1 // *Nonlinear Dynamics-2020*, 101, pages 85–106. doi.org/10.1007/s11071-020-05710-7

3. Leonardo Acho Zuppa, Jan Awrejcewicz, Nataliya Losyeva, Volodymyr Puzyrov, Nina Savchenko. Energy Harvesting for System of Coupled Oscillators Under External Excitation in the Vicinity of Resonance 1:1 // *Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*. – 2020. – Volume 15. – pp. 121005-1 – 121005-9.

4. Volodymyr Puzyrov, Nataliya Losyeva, Nina Savchenko, Oksana Nikolaieva, Olga Chashechnikova. Lyapunov Function-Based Approach to Estimate Attractors for a Dynamical System with the Polynomial Right Side. *Advanced Manufacturing Processes IV*. Springer, 2022. pp 482–494. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_46