

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ БАГАТОПРИВОДНОЮ СИСТЕМОЮ КАРКАСНОЇ УСТАНОВКИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Ревенко С.В., аспірант, Тоуфак Е.Р., аспірант, Лебеденко Ю.О., к.т.н., доцент

Херсонський національний технічний університет

Abstract. This article describes and disassembles the frame installation of parallel construction. Formulas for mechanics and movement of this device are given. By means of dependencies the positions of the center of the platform are determined, the angle of deviation of the normal from the vertical axis. Relations of the coordinates of the structure were also described. Dynamics equations for multi-drive systems were analyzed. A system of differential equations describing the motion of a manipulator obtained using Lagrange equations was obtained. The presented methods allow to optimize the work of multi-drive installation, to increase the speed and to minimize the dynamic errors in the development of software movements.

Ключові слова: БАГАТОПРИВІДНА СИСТЕМА, ДИНАМІКА, КАРКАСНА КОНСТРУКЦІЯ, КІНЕМАТИКА, ОПТИМІЗАЦІЯ, РІВНЯННЯ ЛАГРАНЖА.

У сучасному технологічному виробництві набули поширення механізми паралельної структури, які володіють різноманітним спектром можливостей. Такі установки застосовуються в багатьох галузях промисловості. Розглянемо динаміку такого механізму на прикладі каркасної установки паралельної структури, яка розроблена і сконструйована в Херсонському національному технічному університеті [1].

Кінематична схема симетричної каркасної конструкції з двома направляючими стрижнями показана на рис. 1.

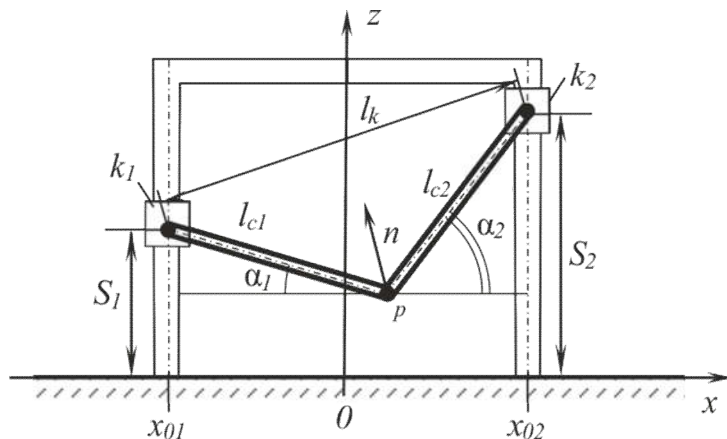


Рисунок 1 – Кінематична схема каркасної конструкції

Рух платформи з робочим інструментом визначається рухом окремих вузлів у вертикальній площині уздовж напрямних штанг, яке забезпечується роботою окремих двигунів багатoprиводної системи.

Геометричні розміри елементів установки задаються на стадії проектування: l_{c1} , l_{c2} – довжини стрижнів (балкових елементів) c_1 , c_2 площадки p , на якій встановлюється робочий інструмент із зосередженою масою m . Кути між віссю x та балковими елементами c_1 та c_2 дорівнюють α_1 та α_2 відповідно. Відомими вважаються відстань між опорами $d = -x_{01} = x_{02}$, а також початкові положення S_1 і S_2 кареток k_1 і k_2 .

За допомогою залежностей можна визначити положення центру майданчика, кут відхилення нормалі від вертикальної осі, а також зв'язки координат конструкції. Граничні можливості переміщення робочого органу можна оцінити на основі розв'язання прямої задачі кінематики, а для знаходження діапазонів зміни параметрів роботи окремих приводів (граничних швидкостей і прискорень) необхідно вирішувати зворотну задачу кінематики.

При цьому виникає задача синтезу алгоритмів оптимального керування приводами кареток установки, що забезпечують мінімальне відхилення руху робочого органу від заданої траєкторії при обмеженні за часом переміщення.

Систему диференціальних рівнянь, що описують рух маніпулятора, отриманих за допомогою рівнянь Лагранжа [2] з невизначеними множниками, можна записати в наступному вигляді

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{x}_1 = \dot{x}_2, \\ \dot{x}_2 = \frac{F_1}{m} \cdot \sin^2 \alpha_1 + \frac{F_2}{m} \cdot \sin^2 \alpha_2, \\ \dot{x}_3 = \dot{x}_4, \\ \dot{x}_4 = \frac{F_1}{m} \cdot \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 + \frac{F_2}{m} \cdot \sin^2 \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2. \end{array} \right. , \quad (1)$$

де введені позначення, $x_1 = x_2$; $x_3 = z$; F_1, F_2 – зусилля в ланках маніпулятора. У пропонованій роботі ставиться задача визначення функцій $x_{2S-1}(t)$, $S = 1, 2$

переводять схват з початкового положення в кінцевий за час T , мінімізуючи функціонал:

$$J = \frac{1}{2} \int_0^T [\dot{x}_2^2 + \dot{x}_4^2] dt \rightarrow \min . \quad (2)$$

Шукані функції повинні відповідати таким граничним умовам:
 $x_{2S-1}(0) = x_{2S-1,0}$ і $x_{2S-1}(E) = x_{2S-1,T}$.

Синтезовані в результаті розв'язання поставленої задачі оптимального керування алгоритми керування приводами кареток дозволяють оптимізувати роботу багатоприводної системи каркасної установки паралельної конструкції, забезпечити узгоджений рух окремих приводів ланок, підвищити швидкодію та мінімізувати динамічні помилки при відпрацюванні програмних рухів.

Література

1. Рудакова Г.В. Розробка спеціалізованого програмного забезпечення для проектування каркасних установок з механізмами паралельної структури / Г.В. Рудакова, С.А. Русанов, С.В. Ревенко // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2017. – № 4. – С. 181-187.
2. Дьяшкін-Титов В.В. Задача оптимального управління перемещением схвата манипулятора-трипода [Текст] / В.В. Дьяшкін-Титов, В.Е. Павловский // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса - № 4 (36), 2014, – С. 1 – 6.

References

1. Rudakova G.V. Development of specialized software for the design of frame installations with mechanisms of parallel structure / G.V. Rudakova, S.A. Rusanov, S.V. Revenko // Bulletin of the Kherson National Technical University. - 2017. - № 4. - pp. 181-187.
2. Dyashkin-Titov VV The problem of optimal control of the movement of the grip of the manipulator-tripod [Text] / V.V. Dyashkin-Titov, V.E. Pavlovsky // Proceedings of the Lower Volga agro-university complex - No. 4 (36), 2014, - pp. 1 - 6.