

Дослідження впливу конструктивних параметрів механізму паралельної структури на функціональні можливості верстата з паралельною кінематикою

В статті досліджується вплив конструктивних параметрів механізму паралельної структури на функціональні можливості верстата з паралельною кінематикою.

верстат, гексапод, механізм паралельної структури, ВПК, верстат з паралельною кінематикою

Одним з напрямків автоматизації гнучких виробничих систем є створення технологічного обладнання з паралельною кінематикою типу "гексапод". Таке обладнання може використовуватись не тільки у верстатобудуванні, а і в інших галузях народного господарства (робототехніка, автомобільна та сільськогосподарська техніка тощо).

Принципово важливим при створенні верстатів з паралельною кінематикою є визначення найбільш доцільних конструктивних параметрів гексаподів з точки зору виконання верстатом його функціонального призначення.

Дослідження цих залежностей наведено поетапно у відповідності до здійснюваних ними рухів. Типовими технологічними рухами верстатів є лінійні переміщення їх виконавчих органів.

При обробці різних деталей такі переміщення забезпечують рухи подачі (наприклад, при точінні, свердлінні, фрезеруванні та ін.), установчі переміщення ріжучих інструментів та деталей для забезпечення необхідного їх розміщення і т.п. Найбільш важливими в цьому плані слід вважати можливості переміщень рухомої платформи верстата з паралельною кінематикою по осі симетрії його конструкції та перпендикулярно до цієї осі.

Визначення таких можливостей гексапода виконуємо по розрахунковій схемі (рис. 1) та показнику переміщень по лінії:

$$K_{nl} = \frac{l}{L}.$$

На наведеній схемі показані слідуєчі позначення:

a, b – відповідно розмір (діаметр) нерухомої та рухомої платформ;

L – максимальна довжина штанг;

l_1 – поточна чи мінімальна довжина штанг;

l – величина переміщення рухомої платформи в напрямку осі симетрії гексапода;

H, h – відповідно максимальна та поточна (чи мінімальна) висота гексапода;

β, γ – кути нахилу штанг;

У відповідності до наведеної схеми максимальна висота гексаподу буде:

$$H^2 + \left(\frac{a-b}{2} \right)^2 = L^2$$

Звідки

$$H = \sqrt{L^2 - \left(\frac{a-b}{2} \right)^2}.$$

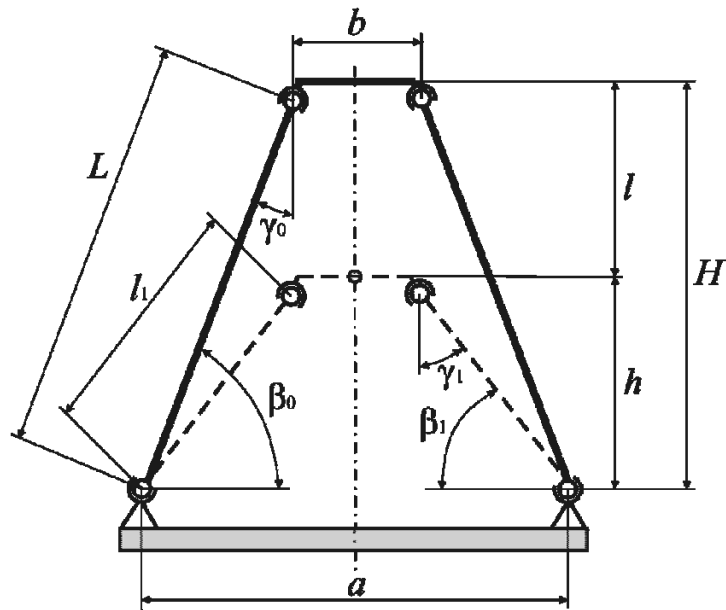


Рисунок 1 – Розрахункова схема гексапода

Введемо позначення:

– відношення розмірів платформ: $n = \frac{b}{a}$;

– відношення розміру нерухомої платформи до довжини штанг: $m = \frac{a}{L}$.

Згідно цих позначень висота гексапода буде:

$$H = \sqrt{L^2 - \left(\frac{1-n}{2}\right)^2 a^2} = L \sqrt{1 - m^2 \left(\frac{1-n}{2}\right)^2}$$

Поточна чи мінімальна висота гексапода визначається подібно

$$h = \sqrt{l_1^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2}.$$

Введемо додаткове позначення відношення переміщень штанг: $i = \frac{l_1}{L}$.

Тоді,

$$h = L \sqrt{i^2 - m^2 \left(\frac{1-n}{2}\right)^2}.$$

Із наведених формул визначаємо величину переміщення платформи

$$l = H - h = L \left(\sqrt{1 - m^2 \left(\frac{1-n}{2}\right)^2} - \sqrt{i^2 - m^2 \left(\frac{1-n}{2}\right)^2} \right).$$

В наведених формулах позначимо складову $m \left(\frac{1-n}{2}\right) = c$, яку слід вважати основною конструктивною характеристикою гексапода, так як вона залежить від співвідношення основних його параметрів.

За умови цього позначення рух платформи буде

$$l = L \left(\sqrt{1 - c^2} - \sqrt{i^2 - c^2} \right).$$

Таким чином, вказана величина переміщень залежить від довжини штанг (L), величини відносного їх руху (i) та конструктивно-геометричних параметрів гексапода (c).

На основі наведеної формули побудовані графіки (рис. 2-4), які ілюструють вплив відзначених параметрів на показник переміщення гексапода по лінії його симетрії.

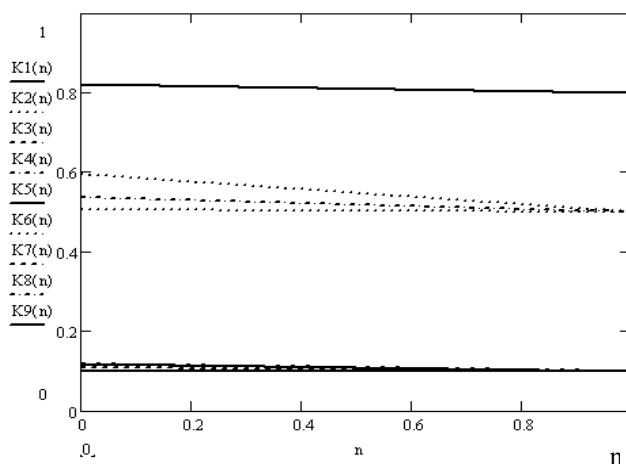


Рисунок 2 – Графік впливу відношення розмірів платформ на відносну величину переміщення $K_{пл}$

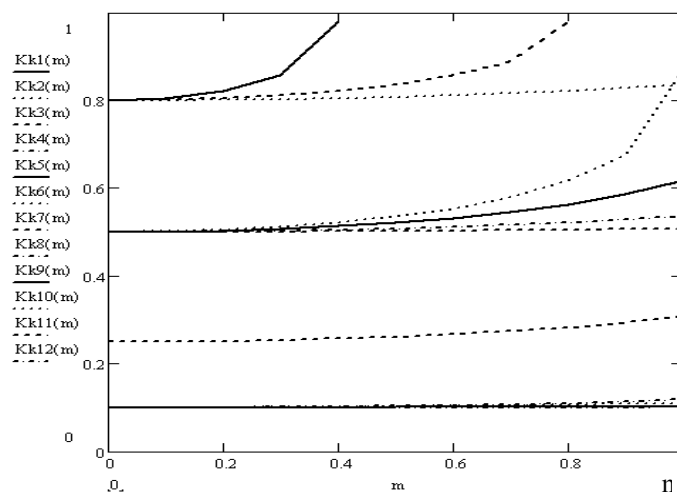


Рисунок 3 – Графік впливу відношення розміру нерухомої платформи до довжини штанг на відносну величину переміщення $K_{пл}$

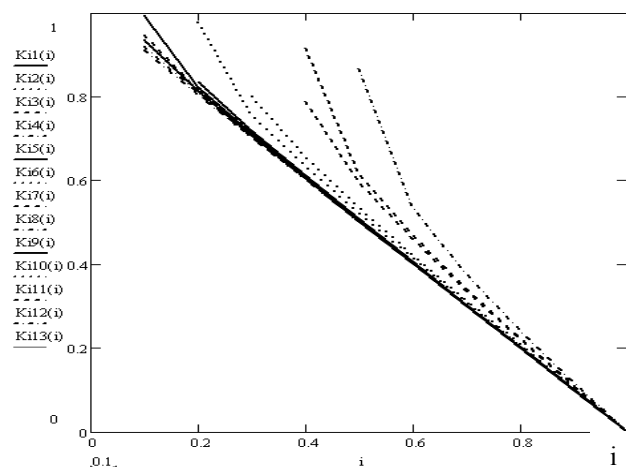


Рисунок 4 – Графік впливу відносної величини руху штанг на відносну величину переміщення $K_{пл}$

З наведених графіків слідує, що найбільший вплив на величину переміщення платформи здійснюється за рахунок зміни довжини (руху) штанг (рис. 4), що

визначається показником i . Тобто, чим більше переміщення та коротшою стає довжина штанг (l_1), а відповідно, меншим стає показник i .

Вплив конструктивних параметрів (відношення $n=b/a$) на функціональні можливості (рис. 2), вказує на доцільність зменшення розміру рухомої платформи, особливо при значному переміщенні штанг. Вплив відношення $m=a/L$ (рис. 3) дещо збільшує свій вплив на величину $K_{пл}$ в межах зростання від 0,5 до 1.

Список літератури

1. Павленко И.И. Основные показатели двигательных возможностей роботов. / Вестник машиностроения. – 1986. – №4. – С. 9-11.
2. Павленко И.И. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.
3. Павленко И.И., Валявський І.А. Рухові характеристики верстатів з паралельною кінематикою. / Збірник наукових праць КНТУ / Техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, КНТУ, 2008. – №21. – С. 304-310.
4. Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Валявський І.А., Склярів Р.А. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ. Під ред. Ю.М. Кузнецова. – Кіровоград, 2004. – 449 с.

В статье рассматривается влияние конструктивных параметров механизма параллельной структуры на функциональные возможности станка с параллельной кинематикой.

Influence of structural parameters of parallel structure mechanism on hexapod functional possibilities in the article.