

Д.В. Вахніченко, асп., І.І. Павленко, проф., д-р техн. наук.
Кіровоградський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ РУХОМОЇ ПЛАТФОРМИ ПІД КУТОМ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РУХІВ

В статті досліджується вплив конструктивних параметрів механізмів з паралельною кінематикою на функціональні їх можливості.

верстат, гексапод, МПК, ВПК, верстат з паралельною кінематикою

При проектуванні верстатів з паралельною кінематикою (ВПК) важливо визначити найбільш раціональні конструктивні параметри його основних елементів. Головний критерій при цьому, це умова ефективного функціонування верстата, тобто здійснення ним необхідних технологічних рухів, які реалізуються відповідним переміщенням та орієнтацією виконавчого органу [2,3].

В даних дослідженнях розглядається верстат-гексапод, в якому зміна положення рухомої платформи на кут досягається її відхиленням з максимально втягнутого вихідного положення.

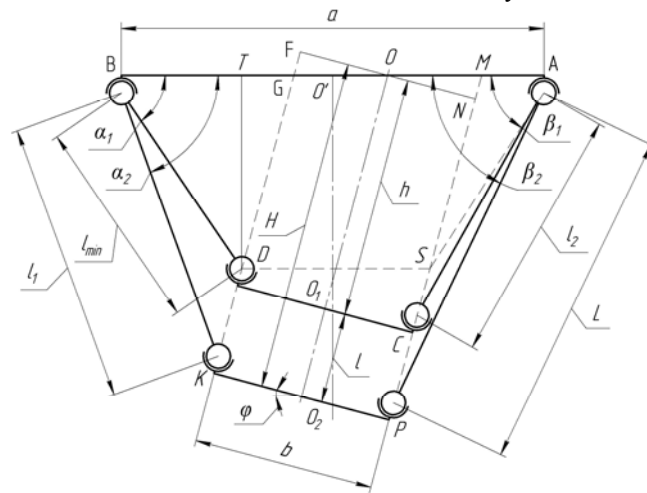


Рис. 1 – Розрахункова схема гексапода

де a, b - відповідно розмір (діаметр) нерухомої та рухомої платформ; L - максимальна довжина штанги; $l_{\min}$ - мінімальна довжина штанги; l_i - поточна довжина штанги; l - величина переміщення рухомої платформи; h - мінімальне положення рухомої платформи гексапода ($h = OO_1$); H - максимальне положення рухомої платформи гексапода ($H = OO_2$); α_1, β_1 - кути нахилу штанг при мінімальному зміщенні рухомої платформи від нерухомої; α_2, β_2 - кути нахилу штанг при максимальному зміщенні рухомої платформи від нерухомої; φ - кут нахилу рухомої платформи.

За розрахунковою схемою (рис.1) визначається величина переміщення платформи по руху її центру і позначається O_1O_2 . Переміщення l змінюється від нульового максимально втягнутого положення до максимально видовженого положення гексаподу.

Одним з типовими технологічних рухів ВПК є лінійні переміщення їх виконавчих органів, тому для оцінки технологічних можливостей визначаємо показник переміщень по лінії:

$$K_{пл} = \frac{l}{L}. \quad (1)$$

У відповідності до схеми визначаємо мінімальне вихідне положення гексаподу:

$$h = OO_1 = DF = DG + GF. \quad (2)$$

Звідси:

$$h = \frac{\sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2}}{\cos \varphi} + \frac{b}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi = \frac{2\sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2} + b \sin \varphi}{2 \cos \varphi}. \quad (3)$$

Визначаємо величину зміщення точки перетину вісей рухомої та нерухомої платформ OO' :

$$OO' = O'A - OM - AM. \quad (4)$$

Тоді

$$OO' = \frac{b(1 - \cos \varphi) + 2 \sin \varphi \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2}}{2 \cos \varphi}. \quad (5)$$

Визначаємо максимальне видовжине положення гексаподу:

$$H = OO_2 = NP = MP - MN. \quad (6)$$

Підставивши визначені значення отримуємо рівняння:

$$H = \frac{1}{2} \left[\frac{(a+b) \cos \varphi - 2b - 2 \sin \varphi \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2}}{\cos \varphi} \cos(90 + \varphi) + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \sqrt{4L^2 - \left((a+b) \cos \varphi - 2b - 2 \sin \varphi \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2} \right)^2} - \frac{b}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi \right]. \quad (7)$$

Величина переміщення платформи l буде:

$$l = H - h = \frac{1}{2} \left[\sqrt{4L^2 - \left((a+b) \cos \varphi - 2b - 2 \sin \varphi \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2} \right)^2} - \right. \\ \left. - 2 \cos \varphi \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2} - (a+b) \sin \varphi \right]. \quad (8)$$

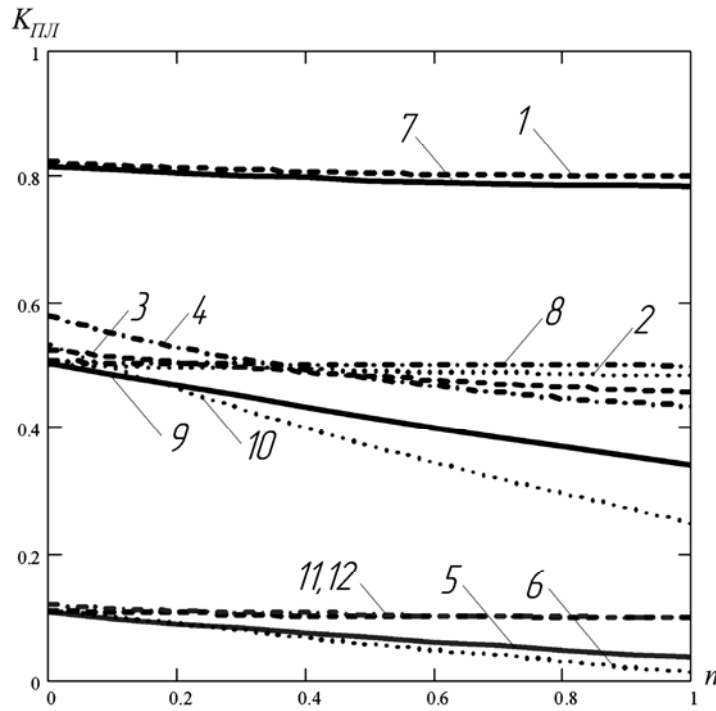
Вводимо додаткові позначення:

- відношення розмірів платформ: $n = \frac{b}{a}$.
- відношення розміру нерухомої платформи до максимальної довжини штанг: $m = \frac{a}{L}$.
- відношення переміщення короткої (лівої) штанги до максимальної (в даному випадку - правої) довжини штанг: $i = \frac{l_{\min}}{L}$.

За умови цих позначень переміщення платформи гексапода визначається:

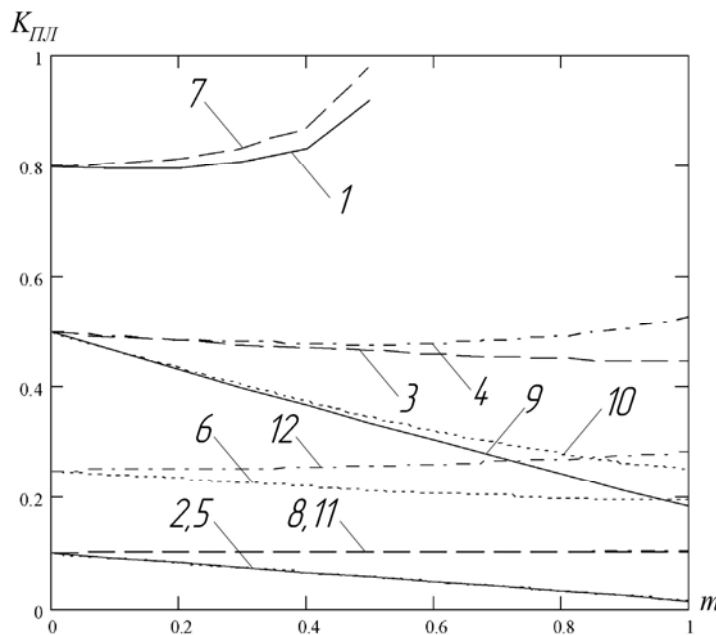
$$l = \frac{L}{2} \left[\sqrt{4 - \left(m(1+n) \cos \varphi - 2mn - 2 \sin \varphi \sqrt{i^2 - \left(\frac{m(1-n)}{2}\right)^2} \right)^2} - \right. \\ \left. - 2 \cos \varphi \sqrt{i^2 - \left(\frac{m(1-n)}{2}\right)^2} - m(1+n) \sin \varphi \right]. \quad (9)$$

Розглянемо вплив основних геометричних параметрів на рухові можливості гексаподу, а саме на показник переміщення по лінії $K_{пл}$ і визначимо її залежність від довжини штанг (L), величини відносного її руху (i) та конструктивно-геометричних параметрів гексаподу (m, n). Результати цих досліджень наведені на Рис.2...Рис.5.



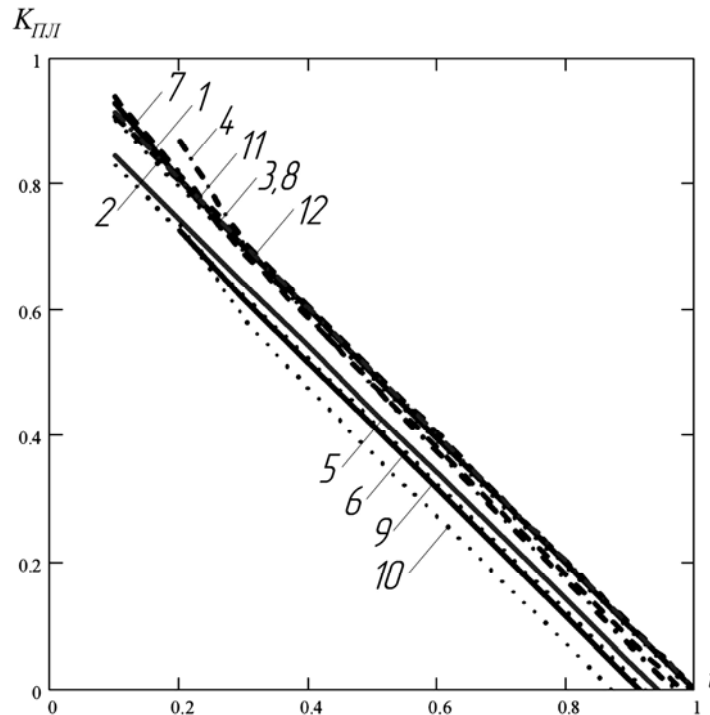
1. $m=0,2; i=0,2; \varphi=5^\circ$; 2. $m=0,2; i=0,5; \varphi=5^\circ$; 3. $m=0,5; i=0,5; \varphi=5^\circ$;
 4. $m=0,75; i=0,5; \varphi=5^\circ$; 5. $m=0,75; i=0,9; \varphi=5^\circ$; 6. $m=1,0; i=0,9; \varphi=5^\circ$;
 7. $m=0,2; i=0,2; \varphi=0^\circ$; 8. $m=0,2; i=0,5; \varphi=0^\circ$; 9. $m=0,5; i=0,5; \varphi=20^\circ$;
 10. $m=0,75; i=0,5; \varphi=20^\circ$; 11. $m=0,75; i=0,9; \varphi=0^\circ$; 12. $m=1,0; i=0,9; \varphi=0^\circ$.

Рис. 2 – Графік впливу відношення розмірів платформ на відносну величину переміщення K_{III}



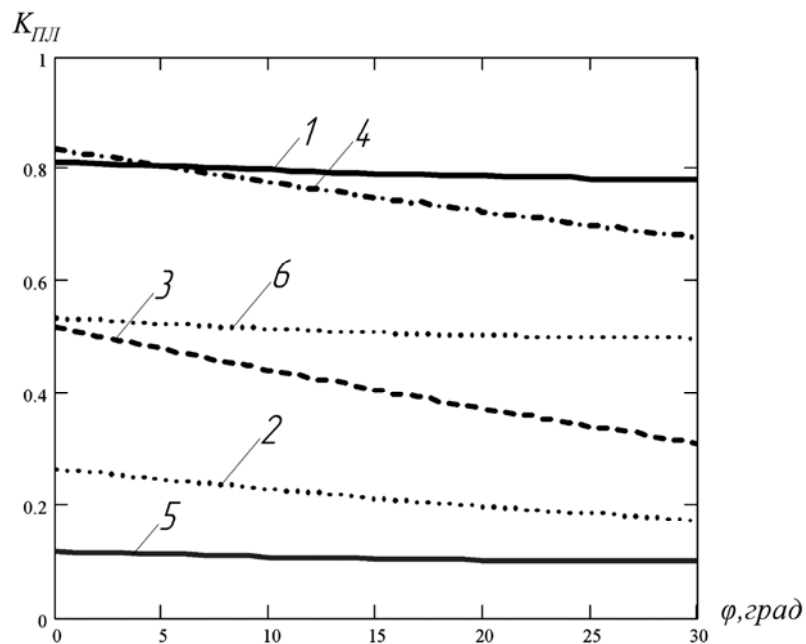
1. $n=0,2; i=0,2; \varphi=5^\circ$; 2. $n=0,5; i=0,9; \varphi=5^\circ$; 3. $n=0,5; i=0,5; \varphi=5^\circ$;
 4. $n=0,2; i=0,5; \varphi=5^\circ$; 5. $n=0,75; i=0,9; \varphi=5^\circ$; 6. $n=0,2; i=0,75; \varphi=5^\circ$;
 7. $n=0,2; i=0,2; \varphi=0^\circ$; 8. $n=0,5; i=0,9; \varphi=0^\circ$; 9. $n=0,5; i=0,5; \varphi=20^\circ$;
 10. $n=0,2; i=0,5; \varphi=20^\circ$; 11. $n=0,75; i=0,9; \varphi=0^\circ$; 12. $n=0,2; i=0,75; \varphi=0^\circ$.

Рис. 3 – Графік впливу відношення розміру нерухомої платформи до довжини штанг на відносну величину переміщення K_{III} .



1. $m=0,2; n=0,2; \varphi=5^\circ$; 2. $m=0,75; n=0,2; \varphi=5^\circ$; 3. $m=0,75; n=0,5; \varphi=5^\circ$;
 4. $m=0,5; n=0,5; \varphi=5^\circ$; 5. $m=1,0; n=0; \varphi=5^\circ$; 6. $m=0,5; n=0; \varphi=5^\circ$;
 7. $m=0,2; n=0,2; \varphi=0^\circ$; 8. $m=0,75; n=0,2; \varphi=0^\circ$; 9. $m=0,75; n=0,5; \varphi=20^\circ$;
 10. $m=0,5; n=0,5; \varphi=20^\circ$; 11. $m=1,0; n=0; \varphi=0^\circ$; 12. $m=0,5; n=0; \varphi=0^\circ$.

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



1. $m=0,2; n=0,2; i=0,2$; 2. $m=0,75; n=0,2; i=0,75$; 3. $m=0,75; n=0,5; i=0,5$;
 4. $m=0,5; n=0,5; i=0,2$; 5. $m=1,0; n=0; i=0,9$; 6. $m=0,5; n=0; i=0,5$.

Рис. 5 – Графік впливу кута під яким рухається платформа на відносну величину переміщення $K_{пл}$.

Проаналізувавши отримані залежності, можна зробити наступні висновки:

- З графіка впливу відношення платформ на величину переміщення по лінії (рис.2) видно, що доцільно зменшити розмір рухомої платформи до $n \leq 0,4$;
- З графіка впливу відношення нерухомої платформи до довжини штанг на величину переміщення по лінії (рис.3) можна зробити висновок, що вплив m на $K_{пл}$ при різних

співвідношеннях має змінний характер, так зростання показника m та зменшення показника n збільшують величину переміщення по лінії, а зростання показника m і кута нахилу платформи φ навпаки, зменшують його значення;

3. З графіка впливу відносної величини руху штанг на величину переміщення по лінії (рис.4) видно, що чим більше переміщення штанг i , тим більше переміщення рухомої платформи;
4. Вплив кута під яким рухається платформа на величину переміщення по лінії (рис.5) показує, що чим більше кут нахилу платформи φ , тим менша величина її переміщення $K_{пл}$, особливо при умові зростання крім кута і показника n .

Список літератури:

1. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.
2. Павленко І.І., Валявський І.А. Рухові характеристики верстатів з паралельною кінематикою. / Павленко І.І., Валявський І.А. – Кіровоград:КНТУ, 2008. – С.304-310. - (Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація; вип. 21).
3. Павленко І.І., Вахніченко Д.В., Годунко М.О. Аналіз впливу конструктивних параметрів МПК на рух платформи під кутом. / Павленко І.І., Вахніченко Д.В., Годунко М.О. – Кіровоград:КНТУ, 2011. – С.279-283. - (Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація; вип. 24. ч.1).

І.Павленко, Д.Вахніченко

Исследование перемещения подвижной платформы под углом при совершение технологических движений.

В статье рассматривается влияние конструктивных параметров механизмов с параллельной кинематикой на функциональные их возможности.

I.Pavlenko, D. Vakhnichenko

Research of moving of mobile platform under a corner at feasibility of technological motions.

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