

УДК 621.9.06

**Д.В. Вахніченко, аспір.
І.І. Павленко, проф., д.т.н.**

Кіровоградський національний технічний університет

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ
РУХОМОЇ ПЛАТФОРМИ ПІД КУТОМ
ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РУХІВ**

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

Вступ. Постановка проблеми. 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].

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

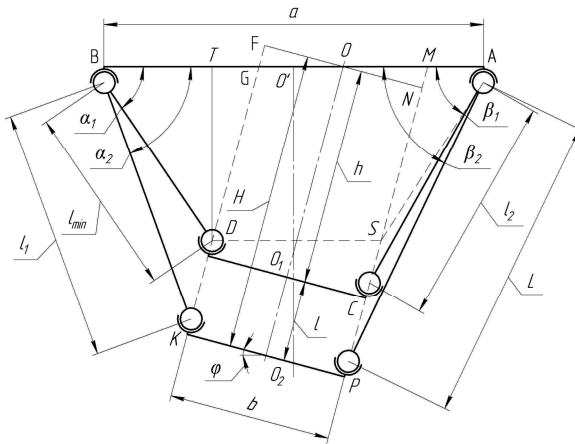


Рис. 1. Розрахункова схема гексапода

На рисунку 1: 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 видовжене положення гексаподу:

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

Підставивши визначені значення отримуємо рівняння:

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

Величина переміщення платформи l буде:

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

Вводимо додаткові позначення:

- відношення розмірів платформи: $n = \frac{b}{a}$.
- 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:

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

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 рисунках 2–5.

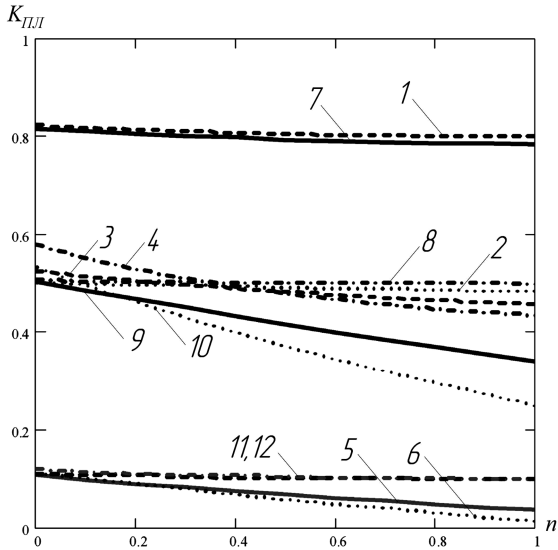
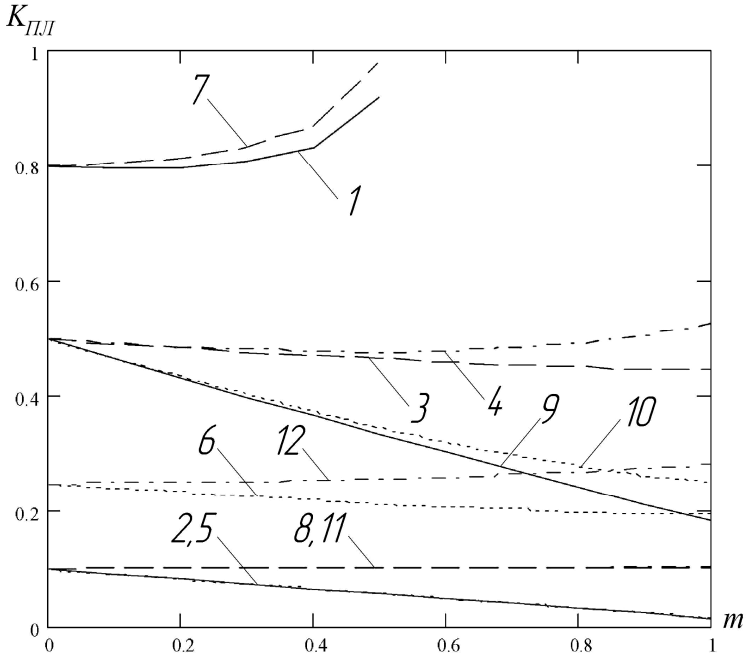


Рис. 2. Графік впливу відношення розмірів платформ на відносну величину переміщення $K_{ПЛ}$

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. 3. Графік впливу відношення розміру
нерухомої платформи до довжини штанг на відносну
величину переміщення K_{PPL} .*

- 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. $n=0,2; i=0,75; \varphi =0^\circ$

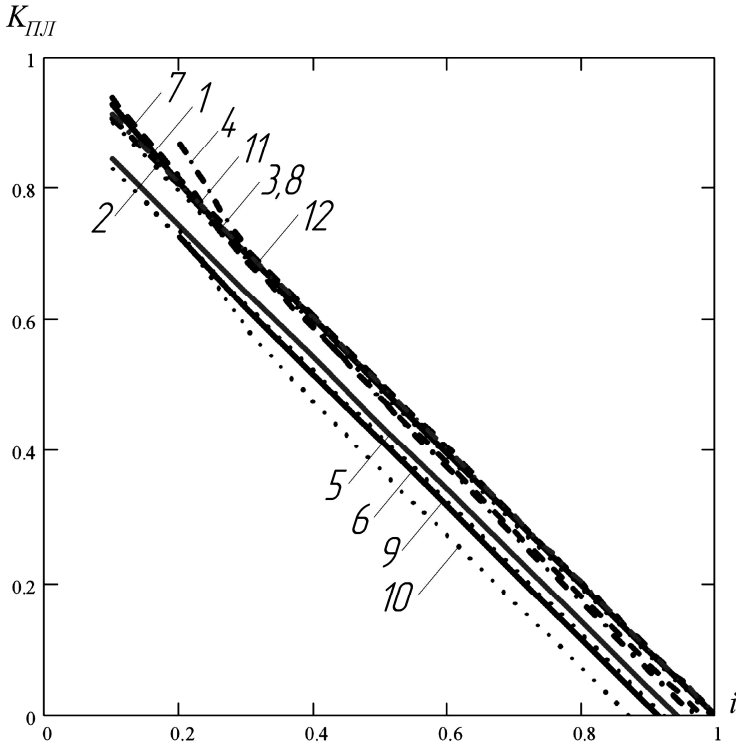


Рис. 4. Графік впливу відносної величини руху штанг на відносну величину переміщення $K_{ПД}$.

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. $m=0,5; n=0; \varphi = 0^\circ$

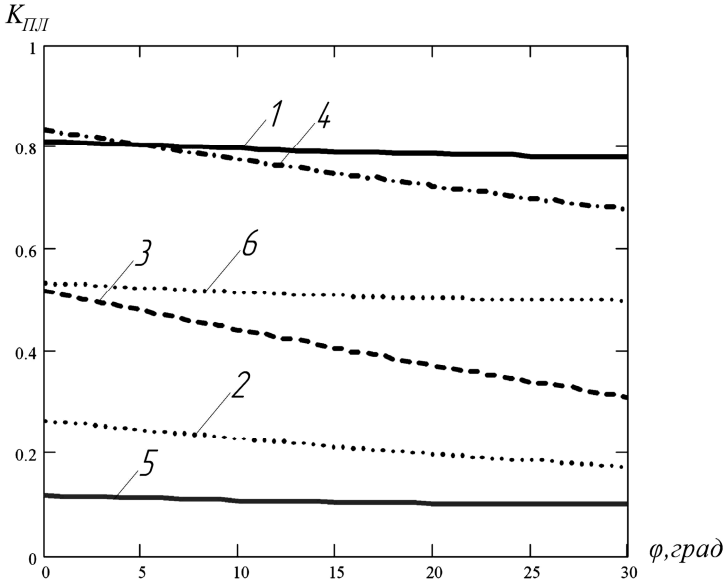


Рис. 5. Графік впливу кута під яким рухається платформа на відносну величину переміщення $K_{ПДЛ}$.

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. $m=0,5;n=0;i=0,5$

Проаналізувавши отримані залежності, можна зробити наступні висновки:

1. З графіка впливу відношення платформ на величину переміщення по лінії (рис. 2) видно, що доцільно зменшити розмір рухомої платформи до $n \leq 0,4$.

2. З графіка впливу відношення нерухомої платформи до довжини штанг на величину переміщення по лінії (рис. 3) можна зробити висновок, що вплив m на $K_{ПДЛ}$ 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 на нахилу платформи φ , тим менша величина її переміщення $K_{пл}$, особливо при умові зростання крім кута і показника n .

ЛІТЕРАТУРА:

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.* // Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип. 21. – Кіровоград : КНТУ, 2008. – С. 304–310.
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.* // Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип. 24. – Ч. 1. – Кіровоград : КНТУ, 2011. – С. 279–283.

ВАХНІЧЕНКО Дмитро Володимирович – аспірант Кіровоградського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– механізми з паралельною кінематикою.

ПАВЛЕНКО Іван Іванович – доктор технічних наук, професор Кіровоградського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– верстати з паралельною кінематикою.

Подано 26.05.2011

