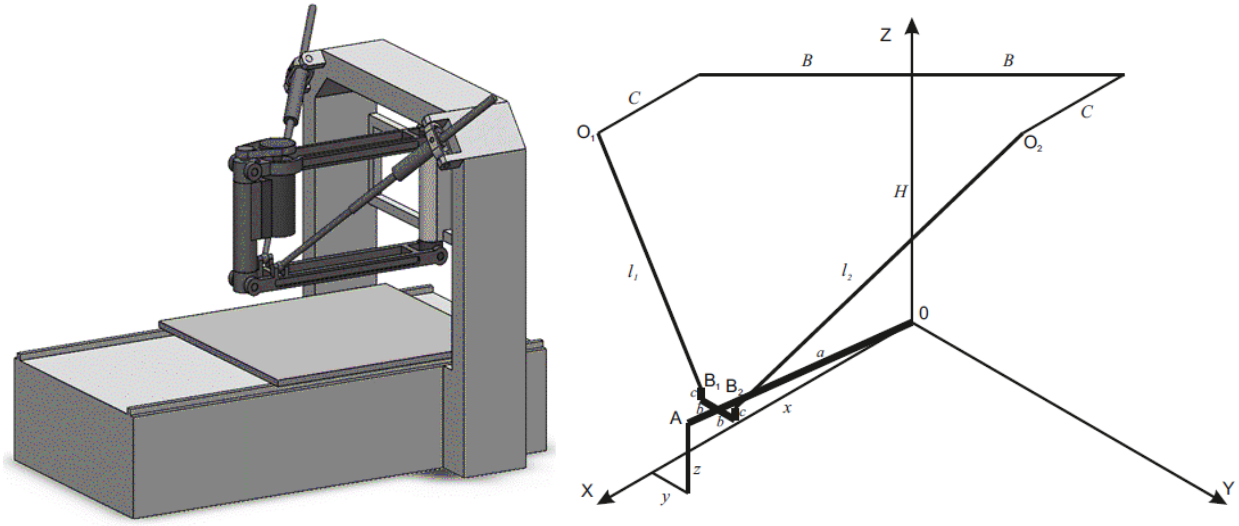
УДК 62-231:621.9.04

Кириченко А.М., докт. техн. наук, професор
Амірсеідов М.Е., аспірант
Центральноукраїнський національний технічний університет, kyrychenkoam@kntu.kr.ua

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЕРСТАТА З ДВОХКООРДИНАТНИМ МЕХАНІЗМОМ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

Верстат з двохкоординатним механізмом паралельної структури (ДМПС), який має конструкцію згідно [1], характеризується конструктивною простотою і не має обмежень на довжину робочої зони. Кінематичні залежності верстата з ДМПС проаналізовано у [2]. Оскільки механізмам паралельної структури властива нелінійна залежність між швидкостями і переміщеннями приводів та робочого органа, яка змінюється в межах робочого простору і залежить від геометрії механізму, вибір раціональних конструктивних параметрів верстата з ДМПС за критеріями передачі швидкостей є актуальною задачею.

Кінематичні залежності ДМПС (рис. 1, а) визначаються згідно розрахункової схеми (рис. 1, б).



а) б)

Рис. 1 – Конструкція а) і розрахункова схема б) верстата з ДМПС [2]

За відомими координатами робочого органу Y, Z та геометричними параметрами механізму L, B, C, H, a, b, c, які задають розміри ланок постійної довжини та координати розміщення шарнірів, довжину ланок l_1 , l_2 та положення столу l_3 можна визначити згідно [2] таким чином:

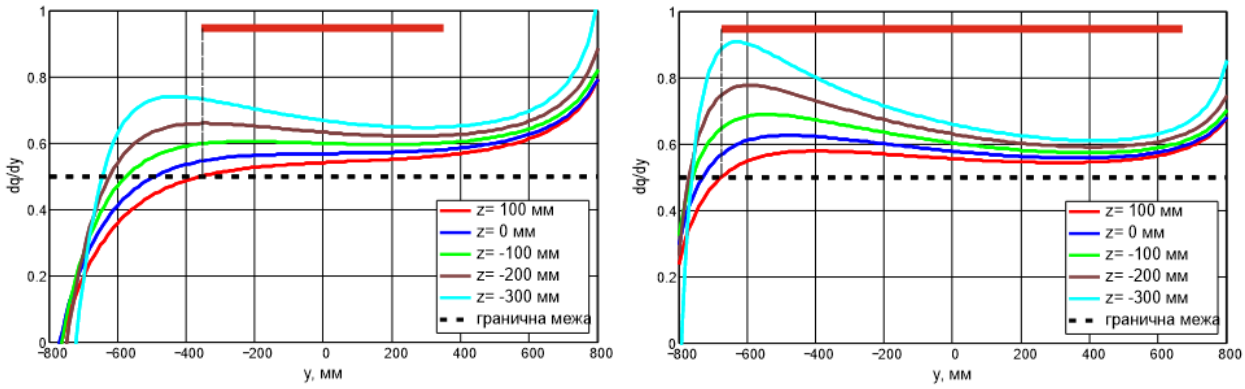
$$l_1 = \begin{vmatrix} C - a\cos\theta\cos\psi - b\sin\theta - c\cos\theta\sin\psi \\ -B - a\sin\theta\cos\psi + b\cos\theta - c\sin\theta\sin\psi \\ H + a\sin\psi - c\cos\psi \\ 0 \end{vmatrix}, \quad (1)$$

$$l_2 = \begin{vmatrix} C - a\cos\theta\cos\psi + b\sin\theta - c\cos\theta\sin\psi \\ B - a\sin\theta\cos\psi - b\cos\theta - c\sin\theta\sin\psi \\ H + a\sin\psi - c\cos\psi \\ 0 \end{vmatrix}. \quad (2)$$

$$l_3 = L\cos\theta\cos\psi - x\ . \qquad (3)$$

Габарити робочої зони верстата з механізмом паралельної структури визначаються багатьма факторами, до яких входять точність і просторова жорсткість [3]. Більшість факторів можна опосередковано звести до миттєвого відношення швидкостей переміщення приводів та робочого органу dq/dy. Для підвищення точності верстата та ефективного використання приводів подачі необхідно, щоб це співвідношення лежало в межах від 0,5 до 2 та не зазнавало значних змін в межах робочої зони.

Для визначення можливої робочої зони проаналізовано залежності відношення швидкостей dq/dy від координати Y робочого органу при різній координаті Z робочого органу. Встановлено, що відношення швидкостей dq/dy змінюється незначно в межах певного діапазону координати Y, але на краях цього діапазону відбувається його стрімке зменшення, і він стає меншим за гранично встановлену межу 0,5 (рис. 3, а). Таким чином, за початкової геометрії ДМПС робоча зона обмежується на відстані 400-500 мм від площини симетрії ДМПС, що відповідає 800-1000 мм по ширині столу. Також з графіків видно, що зміна координати Z впливає на коефіцієнт передачі, і найбільш доцільно встановити робочу зону по Z в межах від 0 до –300 мм.



а) б)

Рис. 2 – Вплив координати Z на передачу швидкостей та величина робочої зони верстата з ДМПС для а) початкових, б) раціональних параметрів

Запропоновано раціональні співвідношення геометричних параметрів верстата з ДМПС, для яких побудовано залежності відношення швидкостей dq/dy від координати робочого органу Y (рис. 3, б), де умова 0,5 < dq/dy < 2 забезпечується у діапазоні координати Y до ±750 мм та Z від -300 мм до 100 мм. Таким чином, за рахунок раціонального вибору конструктивних параметрів та співвідношень вдалося розширити робочу зону верстата з ДМПС по координаті Y в 1,5…1,8 разів. Необхідні подальші дослідження з визначення раціональних конструктивних параметрів за критеріями передачі сил та забезпечення характеристик просторової жорсткості робочого органу у робочому просторі верстата з ДМПС.

Список посилань

1. Пат. № 35361 Україна. МПК B23B 41/00. Верстат / А. М. Кириченко, Ю. В. Лєбєдєв, С. М. Заїка, Л. В. Ленченко. – № u200805562 ; заявл. 29.04.2008 ; опубл. 10.09.2008, Бюл. № 17.

3. Кириченко А. М. Аналіз кінематики верстата з двохкоординатним механізмом паралельної структури «біпод» / А. М. Кириченко, Л. В. Ленченко, А. М. Заїка // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – Тернопіль : ТДТУ, 2008. – № 2. – С. 74-81.

4. Кириченко А. М. Просторова жорсткість верстата з двохкоординатним механізмом паралельної структури / А. М. Кириченко, М. Е. Амірсеідов // матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф. (17-19 вересня 2024 р., м. Херсон, м. Хмельницький). – Херсон : Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2024. – С. 217-218.