

УДК 62-231:621.9.04

Кропивний О.О., аспірант,
Кириченко А.М., докт. техн. наук, професор,
Гречка А.І., канд. техн. наук, доцент,

Центральноукраїнський національний технічний університет, kyrychenkoam@kntu.kr.ua

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ЖОРСТКОСТІ ВЕРСТАТА З МЕХАНІЗМОМ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ «БІПОД»

Верстат з механізмом паралельної структури «біпод» [1] має відносно просту конструкцію і може використовуватися для обробки виробів великої довжини з легких сплавів та неметалевих матеріалів, оскільки дозволяє отримати робочу зону необмеженої довжини. Теоретичне визначення та дослідження просторової жорсткості механізму паралельної структури «біпод» має ключове значення для раціонального проектування та вдосконалення конструкції верстата на його основі.

Для визначення матриці просторової жорсткості верстата з механізмом «біпод» (рис 1, а) можна скористатися методом синтезу [2], згідно з яким матриця жорсткості визначається як сума матриць жорсткості його ланок $K = \sum_{i=1}^n K_i$, причому для ланки з поступальною жорсткістю $K_i = k_{\text{пi}} \mathbf{N}_i \mathbf{N}_i^T$, а для ланки з крутильною жорсткістю $K_i = k_{\text{кi}} \mathbf{N}_{\text{кi}} \mathbf{N}_{\text{кi}}^T$, де $k_{\text{пi}}$ та $k_{\text{кi}}$ – коефіцієнти поступальної та крутильної жорсткості ланок, \mathbf{N}_i – вектор 6х1

плюкерових координат ланки, $\mathbf{N}_{\text{кi}} = \begin{bmatrix} 0 \\ \mathbf{n}_{\text{кi}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{n}_{\text{кi}}$ – одиничний вектор i -ї ланки.

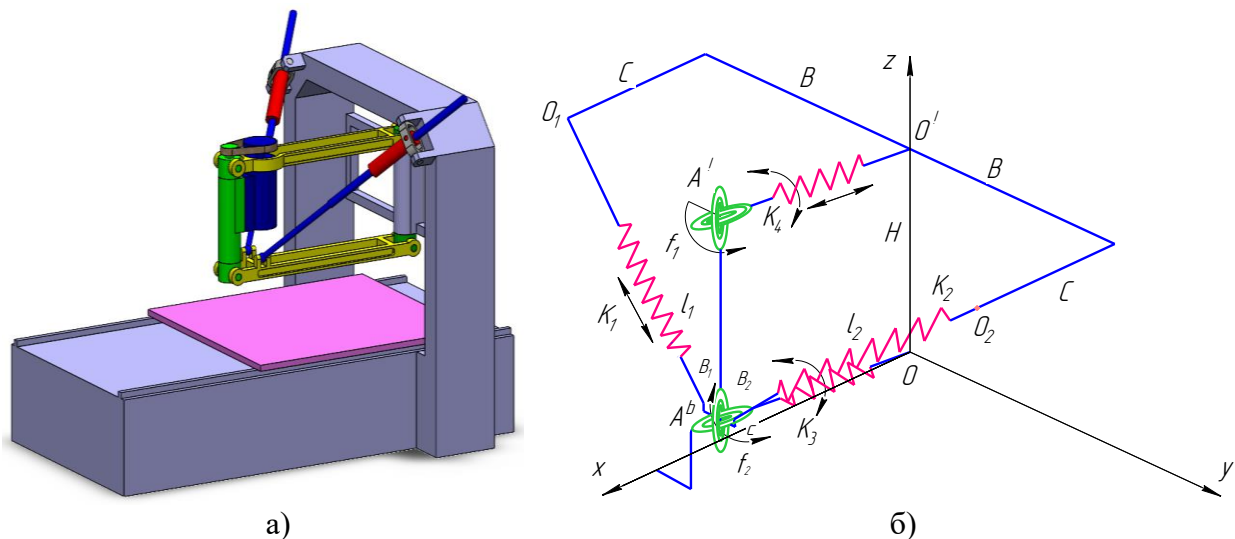


Рис. 1 – Компонівка верстата з механізмом «біпод» а) і розрахункова схема жорсткості б)

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 1, б) та кінематичних залежностей [3] визначено нормальні вектори осей ланок, вектори 6х1 плюкерових координат ланок та розраховано матриці жорсткості ланок верстата з врахуванням коефіцієнтів поступальної та крутильної жорсткості ланок, що дозволило отримати загальну матрицю просторової жорсткості механізму у вигляді

$$K = \begin{pmatrix} 163,762 & 11,254 & -15,743 & -7,121 & 92,326 & 0,615 \\ 11,254 & 32,528 & 1,684 & -3,38 & 5,534 & 33,329 \\ -15,743 & 1,684 & 21,15 & 5,41 & -14,418 & 1,888 \\ -7,121 & -3,38 & 5,41 & 6,64 & -6,151 & -2,705 \\ 92,326 & 5,534 & -14,418 & -6,151 & 86,112 & 0,019 \\ 0,615 & 33,329 & 1,888 & -2,705 & 0,019 & 35,027 \end{pmatrix} \cdot 10^6.$$

Результати розрахунку просторової жорсткості дозволили побудувати графічні залежності (рис. 2) жорсткості від координати Y розміщення робочого органа вздовж поперечної осі верстата, а також встановити розподіл жорсткості у напрямках координатних осей у робочій зоні верстата (рис. 3).

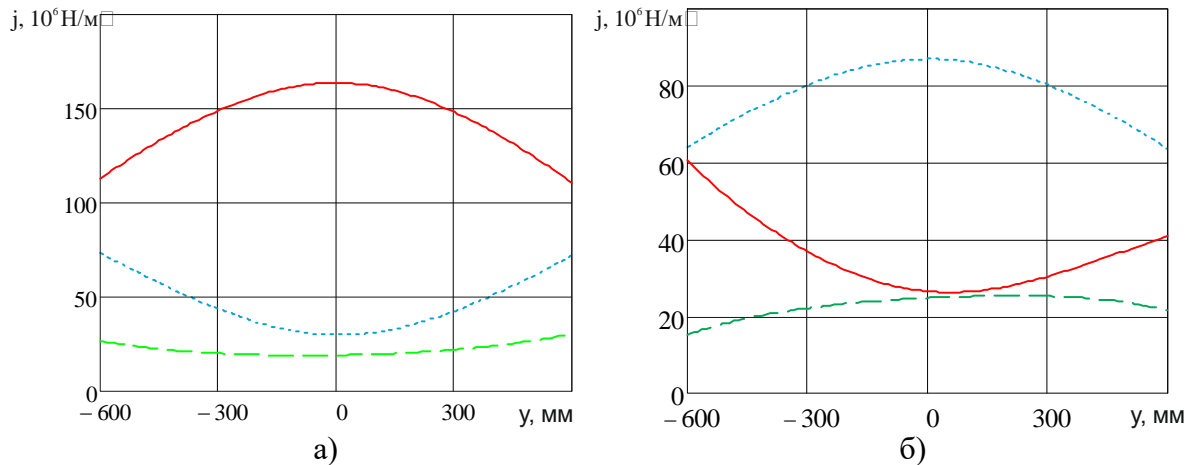


Рис. 2 – Залежності поступальної а) і крутильної б) жорсткості від координати Y

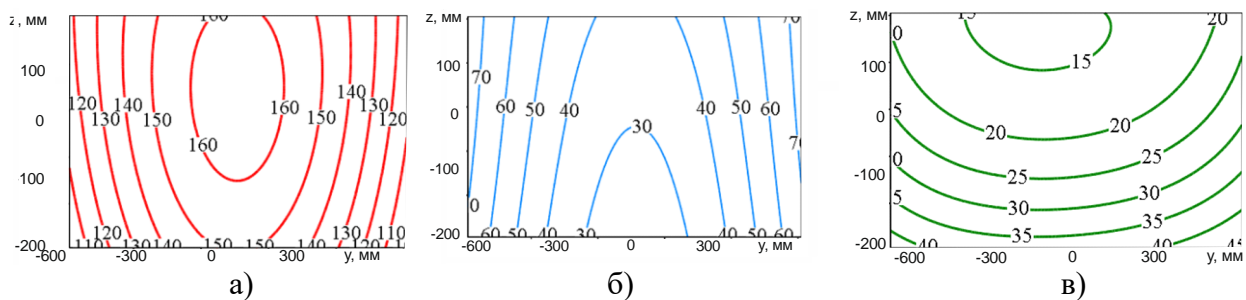


Рис. 3 – Розподіл жорсткості у напрямках координатних осей X а), Y б), Z в) у робочій зоні верстата

Аналіз показаних графічних залежностей дозволяє зробити висновок, що жорсткість у напрямку осі X максимальна і в 2-3 рази перевищує жорсткість у напрямках осей Y та Z. Проведене дослідження дозволило визначити зони з максимальною та мінімальною жорсткістю, окреслити напрямки подальших досліджень жорсткості та сформулювати рекомендації з підвищення жорсткості верстата.

Список посилань

1. Пат. № 35361 Україна. МПК В23В 41/00. Верстат / А. М. Кириченко, Ю. В. Лебедев, С. М. Заїка, Л. В. Ленченко. – № u200805562 ; заявл. 29.04.2008 ; опубл. 10.09.2008, Бюл. № 17.
2. Кириченко А. М. Матриця жорсткості просторових механізмів паралельної структури з пружними ланками / А. М. Кириченко // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – Вип. 40, ч. I. – С. 256-262.
3. Кириченко А. М. Аналіз кінематики верстата з двокоординатним 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.