

УДК 686.12.056

© А. І. Іванко, к.т.н, доцент, С. Л. Панов, к.т.н, доцент,  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

## КОМБІНОВАНИЙ ПРИВОД ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБРІЗУВАННЯ КНИЖКОВО-ЖУРНАЛЬНИХ БЛОКІВ

Проведено кінематичний аналіз комбінованого приводу  
приспосовування для обрізки книжкових блоків.

**Ключові слова:** привод; дисковий ніж; куліса; повзун;  
кривошип; модуль; траєкторія.

### Постановка проблеми

Технічні швидкості потокового виробництва книжкових та журнальних блоків можна збільшити за рахунок удосконалення безупинних процесів обрізування [1–3]. Використання машинного технологічного процесу зрізування корінця книжкового блока визначеними частинами зменшує технологічні навантаження на виконавчі механізми приводу. Оптимальний вибір траєкторії руху різальних інструментів створює передумови для збільшення швидкісних характеристик потокових ліній.

Так для необхідної ділянки матеріалу  $\Delta S$ , що буде зрізуватися, слід вибрати свою траєкторію руху ножа. Використання криволінійної геометрії ножа мінімізує складові сили різання, тому в більшості випадків, дискові різальні інструменти використовують у безупинних пристроях для обрізування книжково-журнальних блоків [4, 5].

У пристроях, де обрізування блока відбувається з двох боків, кожен ніж повинен мати окремий привод. Такий привод реалізує

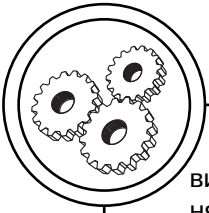
почергове переміщення кожного ножа. Як варіант, куліса є однією з гілок водила, тому на двох інших гілках кріпляться двигуни з ножами.

Дискові ножі, що мають індивідуальний привод здійснюють складний рух «біжучої» точки лева. Однак динамічні характеристики пристрою через відносну надмірну вагу виконавчих елементів не дозволяють працювати зі швидкостями більше 1 м/с.

### Аналіз попередніх досліджень

У пристрої, що розглядається, різальний модуль забезпечує обертання ряду дискових ножів за круговою траєкторією з визначеною швидкістю [6–8]. Такий пристрій може обрізувати корінець книжкового блока як попутно, так і зустрічно.

Обрана траєкторія руху дискових ножів дозволяє зменшити вертикальну, горизонтальну та лобову сили різання. Для кривошипно-повзунного приводу за заданих геометричних параметрів можна визначити довжину ножетримача як  $L_{\text{ш}}$ . Також необхідно



вибрати такі параметри: зміщення повзуна відносно осі  $x$ ; хід повзуна  $S_n$  та радіус кривошипа  $r$ .

Оскільки кількість дискових ножів на ножедержачі та їх геометричні розміри змінюються, загальна довжина  $L_{\text{ш}}$  приймається для конкретного випадку ходу повзуна:

$$S_n = \sqrt{(\sqrt{x^2 + (y_i + 0,5 \cdot S_n)^2 - r^2} + (r)^2 - x^2 - y_i}$$

Протягом одного кінематичного циклу привода відбувається «робочий» та «холостий» хід ножедержача. При цьому слід врахувати поточний кут повороту кривошипа  $\varphi_i$ , співвідношення геометричних параметрів та кут встановлення

$$\text{ножів } v_i = \arcsin\left(\frac{\sin\varphi_i - \lambda_2}{\lambda_1}\right).$$
 Під

час використання постійних геометричних параметрів  $x$ ,  $y$  та  $S_n$  спостерігається пропорційне збільшення кута атаки  $v_i$  разом із зростанням радіуса  $r$ .

**Мета роботи**

Проведення попереднього кінематичного аналізу пристрою для обрізування книжково-журнальних блоків, що має комбінований кривошипно-повзунний привід.

**Результати проведених досліджень**

Пристрій для обрізування книжково-журнальних блоків складається з інструментального вузла та привода для його переміщення [1]. Інструментальний вузол містить ножедержач, на якому закріплено ряд дискових ножів та комбінований кривошипно-повзунний його привід.

Пристрій складається з транспортера 1 із зафіксованим у ньому книжковим блоком 2. Комбінований кривошипно-повзунний привід включає: кривошип 3; шатун 4; повзуни 5 та 7; ножедержач 6; дискові різальні інструменти 8 та напрямну 9.

Кривошип 3, обертаючись навколо осі А шарнірним з'єднанням за допомогою шатуна 4 та повзуна 5 переміщує ножедержач 6 з дисковими різальними інструментами 8. Кут встановлення ножедержача  $b$  буде залежати від положення опорної ланки EQ та її кута  $a$  (рис. 1).

Скомплектований книжковий блок подається в зону обрізування корінця транспортером зі швидкістю  $V_B$  в напрямку до інструментального вузла та диско-

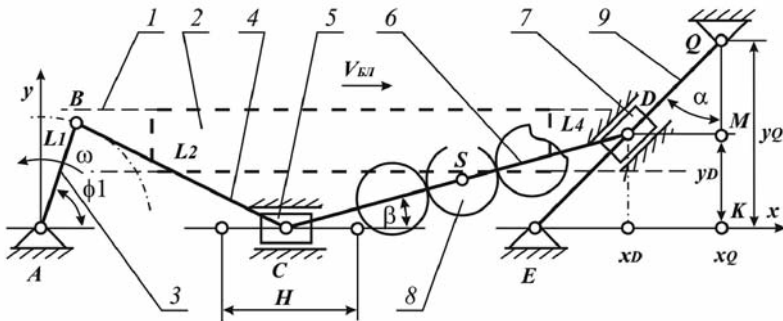
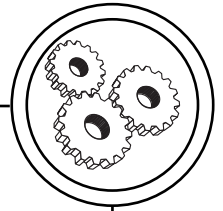


Рис. 1. Комбінований кривошипно-повзунний привід дискових ножів



вих ножів. Обрізування корінця відбувається поступово під час декількох циклів руху ножів.

У нашому випадку відносні розміри комбінованого кривошипно-повзунного механізму:  $l_2 = l_2 \cdot l_1$ ;  $e = l_e \cdot l_1 = 0$ . Відомо, що для практичного розрахунку можна з достатньою точністю розрахувати цей механізм [9].

Відповідно, якщо ексцентриситет механізму рівний нулю (умова, коли  $e = 0$ ), тоді:

$$x_c \equiv l_1 \cdot \begin{pmatrix} \lambda_2 + \cos\phi_1 - \frac{1}{2 \cdot \lambda_2} \\ -\sin^2\phi_1 - \frac{1}{8 \cdot \lambda_2^3} \cdot \sin\phi_1 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Знаходимо швидкість:

$$\frac{V_c}{\omega_1} \approx l_1 \cdot \begin{pmatrix} -\sin\phi_1 - \frac{1}{\lambda_2} \\ \sin\phi_1 \cdot \cos\phi_1 - \frac{1}{2 \cdot \lambda_2^3} \cdot \sin^3\phi_1 \\ \cos\phi_1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Відповідно:

$$\frac{V_c}{\omega_1} \approx -l_1 \cdot \begin{pmatrix} \sin\phi_1 + \frac{1}{2 \cdot \lambda_2} \\ -\sin 2\phi_1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

А також прискорення:

$$\frac{a_c}{\omega_1^2} = l_1 \cdot \begin{pmatrix} -\cos\phi_1 + \frac{1}{\lambda_2} (1 - 2\cos^2\phi_1) + \\ + \frac{1}{\lambda_2^3} \cdot \sin^2\phi_1 \left( \frac{1}{2} - 2\cos^2\phi_1 \right) \end{pmatrix}. \quad (4)$$

У нашому випадку для

$$\frac{1}{\lambda_2} < 1; \lambda_2 = \frac{l_2}{l_1}; \quad \phi_1 = \frac{d\phi_1}{dt} = \text{const}.$$

Із приєднаною групою ланок 4 і 5 переходимо до удосконаленого механізму. Тому позначимо задані величини:  $l_4 = l_4 \cdot l_1$ ; кут  $\alpha = \text{const}$ ; координати  $x_Q$  та  $y_Q$ .

Вводимо позначки:  $\text{tga} = a$ ;

$$\frac{x_Q}{l_4} = \lambda_x; \quad \frac{y_Q}{l_4} = \lambda_y; \quad l_4 = l_4 \cdot l_1. \quad \text{Тоді}$$

кут  $\beta$  визначимо за допомогою виразу:

$$\begin{aligned} \cos\beta - a \cdot \sin\beta &= \\ &= \lambda_x - \lambda_y a - \frac{x_c}{l_4}. \end{aligned} \quad (5)$$

А координати точки D визначаються як:

$$\left. \begin{aligned} x_D &= x_c + l_4 \cdot \cos\beta; \\ y_D &= l_4 \cdot \sin\beta. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де

$$x_c = l_1 \cdot \begin{pmatrix} \lambda_2 + \cos\phi_1 - \frac{1}{2\lambda_2} \\ -\sin^2\phi_1 - \frac{1}{8\lambda_2^3} \sin\phi_1 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Вважаємо, що  $\lambda_2 = \frac{l_2}{l_1}$  —

константа. Координати точки S на ланці 6 (наприклад,  $l_s = 0,5l_4$ ) відповідно дорівнюють:

$$\left. \begin{aligned} x_s &= x_c + 0,5l_4 \cdot \cos\beta; \\ y_s &= 0,5l_4 \cdot \sin\beta. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

За викладеною методикою розрахунку відобразимо залежність

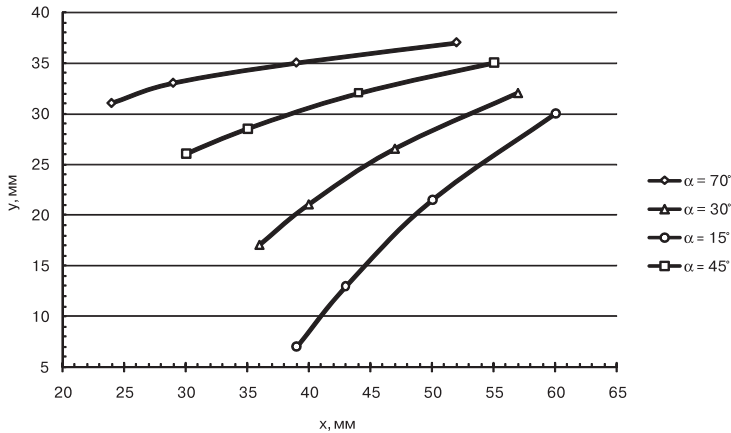
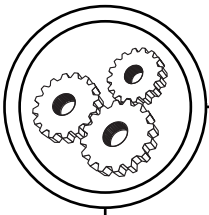


Рис. 2. Залежність координат точки S ножедержача CD від кута встановлення опорної ланки EQ

координат точки S ножедержача CD від кута встановлення опорної ланки EQ.

Як бачимо, на рисунку 2 спостерігається пропорційна зміна кожної кривої. Так при встановленні опорної планки EQ з кутом  $\alpha = 70^\circ$  спостерігаємо незначну зміну координати у в межах 6 мм. А найбільші значення координати у спостерігається для EQ з кутом  $\alpha = 45^\circ$  (тобто 23 мм). Координати точки S по осі x змінювались від 24 до 62 мм.

### Висновки

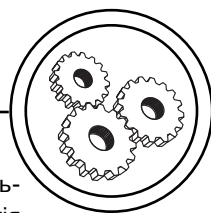
Проведений попередній геометричний аналіз механізму дозволяє перейти до визначення технологічних навантажень на його виконавчі вузли.

Введення в комбінованому кривошипно-повзунному механізмі додаткових ланок, шарнірно з'єднаних з ножедержачем, на якому послідовно закріплені ножі, дозволяє здійснити послідовно-поступове зрізування площини корінця книжкового блока. Крім того модернізований привод надає дисковим ножам програмовану траєкторію руху.

Вибір оптимальних кінематичних параметрів машинного технологічного процесу обрізування та траєкторії різки залежить від співвідношення частоти обертання приводного кривошипа та швидкості транспортування півфабрикату.

### Список використаної літератури

1. Пат. України на кор. мод. № 80303. В26D 1/00. Пристрій для безупинного обрізування аркушевого матеріалу в потокових лініях / А. І. Іванко, Р. В. Маржієвський. — Заявл. 12.11.2012; Опубл. 27.05.2013. — Бюл. № 10, 2013. — 4 с.
2. Іванко А. І. Пристрій для безупинного обрізування аркушевого матеріалу в потокових лініях / А. І. Іванко, Р. В. Маржієвський // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ». — 2012. — Вип. 3(37). — С. 109–113. — Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/32406>.



3. Іванко А. І. Ротаційне обрізування аркушевого матеріалу у вкладально-швейно-різальних агрегатах / А. І. Іванко, С. О. Семеняга // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ». — 2012. — Вип. 1(35). — С. 107–112. — Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/32751>.

4. Пат. 34851 Україна, МПК В 26 D 1/00. Пристрій для безвистійного обрізування книжково-журнальних блоків / А. І. Іванко, О. Я. Моргун, Т. О. Гуня. — Заявл. 18.03.2008; Опубл. 26.08.2008. — Бюл. № 16, 2008. — 4 с.

5. Іванко А. І. Пристрій для зрізування корінцевих фальців у книжкових блоках при незшивному клейовому скріпленні / А. І. Іванко, Д. С. Гриценко // Комп'ютерні технології друкарства. — Львів : УАД. — 2010. — № 24. — С. 167–176.

6. Пат. України № 94808. В26D1/01//В26D1/12. Пристрій для безупинного обрізування корінця книжкового блока і підготовки його до нанесення клею / А. І. Іванко. — Заявл. 10.11.2009; Опубл. 10.06.2011. — Бюл. № 11, 2011. — 4 с.

7. Іванко А. І. Обрізування книжково-журнальних блоків дисковими ножами, що мають кривошипно-повзунний привод / А. І. Іванко // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ». — 2010. — Вип. 2(28). — С. 66–70. — Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/56082>.

8. Іванко А. І. Структурний аналіз кривошипно-повзунного привода пристрою для обрізування книжкових блоків / А. І. Іванко, С. Л. Панов // Технологія і техніка друкарства. — Київ : НТУУ «КПІ». — 2014. — Вип. 3(45). — С. 76–81. — Режим доступу : <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/36480>.

9. Фролов К. В. Теорія механізмів і машин / К. В. Фролов, С. А. Попов, А. К. Мусатов і др.; Под ред. К. В. Фролова. — М. : Высш. шк., 1987. — 496 с.

## References

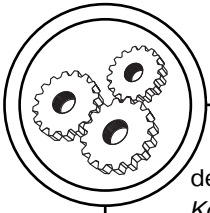
1. Ivanko, A. I. & Marzhiiivskyi, R. V. *Prystrii dlia bezupynnoho obrizuvannia arkushevoho materialu v potokovykh liniakh [A device for continuous cutting of the sheet material in the flow lines]* // Patent # 80303. В26D 1/00. Publish 27.05.2013 [in Ukrainian].

2. Ivanko, A. I. & Marzhiiivskyi, R. V. (2012). *Prystrii dlia bezupynnoho obrizuvannia arkushevoho materialu v potokovykh liniakh [A device for continuous cutting of the sheet material in the flow lines]*. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva – Technology and Technique of Typography*, 3(37), 109–113. Retrieved from <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/32406> [in Ukrainian].

3. Ivanko, A. I. & Semeniah, S. O. (2012). *Rotatsiine obrizuvannia arku-shevoho materialu u vkladalno-shveino-riзалnykh ahrehatakh [Rotary cropping of sheet material in signature collating and binding and trimming machines]*. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva – Technology and Technique of Typography*, 1(35), 107–112. Retrieved from <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/32751> [in Ukrainian].

4. Ivanko, A. I. & Morhun, O. Ia. & Hunia, T. O. *Prystrii dlia bezvystiinoho obri-zuvannia knyzhkovo-zhurnalnykh blokiv [A device for the hopeless cutting of book-magazine blocks]* // Patent 34851 Ukraine. В 26 D 1/00. Publish 26.08.2008 [in Ukrainian].

5. Ivanko, A. I. & Hrytsenko, D. S. (2010). *Prystrii dlia zrizuvannia korint-sevykh faltsiv u knyzhkovykh blokakh pry nezshyvnomu kleiovomu skriplenni [A*



device for cutting of creases in book blocks with adhesive binding]. *Journal of Komp'uterni tekhnolohii drakarstva — Computer technologies of printing*, 24, 167–176 [in Ukrainian].

6. Ivanko, A. I. *Prystrij dlia bezupynnoho obrizuvannia korintsia knyzhkovoho bloka i pidhotovky yoho do nanesennia kleiu* [Device for the continuous cutting of the back of the book block and preparing it for the application of glue] // Patent # 94808 Ukraine. B26D1/01//B26D1/12. Publish 10.06.2011 [in Ukrainian].

7. Ivanko, A. I. (2010). Obrizuvannia knyzhkovo-zhurnalnykh blokiv dyskovymy nozhamy, shcho maiut kryvoshypno-povzunnyi pryvod [Cropping of book magazine blocks with disk knives with crank and slider]. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drakarstva — Technology and Technique of Typography*, 2(28), 66–70. Retrieved from <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/56082> [in Ukrainian].

8. Ivanko, A. I. & Panov, S. L. (2014). Strukturnyi analiz kryvoshypno-povzunnoho pryvoda prystroiu dlia obrizuvannia knyzhkovykh blokiv [Structural analysis of a crank-slide drive of device for cutting book blocks]. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drakarstva — Technology and Technique of Typography*, 3(45), 76–81. Retrieved from <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/36480> [in Ukrainian].

9. Frolov, K. V. & Popov, S. A. & Musatov, A. K. & others (1987). *Teorija meh-anizmov i mashin* [The theory of mechanisms and machines]. Moscow: Vyssh. shk [in Russian].

### **Проведен кинематический анализ комбинированного привода приспособления для обрезки книжных блоков.**

**Ключевые слова:** привод; дисковый нож; кулиса; ползун; кривошип; модуль; траектория.

**In the article, the kinematic analysis of the combined drive device for trimming book blocks is conducted.**

**Keywords:** drive; disk knife; link; slider; crank; module; trajectory.

Рецензент — О. В. Зоренко, к.т.н.,  
доцент, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції 21.05.17