

УДК 686.12.056

**КУТ АТАКИ ЛЕЗА ЯК ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ЯКОСТІ ТА ТОЧНОСТІ  
ОБРІЗУВАННЯ КНИЖКОВО-ЖУРНАЛЬНИХ БЛОКІВ**

П.В. Топольницький, Ю.В. Ватуляк

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском 19, Львів, 79020, Україна*

*У статті наведені результати теоретичних досліджень зміни величини кута атаки залежно від конструкції різального інструмента, геометричних розмірів окремих лез та радіуса повороту книжково-журнальних блоків, що рухаються за коловою траєкторією, та їх вплив на силові та якісні показники процесу обрізування книжково-журнальних блоків.*

**Ключові слова:** *книжково-журнальні блоки, багатолезовий різальний інструмент, початковий кут встановлення, кут атаки, кут різання.*

**Постановка проблеми.** Проведений аналіз наукових публікацій засвідчив, що конструктивні особливості багатолезових різальних інструментів створюють передумови їх застосування для обрізування книжково-журнальних блоків в машинах карусельного типу. В спеціальній науково-технічній літературі відсутні аргументовані рекомендації щодо технологічного процесу обрізування книжково-журнальних блоків у карусельних машинах із використанням багатолезового різального інструмента. Оптимізація геометричних розмірів багатолезового різального інструмента, технологічних параметрів процесу обрізування є важливою при розробленні нового і модернізації існуючого устаткування.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Результати досліджень явищ, що відбуваються під час обрізування багатолезовим різальним інструментом книжково-журнальних блоків під час переміщення за коловою траєкторією, висвітлено в публікаціях [5, 6], у яких розглядається вплив взаємного розташування лез багатолезового різального інструмента на його розміри, зусилля різання та якість обрізування книжкових блоків. У наукових працях [1, 2, 3, 7] представлені теоретичні та експериментальні дослідження впливу геометричних параметрів різального інструмента і його положення стосовно книжково-журнального блока на кінематичні та силові параметри процесу різання. Аналіз літературних джерел показав потребу глибшого дослідження процесу обрізування книжково-журнальних блоків багатолезовим різальним інструментом з метою вироблення рекомендацій стосовно конструкції та геометричних розмірів різального інструмента.

**Мета статті** – на основі результатів теоретичних досліджень визначити доцільні (з огляду на силові показники, якість і точність обрізування) конструкцію та геометричні розміри багатолезового різального інструмента, радіус повороту книжково-журнальних блоків під час обрізування в машинах карусельного типу.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Проведені попередньо експериментальні дослідження [4], засвідчили, що геометричні розміри різального інструмента, зокрема кут загострення  $\alpha_3$ , суттєво впливають на енергоємність процесу обрізування. Явища, що виникають під час обрізування блоків, доцільно розглядати в двох площинах – в площині різання і в перпендикулярній до неї площині. При цьому кут атаки  $\beta$  (гострий кут між ріжучою крайкою леза ножа і вектором швидкості переміщення книжкового блока під час обрізування) знаходиться в площині різання, а кут загострення  $\alpha_3$  і кут різання  $\alpha_p$  (гострий кут між скошеною гранню ножа і площиною обрізу) у площині, перпендикулярній до площини різання. Під час обрізування, при переміщенні книжково-журнальних блоків за коловою траєкторією напрям їх лінійної швидкості змінюється стосовно різального інструмента, що призводить до зміни величини кута різання.

З метою аналітичного опису зміни вектора швидкості блока під час переміщення стосовно різального інструмента визначаємо поточне положення блока відносно лез різального інструмента в певний момент часу. На рисунку 1 представлено схему зміни положення книжково-журнального блока стосовно багатолезового різального інструмента під час обрізування (умовно зображені лише перше та останнє леза комплекту).

Траєкторію переміщення книжкового блока під час обрізування описуємо рівнянням в полярних координатах:

$$R = \rho(\varphi), \quad (1)$$

де  $\rho$  – радіус-вектор,  $\varphi$  – кут повороту блока (полярний кут),  $R$  – радіус повороту блока.

Координати довільної точки траєкторії блока в проекції на «декартові» координатні осі:

$$x = \rho(\varphi) \cdot \cos \varphi, \quad (2)$$

$$y = \rho(\varphi) \cdot \sin \varphi. \quad (3)$$

Оскільки похідна в точці дорівнює кутовому коефіцієнту дотичної в даній точці траєкторії книжкового блока диференціюємо обидва рівняння по  $\varphi$ :

$$\frac{dx}{d\varphi} = \rho'(\varphi) \cdot \cos \varphi - \rho(\varphi) \cdot \sin \varphi, \quad (4)$$

$$\frac{dy}{d\varphi} = \rho'(\varphi) \cdot \sin \varphi + \rho(\varphi) \cdot \cos \varphi. \quad (5)$$

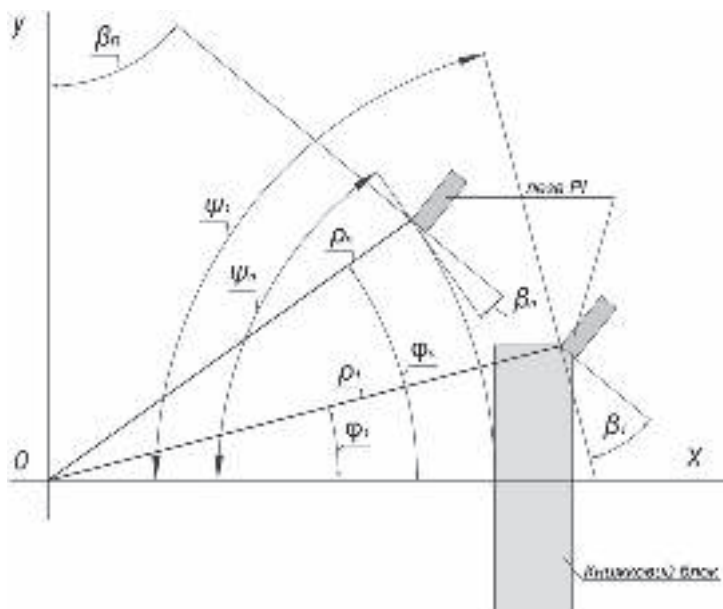


Рис. 1. Схема обрізування книжково-журнального блока багатолезовим різальним інструментом

Розділивши рівняння (5) на рівняння (4) отримуємо тангенсу кута  $\psi$  нахилу вектора лінійної швидкості до полярної осі:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\rho'(\varphi) \cdot \sin \varphi + \rho(\varphi) \cdot \cos \varphi}{\rho'(\varphi) \cdot \cos \varphi - \rho(\varphi) \cdot \sin \varphi} \equiv \operatorname{tg} \psi. \quad (6)$$

Радіус-вектор, що описує профіль багатолезового різального інструмента (по вершинах окремих лез) [5]:

$$\rho = R + \frac{\delta \cdot \varphi}{\gamma}, \quad (7)$$

Де  $\delta$  – глибина різання одного леза різального інструмента,  $\gamma$  – кут між вершинами сусідніх лез.

Підставивши (7) в (6) отримуємо рівняння, що визначає кут нахилу вектора швидкості книжкового блока в точці контакту книжкового блока з різальним інструментом.

$$\psi = \operatorname{arctg} \left[ \frac{\sin \varphi + (\gamma \cdot R + \delta \cdot \varphi) \cdot \cos \varphi}{\cos \varphi - (\gamma \cdot R + \delta \cdot \varphi) \cdot \sin \varphi} \right]. \quad (8)$$

Отримавши значення кута  $\psi$ , визначаємо кут атаки лез різального інструмента:

$$\beta = \beta_i + \psi - \frac{\pi}{2}, \quad (9)$$

де  $\beta_i$  – початковий кут встановлення леза (кут між віссю Y і ріжучою крайкою леза).

В результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень виявлено явище трансформації кута загострення леза [3]  $\alpha_3$ .

$$\alpha_\delta = \arctg \left( g \alpha_3 \cdot \cos \left( \arcsin \left( \frac{r \times \cos \beta_I}{r + \delta} \right) \right) \right), \quad (10)$$

де  $r$  – відстань від центра повороту блока до вершини леза,  $\alpha_3$  – кут загострення леза.

На рисунку 2 представлено результати теоретичних досліджень залежності кута атаки першого леза комплекту багатолезового різального інструмента від радіуса повороту книжково-журнального блока.

З огляду на практичний досвід проектування, виготовлення та експлуатації брошурувально-палітурного устаткування радіус повороту книжкових блоків під час їх обробки (радіус повороту транспортуючих засобів – каруселей, карткових транспортерів тощо), діапазон зміни величини радіуса повороту книжково-журнальних блоків під час обрізування у даному дослідженні обрано від 200 до 1000 мм, що обумовлено перш за все габаритами та металомісткістю устаткування.

Проведені теоретичні дослідження показали, що із збільшенням радіуса повороту книжкового блока під час обрізування багатолезовим різальним інструментом кут атаки першого леза комплекту багатолезового різального інструмента зростає, а його величина прямує до величини початкового кута встановлення лез. Інтенсивне зростання величини кута атаки спостерігається на проміжку зміни радіуса повороту блока від 200 мм до 400 мм. На проміжку зміни радіуса повороту блоків від 500 мм до 1000 мм кут атаки зростає плавно. Отже, з метою стабілізації кута атаки радіус повороту книжково-журнальних блоків під час обрізування доцільно приймати в межах 550 -750 мм. Подальше збільшення радіуса повороту книжково-журнальних блоків призводитиме до збільшення габаритів устаткування.

Проведені аналітичні дослідження процесу безвистійного обрізування книжкових блоків під час їх переміщення за коловою траєкторією показали, що кут атаки змінюється протягом циклу обрізування блока в значному діапазоні. На величину та діапазон зміни величини кута атаки впливають геометричні розміри книжково-журнальних блоків та радіус його повороту, геометричні розміри різального інструмента (глибина врізання, початковий кут встановлення лез різального інструмента, кутова відстань між вершинами сусідніх лез). Так, при обрізуванні книжкового блока висотою 210 мм і товщиною 10 мм під час переміщення за коловою траєкторією радіусом 400 мм та постійному початковому куті встановлення лез  $70^\circ$  і глибині врізання кожного лез в блок на глибину 0,5 мм кут атаки змінюється від  $66^\circ$  (в момент врізання першого леза інструмента в блок) до  $20^\circ$  (при врізанні останнього леза комплекту). Зменшення початкового кута встановлення лез БРІ призводить до зменшення кутів атаки як на початку, так і на завершальному етапі процесу обрізування. При початковому куті встановлення лез  $50^\circ$  кут атаки при врізанні першого леза комплекту становить  $46^\circ$ , а останнього леза різального інструмента –  $0^\circ$ . Дослі-

дження показали, що початковий кут встановлення лез багатолезового різального інструмента не повинен бути однаковим для усіх лез комплекту, але забезпечувати під час обрізування наближено однаковий кут атаки лез.

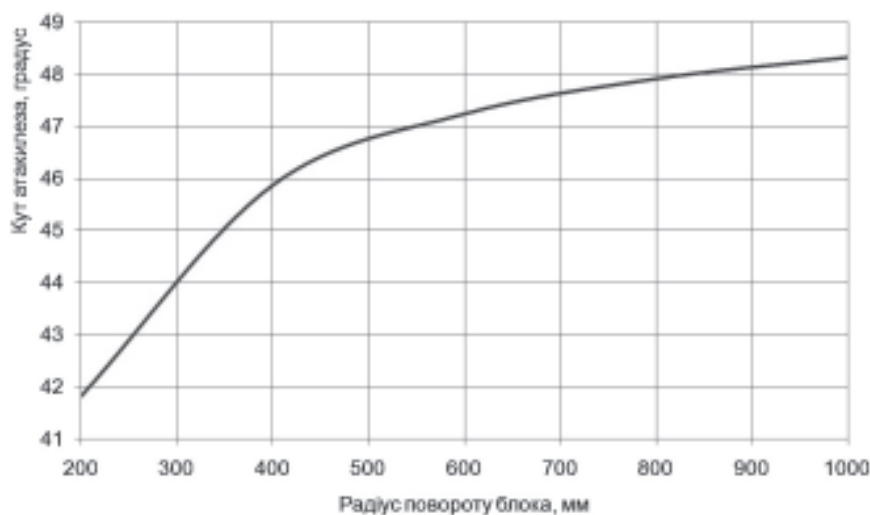


Рис. 2. Залежність кута атаки першого леза багатолезового різального інструмента від радіуса повороту книжково-журнального блока

**Висновки.** Конструкція багатолезового різального інструмента дозволяє змінювати кут встановлення окремих лез різального інструмента, що дає змогу нормалізувати кути атаки при врізанні, а також забезпечити рівномірний розподіл навантаження на усі леза комплекту багатолезового різального інструмента, що сприяє мінімізації сил різання і, як наслідок, забезпечує умови, необхідні для отримання якісного обрізування блоків.

### Література

1. Коломієць А.Б. Розробка технологічного процесу обрізування дискретно-дотичним способом книжково-журнальних блоків: дис. ... канд. техн. наук : 05.05.01 / Коломієць Андрій Борисович. – Л., 2002. – 178 с.
2. Книш О.Б. Розробка технології та засобів дискретно-дотичного способу підготовки корінця книжкового блока до нанесення клею при клейовому скріпленні дис. ... канд. техн. наук : 05.05.01 / Книш Олег Богданович. – Л., 2001. – 178 с.
3. Полюдов О. М. Безвистійне обрізування книжкових блоків віброножами з дуговою траєкторією руху / О. М. Полюдов, Ассад Бей Марван // Поліграфія і видавнича справа. Вип. 29 – Львів: УАД. 1994 – С. 18-22.
4. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. / Н. Е. Резник – Москва: «Машиностроение», 1975. – 311 с.
5. Топольницький П. В. Вплив взаємного розташування лез багатолезового різального інструмента на його розміри / П. В. Топольницький, Ю. В. Ватуляк // Комп'ютерні технології друкарства. Вип. 30 – Львів: УАД. 2013 – С. 187-190.
6. Топольницький П. В. Теоретичні дослідження силових параметрів процесу обрізування книжкових блоків під час переміщення за коловою траєкторією / П.

- В. Топольницький, Ю. В. Ватуляк // Комп'ютерні технології друкарства. Вип. 34 – Львів: УАД. 2015 – С. 187-190.
7. Топольницький П. В. Обрізування книжкових блоків під час транспортування. Різальний інструмент / Топольницький П. В.— Л. : Українська академія друкарства, 2009. — 190 с.

### References

1. Kolomyets' A.B. (2002). Rozrobka tekhnolohichnoho protsesu obrizuvannya dyskretno-dotychnym sposobom knyzhkovo-zhurnal'nykh blokiv: dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.05.01 / Kolomyets' Andriy Borysovych. – L.– 178 s. (in Ukrainian)
2. Knysh O.B. (2001). Rozrobka tekhnolohiyi ta zasobiv dyskretno-dotychnoho sposobu pidhotovky korintsya knyzhkovoho bloka do nanesennya kleyu pry kleyovomu skriplenni dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.05.01 / Knysh Oleh Bohdanovych. – L.– 178 s. (in Ukrainian)
3. Polyudov O. M. (1994). Bezvystiyne obrizuvannya knyzhkovykh blokiv vibronozhamy z duhovoyu trayektoriyeyu rukhu / O. M. Polyudov, Assad Bey Marvan // Polihrafiya i vydavnycha sprava. Vyp. 29 – L'viv: UAD. – S. 18-22. (in Ukrainian)
4. Reznik N.E. (1975). Teorija rezaniya lezviem i osnovy rascheta rezhushhiih apparatov. / N. E. Reznik – Moskva: «Mashinostroenie»– 311 s. (in Russian)
5. Topol'nyts'kyy P. V. (2013). Vplyv vzayemnoho roztashuvannya lez bahatolezovoho rizal'noho instrumenta na yoho rozmiry / P. V. Topol'nyts'kyy, Yu. V. Vatuliyak // Komp'yuterni tekhnolohiyi drukarstva. Vyp. 30 – L'viv: UAD. – S. 187-190. (in Ukrainian)
6. Topol'nyts'kyy P. V. (2015). Teoretychni doslidzhennya sylovykh parametriv protsesu obrizuvannya knyzhkovykh blokiv pid chas peremishchennya za kolovoyu trayektoriyeyu / P. V. Topol'nyts'kyy, Yu. V. Vatuliyak // Komp'yuterni tekhnolohiyi drukarstva. Vyp. 34 – L'viv: UAD. – S. 187-190. (in Ukrainian)
7. Topol'nyts'kyy P. V. (2009). Obrizuvannya knyzhkovykh blokiv pid chas transportuvannya. Rizal'nyy instrument / Topol'nyts'kyy P. V.— L. : Ukrayins'ka akademiya drukarstva— 190 s. (in Ukrainian)

### BLADES ATTACK ANGLE AS AN IMPORTANT FACTOR OF QUALITY AND ACCURACY TRIMMING OF BOOK AND JOURNAL BLOCKS

P.V. Topolnitsky, Yu. V. Vatuliyak  
*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
topolnitsky@gmail.com*

*The article presents the results of theoretical studies of changing the attack angle value depending on the design of the cutting tool, geometric size of individual blades and turning radius of book and journal blocks that move in circular trajectory and their impact on the strength and quality parameters of the process of book and journal blocks trimming.*

**Keywords:** *book and journal blocks, multi-blade cutting tool, initial establishing angle, angle of attack, cutting angle.*

*Стаття надійшла до редакції 12.09.2016.*

*Received 12.09.2016*