

УДК 686.12.056

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМПЛЕКТІВ ДИСКОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ, ВСТАНОВЛЕНИХ ВЗДОВЖ ДУГИ

А. Б. Коломієць, Ю. В. Ватуляк, А. І. Шустикевич

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

Запропоновано пристрій для обрізування комплектами ексцентрикових дискових інструментів книжково-журнальних блоків, що транспортуються дуговою траєкторією. Описана схема пристрою та особливості його роботи. Визначені залежності для пошуку раціональних геометричних параметрів взаємного розташування дискових інструментів за умови мінімізації габаритних розмірів різальної секції в межах ділянки її встановлення в машині. Обґрунтовано і розроблено математичні залежності положень базових точок криволінійних напрямних для обох комплектів інструментів залежно від параметрів технологічного процесу. Отримані залежності дають змогу визначити положення інструментів відносно центру повороту кареток з книжковими блоками та є основою для пошуку оптимальних параметрів процесу різання комплектами дискових ножів.

Ключові слова: книжковий блок, дисковий ексцентриковий інструмент, комплект, дуга, траєкторія, ножетримач, профіль, поліноміальна функція, параметр.

Постановка проблеми. Операція обрізування книжково-журнальних блоків (КЖБ) має визначальне значення в технологічному процесі виготовлення продукції високої якості [1]. Перспективним напрямом удосконалення устаткування для обрізування книжково-журнальних блоків є розроблення способу та засобів для здійснення обрізування блоків під час руху за коловою траєкторією. Конструкційні особливості комплектів різальних інструментів дозволяють їхнє застосування для обрізування книжково-журнальних блоків в машинах карусельного типу, які, порівняно з машинами лінійного типу, є компактнішими [2, 3].

Створення нового компактного енергоощадного пристрою для обрізування книжкових блоків на основі дискових ножів та визначення методики розрахунку його геометричних параметрів є актуальною задачею. Застосування згаданого пристрою дасть змогу не тільки зменшити та вирівняти навантаження на привод обладнання, а й більш раціонально задіяти дугові ділянки шляху транспортування КЖБ.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У спеціальній науково-технічній літературі відомими є викладені у праці [1] аргументовані рекомендації щодо параметрів операцій технологічного процесу обрізування КЖБ із використанням багатолезового різального інструмента на прямих ділянках конвеєрів машин нешпівного скріплення. Праця [4] присвячена теоретичним та експериментальним

дослідженням з метою визначення раціональної конструкції багатолезового різального інструмента, встановленого на дугових ділянках машин лінійного типу та на карусельних машинах, що забезпечує необхідні якість та точність обрізування КЖБ. Проте предметом дослідження у працях [1, 4] є плоскі ножі, загострені з одного боку.

Більш перспективним вважаються дискові різальні інструменти. Застосування дискових різальних інструментів в інших галузях давно зарекомендувало себе з найліпшого боку, що згадано у публікаціях [5, 6]. Сучасні теоретичні і практичні дослідження нових післядрукарських процесів і обладнання викладені у праці [7], де, серед іншого, розглянуте різання КЖБ комплектом дискових інструментів, розміщених на загальній планшайбі. У публікації [8] запропоновано удосконалений метод дискретно-дотичного обрізування книжкових блоків застосуванням ексцентрикового дискового ножа. Дослідження процесу обрізування КЖБ довели, що створюються значно кращі умови різання, виконано аналіз впливу геометричних параметрів різального інструмента на енергоємність устаткування. Можливість якісного обрізування КЖБ товщиною від 8 мм значно поліпшується у випадку застосування комплекту подібних дискових ножів, встановлених на прямих ножедержачах [9]. Проте такі комплекти ексцентрикових дискових ножів доцільно встановлювати на прямих ділянках транспортерів КЖБ [10], що обмежує їхнє використання.

Мета статті — розроблення математичної моделі процесу обрізування КЖБ під час їхнього переміщення дуговою траєкторією для виявлення впливу розмірів КЖБ, радіуса їхньої траєкторії, ексцентриситету встановлення ножів на габаритні розміри та профіль ножедержачів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На рис. 1 наведена схема секції для обрізування комплектами дискових ексцентрикових ножів книжково-журнальних блоків 1 довжиною L та товщиною B під час їхнього переміщення вздовж дугової траєкторії.

Комплекти дискових ножів розташовані на ножедержачах 2 та 3 спеціального профілю по обидва боки від усередненої траєкторії КЖБ (дуга a_1). Із зовнішнього боку встановлено ножедержач 2 (у подальшому — верхній), а з внутрішнього — ножедержач 3 (у подальшому — нижній). Симетричне розташування дискових ножів відносно КЖБ дозволяє забезпечити якісне різання всіх аркушів та зменшити габаритні розміри пристрою.

Дискові ножі із діаметром леза D встановлені на осях 4 ножедержачів, перпендикулярних до площини різання. Кожен дисковий ніж обертається навколо осі 4 з певним ексцентриситетом r з рівномірною швидкістю ω_2 . Всі ножі одного комплекту обертаються за однаковим напрямком. Траєкторією найбільш віддалених від осі 4 точок леза дискового ножа є коло 5. Дискові ножі встановлені з таким інтервалом, величина якого гарантовано запобігає контакту їхніх лез між собою.

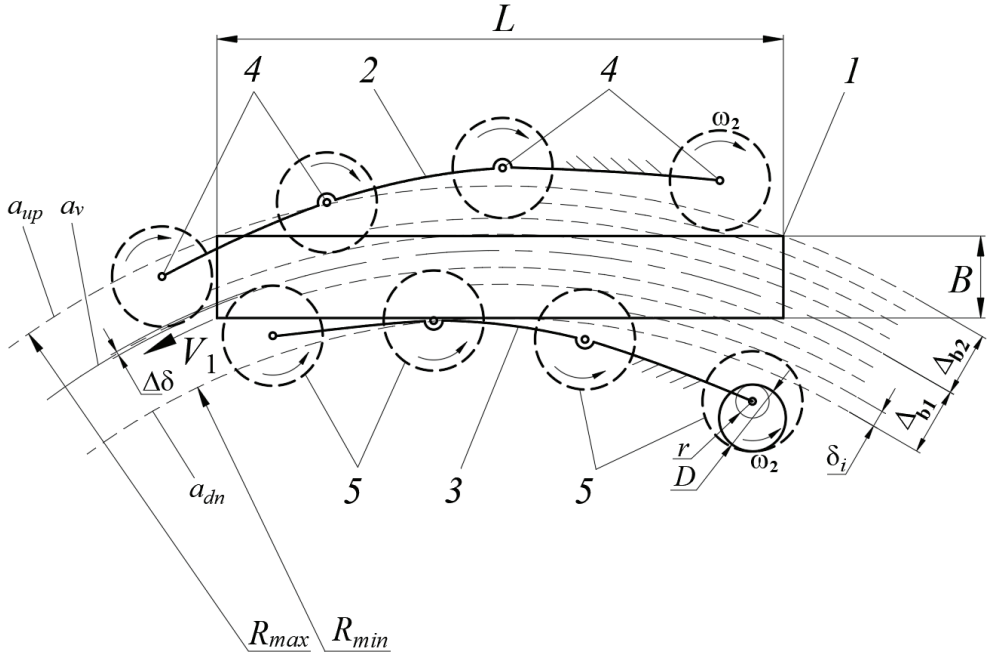


Рис. 1. Схема секції для обрізування книжково-журнальних блоків, що рухаються дуговою траєкторією, дисковими ексцентриковими ножами

Точка блока, найближча до центра його повороту, переміщується в площині обрізування дугою b з радіусом R_{min} . Найбільш віддалені точки блока переміщуються в площині обрізування дугою c з радіусом R_{max} . Усередненою траєкторією книжково-журнального блока є дуга a радіусом $R_{min} + (R_{max} - R_{min})/2$.

Під час переміщення книжково-журнальних блоків по прямій глибина різання Δ_b дорівнює товщині B блока [Топ]. Під час обрізування книжково-журнальних блоків, що транспортуються дуговою траєкторією, глибина різання становитиме

$$\Delta_b = R_{max} - R_{min}$$

Кожен дисковий ніж за цикл обрізування всієї площини книжково-журнального блока зрізає смужку матеріалу блока сталої ширини δ_i , яка є глибиною різання, окремим дисковим ножом. Відповідно, «внутрішній» комплект ексцентрикових дискових ножів (відносно до усередненої траєкторії a_v) зрізає КЖБ загалом на глибину Δ_{b1} , а «зовнішній» — на глибину Δ_{b2} .

Остання пара ножів зовнішнього та внутрішнього (по відношенню до усередненої траєкторії блока) комплектів ножів встановлена з перекриттям на величину $\Delta\delta$, що гарантує надійне обрізування усіх аркушів КЖБ.

Важливим є визначити раціональні геометричні параметри пристрою обрізування КЖБ у складі роторного автомата або машини незшивного скріплення конвеєрного типу. Головною умовою на цьому етапі проектування стає мінімізація габаритних розмірів різальної секції з комплектами дискових ножів в межах ділянки її встановлення в устаткуванні.

Для цього визначаємо мінімально можливу відстань між центрами обертання двох сусідніх дискових ножів одного комплекту згідно із розрахунковою схемою (рис. 2). Очевидно, що розрахунок виконуємо для ножів «внутрішнього» комплекту як таких, що розташовуються на менших радіусах від центру повороту кареток з КЖБ. За однакової кількості дискових ножів у складі зовнішнього та внутрішнього комплектів відстань між крайками сусідніх ножів внутрішнього (нижнього) комплекту буде меншою, ніж між ножами зовнішнього комплекту.

На відміну від комплектів дискових ножів, встановлених на прямих ножедержачах, призначених для обрізування КЖБ, що рухаються прямолінійно, геометричні положення дискових ножів більш зручно представляти у полярній системі координат із полюсом, що збігається з центром повороту кареток з КЖБ.

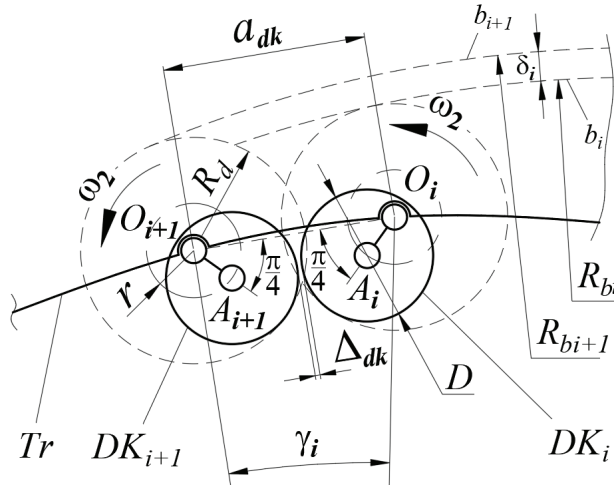


Рис. 2. Розрахункова схема до визначення мінімально допустимої відстані між центрами обертання сусідніх ножів

На розрахунковій схемі (рис. 2) подано два сусідніх дискових ексцентрикових ножа DK_i, DK_{i+1} , наприклад, внутрішнього комплекту інструментів. Геометричні центри A_i, A_{i+1} під час обертання дискових ножів з кутовою швидкістю ω_2 описують кола радіусом r , а різальні крайки дискових ножів — кола радіусом R_d .

За умови рекомендацій [1] для дискретно-дотичного різання та [8] для оптимальних параметрів різання ексцентриковим дисковим ножом процес різання має відбуватись протягом не більше ніж $1/4$ циклу його обертання. Тому згідно із [9] мінімальним за доцільною кількістю вважається комплект з чотирьох дискових ножів. Дискові ножі розташовані на ножедержачеві таким чином, що їхні фазові кути відрізняються на $\pi/4$. Таке розташування дає змогу змістити у часі пікові навантаження під час обрізування КЖБ, а також мінімізувати габарити різальної секції (скоротити міжцентрову відстань осей обертання інструментів). У цьому випадку найближча відстань між сусідніми дисковими ножами комплекту з чотирьох штук буде у мить їхнього фазового повороту на кут 45° та 135° щодо відрізка $O_i O_{i+1}$.

Мінімальна відстань між крайками лез сусідніх ножів становить Δ_{dk} , що компенсує можливий вплив відхилень розмірів ножів, неточності монтування та відхилення величини фазового кута, люфти механізму привода. Крок встановлення ножів a_{dk} визначає лінійні розміри різального пристрою, а центральний кут γ_i (утворений відрізками, що сполучають центри обертання сусідніх дискових ножів із полюсом) — кут повороту КЖБ, необхідний для забезпечення циклу обрізування. Відстань між полюсом і центрами обертання кожного окремого дискового ножа, встановленого на ножетримачеві, утворює його профіль.

Глибина різання δ_i є різницею відстаней центрів обертання сусідніх дискових ножів від полюса (центру повороту КЖБ). Глибина врізання першого дискового ножа як зовнішнього, так і внутрішнього стосовно усередненої траєкторії КЖБ комплектів різальних інструментів не є сталою протягом циклу обрізування, що зумовлено геометричною формою КЖБ, що рухається за дуговою траєкторією [4].

Наступні дискові ножі зрізують матеріал блока кільцевими сегментами, обмеженими дугами b_i, b_{i+1} . Дуга b_i радіусом R_{bi} утворена взаємодією з матеріалом КЖБ різальної крайки попереднього дискового ножа, b_{i+1} радіусом R_{bi+1} — наступного. Отже, залежно від положення на ножетримачі (відстані центра обертання дискового ножа від полюса), розмір кільцевих сегментів матеріалу КЖБ, що підлягає видаленню, буде різним для кожного окремого дискового ексцентрикового ножа. Як наслідок, при однаковій глибині різання робота сил різання кожним окремим ножом теж буде неоднаковою.

Розрахунок геометричних параметрів виконуємо в такій послідовності. Спочатку розраховуємо радіус максимальної траєкторії руху блока:

$$R_{max} = \sqrt{(R_{min} + B)^2 + L^2}. \quad (1)$$

Задаємо бажаний радіус мінімальної траєкторії руху блока $R_{min} = 600$ мм, що відповідає радіусу траєкторії переміщення КЖБ у більшості блокообробних агрегатів карусельного типу. Обираємо книжковий блок найпоширенішого формату довжиною $L = 210$ мм і товщиною $B = 20$ мм. У результаті обчислень за формулою (1) отримуємо $R_{max} = 654,599$ мм. Приймаємо найближче ціле значення $R_{max1} = 655$ мм.

Загальна глибина різання двома комплектами ножів:

$$B_{cut} = R_{max1} - R_{min}. \quad (2)$$

Підставляємо у формулу (2) величини R_{min}, R_{max1} і отримуємо: $B_{cut} = 55$ мм.

Серединний радіус траєкторії блока:

$$R_{AV} = \frac{R_{min} + R_{max1}}{2}. \quad (3)$$

Підставляємо у формулу (3) величини R_{min}, R_{max1} і отримуємо: $R_{AV} = 627,5$ мм.

Ширина смуги різання одним ножем:

$$\delta = \frac{B_{cut} + 2z \cdot \Delta\delta}{2z}. \quad (4)$$

Підставляємо у формулу (4) загальну глибину різання двома комплектами ножів $B_{cut} = 55$ мм, кількість ножів попередньо приймаємо $z = 6$, перекриття смуг

сусідніх ножів комплекту $\Delta\delta = 1$ мм, отримуємо $\delta = 5,583$ мм. Приймаємо найближче ціле число: $\delta = 6$ мм.

Лінійна відстань між осями обертання ножів:

$$a_{dk} = D + r \cdot \sqrt{2} + \Delta_{min}. \quad (5)$$

Параметри дискового ножа: діаметр леза $D = 50$ мм, радіус обертання $r = 4$ мм. Мінімально допустиму відстань між крайками ножів приймаємо $\Delta_{min} = 3$ мм. Кількість ножів кожного з комплектів $z = 6$. За цих параметрів з формули (5) отримуємо величину лінійної відстані між сусідніми ножами комплекту $a_{dk} = 58,657$ мм.

Кутове зміщення ножів:

$$\gamma_{du} = \frac{a_{dk}}{R_{AV}}. \quad (6)$$

Із формули (6) кутове зміщення ножів $\gamma_{du} = 5,356^\circ$.

Радіус встановлення кожного центру обертання дискових ножів нижнього комплекту:

$$R_{d.id} = R_{AV} - \left(\frac{D}{2} + r\right) + \Delta\delta - i_d \cdot \left(\delta - \frac{\Delta\delta}{2}\right), \quad (7)$$

де i_d — номер ножа нижнього комплекту (рахується від крайнього лівого).

Поточний кут між променями, що визначають положення центрів обертання сусідніх дискових ножів нижнього комплекту:

$$\gamma_{d.id} = \arccos \left[\frac{R_{AV}^2 + R_{id}^2 - (i_d \cdot a_{dk})^2}{2 \cdot R_{AV} \cdot R_{d.id}} \right]. \quad (8)$$

Радіус встановлення кожного центру обертання дискових ножів верхнього комплекту:

$$R_{u.iu} = R_{AV} - \left(\frac{D}{2} + r\right) + \Delta\delta - i_u \cdot \left(\delta - \frac{\Delta\delta}{2}\right), \quad (9)$$

де i_u — номер ножа верхнього комплекту (рахується від крайнього лівого).

Кутова довжина верхнього комплекту ножів по центрам обертання ножів:

$$\gamma_{u.iu} = \arccos \left[\frac{R_{AV}^2 + R_{iu}^2 - (i_u \cdot a_{dk})^2}{2 \cdot R_{AV} \cdot R_{u.iu}} \right]. \quad (10)$$

У формулі (7) величина i_d змінюється в діапазоні від 0 до $(z-1)$. Отримуємо ряд значень радіуса $R_{d.id}$ та розраховуємо за формулою (8) кути $\gamma_{d.id}$ для нижнього комплекту дискових ножів. У формулі (9) величина i_u змінюється в діапазоні від 0 до $(z-1)$. Відповідно, отримуємо ряд значень $R_{u.iu}$ та розраховуємо за формулою (10) кут $\gamma_{u.iu}$ для верхнього комплекту дискових ножів.

Частину узагальнень результатів розрахунку величин радіусів встановлення центрів обертання ножів ($R_{d.id}$ і $R_{u.iu}$) та кутів ($\gamma_{d.id}$ і $\gamma_{u.iu}$) для нижнього та верхнього комплектів ножів наведено у вигляді графічних залежностей на рис. 3.

Виконані за допомогою розроблених математичних моделей теоретичні дослідження процесу обрізування КЖБ під час переміщення дугою дисковими ексцентрикними ножами виявлено, що зміна ексцентриситету встановлення ножів від

4 мм до 8 мм призводить до збільшення кутового розміру верхнього ножетримача на 9,6 %, а нижнього — на 10,4 %. Тобто зміна ексцентриситету ножів впливає несуттєво на габарити ножетримачів та різальної секції загалом.

Водночас збільшення ексцентриситету вдвічі дає змогу збільшити ширину різання окремими ножами, що дозволяє зменшити кількість ножів, необхідних для обрізування КЖБ. Наприклад, для обрізування КЖБ висотою 200 мм і товщиною 20 мм під час його переміщення дугою радіусом $R = 600$ мм необхідною і достатньою є наявність шести дискових ножів на кожному ножетримачеві.

Згідно із координатами розміщення центрів обертання ексцентрикових дискових ножів відносно центра повороту КЖБ у процесі обрізування побудовано профілі ножетримачів, що відповідають кривим, наведеним на графіках (рис. 3). Як видно з цих графіків, профілями ножетримачів (верхнього і нижнього), зумовленими координатами розташування центрів обертання дискових ножів, є поліноміальні функції другої степеня вигляду

$$Y = A_0 + A_1 \cdot X + A_2 \cdot X^2.$$

Коефіцієнти отриманих функцій наведені у табл. 1.

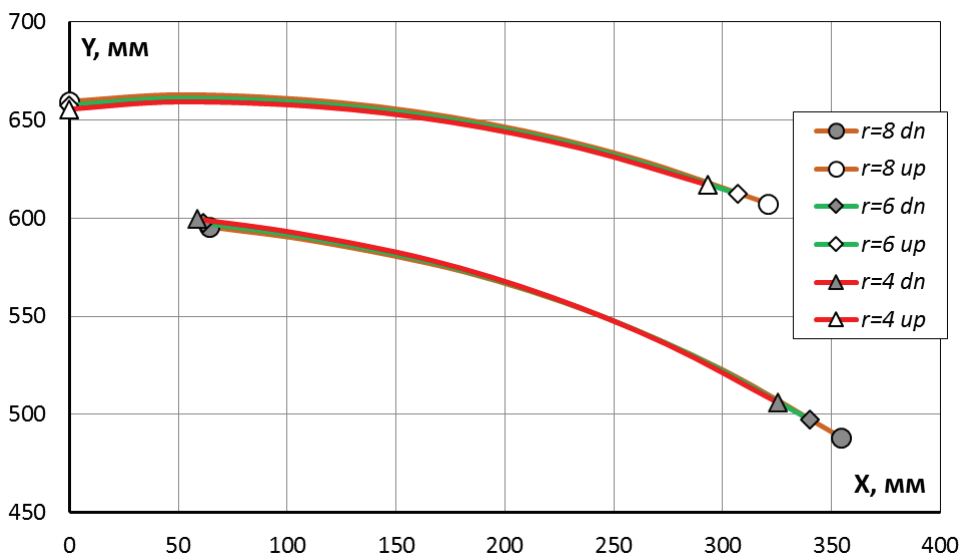


Рис. 3. Вигляд кривих ножетримачів нижнього і верхнього комплектів дискових ножів для різних радіусів обертання центру дискових ножів r

Характерним для кривих, наближених до профілю ножетримача як для верхнього, так і для нижнього комплекту ножів, є те, що коефіцієнти A_0 і A_2 збігаються, тобто не залежать від зміни радіуса обертання дискового ножа. Зміни стосуються тільки коефіцієнтів A_1 . Для ножетримача верхнього комплекту ножів із збільшення радіуса обертання дискового ножа удвічі коефіцієнт A_1 зменшується на 6 %. Для ножетримача нижнього комплекту ножів із збільшення радіуса обертання дискового ножа удвічі коефіцієнт A_1 теж збільшується на 81 %.

Таблиця 1

Коефіцієнти поліноміальних функцій

$r, \text{ мм}$	A_0	A_1	A_2
Верхній комплект ножів			
4	655,71	0,1007	-0,0008
6	657,7	0,0974	-0,0008
8	659,68	0,0946	-0,0008
Нижній комплект ножів			
4	600,2	0,0369	-0,001
6	597,52	0,0518	-0,001
8	594,76	0,0668	-0,001

На рис. 4 наведено графічні залежності кутового розміру γ ножетримача нижнього комплекту дискових ножів від довжини L книжкових блоків для різних радіусів r обертання центру дискових ножів. Радіус повороту книжкових блоків $R = 600 \text{ мм}$.

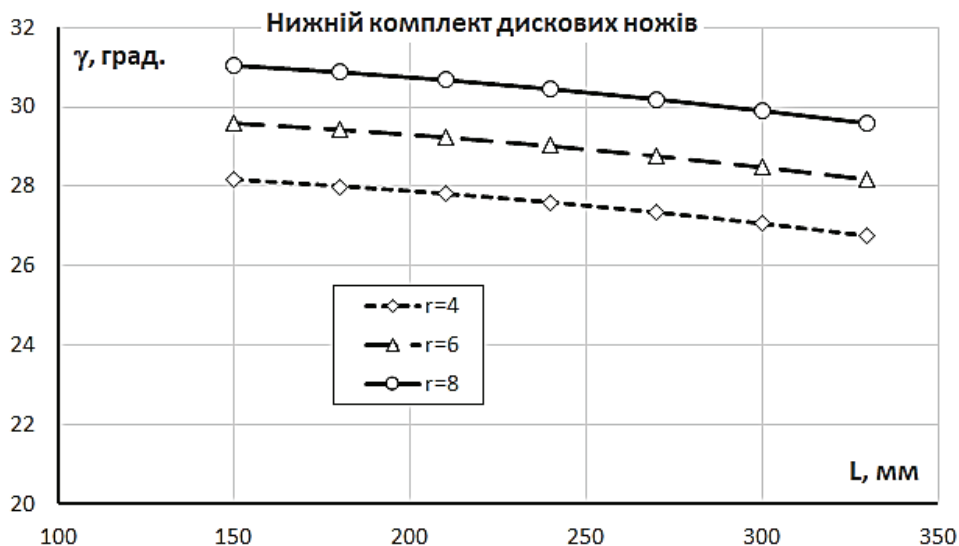


Рис. 4. Залежність загального кутового розміру ножетримача нижнього комплекту ножів від довжини L блока для різних радіусів r обертання центру дискових ножів

Теоретичні дослідження показали, що збільшення радіуса r обертання центру дискових ножів від 4 мм до 8 мм призводить до збільшення кутового розміру γ ножетримача на 9,8 % для блоків з довжиною L від 150 мм до 330 мм. Зростання кутового розміру γ ножетримача лише на 9,8 % через збільшення вдвічі радіуса r зумовлено незначною величиною радіуса обертання дискових ножів, порівняно із радіусом повороту книжкових блоків ($R = 600 \text{ мм}$). Водночас із збільшенням

довжини L книжкових блоків від 150 мм до 330 мм кутовий розмір γ ножетримача нижнього комплекту дискових ножів зменшується на 3,2 %. Очевидно, що зі збільшенням габаритів книжкових блоків під час їх обрізування сталою кількістю дискових ножів (тут було обрано $z = 6$) збільшується ширина δ_i смужки різання окремим ножем і різниця відстаней центрів обертання сусідніх ножів від центра повороту книжкових блоків. Це призводить до зменшення центрального кута γ_i із дотриманням мінімальної відстані між крайками лез сусідніх ножів Δdk (рис. 2).

Отже, зміна довжини книжкових блоків впливає несуттєво на габарити ножетримачів (кутовий розмір γ) і не потребує переналагодження різальної секції.

Висновки. Запропонована схема пристрою на основі комплектів дискових ексцентрикових інструментів призначена для обрізування книжкових блоків, що переміщуються дуговою траєкторією, описана будова пристрою, його робота. Визначені математичні співвідношення та порядок розрахунку за їх допомогою геометричних параметрів пристрою за умови мінімізації його габаритних розмірів. Залежно від необхідних параметрів технологічного процесу можливо визначити мінімальні відстані між центрами обертання дискових ножів, а згодом положення вузлових точок кривих ножетримачів нижнього і верхнього комплектів ножів. Доведено, що отримані криві найбільш точно збігаються з поліноміальними функціями другої степеня, визначені їхні коефіцієнти для різних радіусів обертання центру дискових ножів. Також виявлено, що вплив розмірів КЖБ та кількості ножів у комплекті несуттєво впливають на габаритні розміри удосконаленої різальної секції.

Різальний пристрій дає змогу здійснювати операцію різання на незадіяних ділянках обладнання, що зменшить його матеріаломісткість і дозволить проектувати більш компактне устаткування для виготовлення книг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Топольницький П. В., Книш О. Б., Коломієць А. Б. Сучасні технології обрізування книжково-журнальних блоків : навч. посіб. Львів : УАД, 2023. 116 с.
2. Device for trimming the top and/or bottom edge of printed products moved through a cutting tool: US patent 8752463. B2.B26D5/00; B26D1/00; B27B5/00; B27B25/02; B42B2/00; B65H39/00; B65H39/02; B65H41/00. Marcel Buerge. 17.06.2014.
3. Patent EP 2266764 B1. Int. Cl. B26 D1/0006. Method and device for separating continuously supplied paper piles. / Assign: Ferag AG; Prior. Date 11.07.2007; Pub. Date 29.08.2012.
4. Ватуляк Ю. В. Удосконалення процесу обрізування книжково-журнальних блоків, що рухаються за коловою траєкторією : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.05.01. Львів, 2018. 158 с.
5. Dehkhoda S., Detournay E. Mechanics of Actuated Disc Cutting. *Rock Mechanics and Rock Engineering*. 2017. № 50. P. 465–483.
6. Qin K. et al. Design and experimental validation of sliding knife notch-type disc opener for a no-till combine harvester cum seed drill. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2018. Vol. 11. No. 4. Pp. 96–103.
7. Книш О. Б. Методологічні основи забезпечення якості незшивного клейового скріплення книжкової продукції : дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.01. Львів : УАД, 2021. 365 с.

8. Яніцкі П. Теоретичні і практичні дослідження обрізування книжкових блоків ексцентричним дисковим ножом. Поліграфія і видавнича справа. 2020. № 2 (80). С. 100–111.
9. Коломієць А. Б., Ватуляк Ю. В. Обрізування книжкових блоків набором ексцентрикових дискових інструментів. Поліграфія і видавнича справа. 2020. № 1 (79). С. 103–111. doi: 10.32403/0554-4866-2020-1-79-103-111.
10. Пристрій для обрізування книжкових і журнальних блоків дисковими інструментами : пат. 124290 Україна. МПК В26D 1/143; В26D 1/58; В42С 5/00. №а202004340, заяв. 13.07.2020 ; опубл. 18.08.2021, Бюл. № 33/2021.

REFERENCES

1. Topolnytskyi, P. V., Knysh, O. B., & Kolomiets, A. B. (2023). Suchasni tekhnolohii obrizuvannia knyzhkovo-zhurnalnykh blokiv. Lviv : UAD (in Ukrainian).
2. Device for trimming the top and/or bottom edge of printed products moved through a cutting tool: US patent 8752463. B2.B26D5/00; B26D1/00; B27B5/00; B27B25/02; B42B2/00; B65H39/00; B65H39/02; B65H41/00. Marcel Buerge. 17.06.2014 (in English).
3. Patent EP 2266764 B1. Int. Cl. B26 D1/0006. Method and device for separating continuously supplied paper piles. / Assign: Ferag AG; Prior. Date 11.07.2007; Pub. Date 29.08.2012 (in English).
4. Vatuliak, Yu. V. (2018). Udoskonalennia protsesu obrizuvannia knyzhkovo-zhurnalnykh blokiv, shcho rukhaiutsia za kolovoiu traiektoriieiu : dys. ... kand. tekhn. nauk : spets. 05.05.01. Lviv (in Ukrainian).
5. Dehkoda, S., & Detournay, E. (2017). Mechanics of Actuated Disc Cutting: Rock Mechanics and Rock Engineering, 50, 465–483 (in English).
6. Qin, K. et al. (2018). Design and experimental validation of sliding knife notch-type disc opener for a no-till combine harvester cum seed drill: International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 11, 4, 96–103 (in English).
7. Knysh, O. B. (2021). Metodolohichni osnovy zabezpechennia yakosti nezshyvnoho kleiovoho skriplennia knyzhkovoї produktsii : dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.05.01. Lviv : UAD (in Ukrainian).
8. Yanitski, P. (2020). Teoretychni i praktychni doslidzhennia obrizuvannia knyzhkovykh blokiv ekstsentrychnym diskovym nozhem: Polihrafiia i vydavnycha справа, 2 (80), 100–111 (in Ukrainian).
9. Kolomiets, A. B., & Vatuliak, Yu. V. (2020). Obrizuvannia knyzhkovykh blokiv naborom ekstsentrykovykh diskovykh instrumentiv: Polihrafiia i vydavnycha справа, 1 (79), 103–111. doi: 10.32403/0554-4866-2020-1-79-103-111 (in Ukrainian).
10. Prystrij dlia obrizuvannia knyzhkovykh i zhurnalnykh blokiv diskovymy instrumentamy : pat. 124290 Ukraina. МПК В26D 1/143; В26D 1/58; В42С 5/00. №а202004340, заяв. 13.07.2020 ; опубл. 18.08.2021, Биул. № 33/2021 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2023-1-66-172-182

STUDY OF GEOMETRIC PARAMETERS OF DISC TOOLS SETS INSTALLED ALONG THE ARC

A. B. Kolomiets, Yu. V. Vatuliak, A. I. Shustykevich

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
kolanbor@gmail.com*

Analysis of the existing technological equipment for processing book & magazine blocks shows that there are opportunities for its improvement. A device is proposed for cutting book-magazine blocks transported by an arc trajectory with sets of eccentric disk tools. The scheme of the device, which can be integrated into production lines and perfect binding machines, is described, features of its operation and advantages are explained.

On the basis of the calculation scheme, the conditions for the most compact location of adjacent elements of each set of disk knives are determined, which ensure discrete tangential cutting for the smallest possible number of disk knives in one set. Mathematical dependencies are determined for finding rational geometric parameters of the mutual arrangement of disk tools in the polar coordinate system tied to the center of rotation of the carriages with the blocks clamped in them. The main condition is to minimize the dimensions of the cutting section within the area of its installation in the machine. The next step of the design calculation is to obtain justified mathematical dependencies for the positions of the centers of rotation of all knives of the lower and upper sets, depending on the parameters of the technological process. They are the nodal points of the curvilinear guides for both sets of tools. It is proved that the obtained curves most accurately coincide with polynomial functions of the second degree, and their coefficients for different radii of rotation of the center of the disc knives are determined. It is also found that the influence of the size of the book and magazine blocks and the number of knives in the set do not significantly affect the overall dimensions of the improved cutting section. The obtained dependencies are the basis for finding the optimal parameters of the cutting process with sets of disc knives.

The designed device allows carrying out a cutting operation on currently unused parts of the equipment, which will reduce its material and energy consumption.

Keywords: *book block, disk eccentric tool, set, arc, trajectory, toolholder, profile, polynomial function, parameter.*

Стаття надійшла до редакції 12.04.2023.

Received 12.04.2023.