

УДК 621.798 : 676.84.05

**КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНСТРУМЕНТА  
ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО БІГУВАННЯ КАРТОНУ**

Ю. В. Вагуляк, А. І. Шустикевич, С. В. Терницький

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

*Розроблено методику розрахунку геометричних параметрів гвинтового інструмента для поперечного ротаційного бігування. Подано аналітичні залежності для визначення довжини площини контакту гвинтового інструмента з аркушем картону. Наведено вплив конструкційних особливостей бігувального інструмента на довжину площини контакту з картоном. А також наведено схеми для визначення кута встановлення циліндра з гвинтовим бігувальним інструментом і визначення торцевих кутів  $t_1$  і  $t_2$ . Виявлено, що на довжину площини контакту інструмента з картоном впливають такі параметри, як діаметр циліндра, крок гвинтової лінії, товщина картону. Визначена довжина площини контакту дасть змогу оцінити величину зусилля бігування картону гвинтовим інструментом.*

**Ключові слова:** *картон, бігувальний циліндр, бігувальний інструмент, гвинтова лінія, кут встановлення, довжина площини контакту.*

**Постановка проблеми.** Бігування — операція нанесення прямолінійних канавок на папір або картон для зменшення його жорсткості, що значно полегшує утворення згину. Бігування задрукованого матеріалу дає змогу уникнути розтріскування фарбового шару і позитивно впливає на якість готової продукції.

Бігування виконують тигельним і ротаційним способами. Ротаційне бігування має низку переваг порівняно з тигельним. Основні переваги — відносно невелике технологічне навантаження і продуктивність процесу бігування. Під час ротаційного бігування дисковими інструментами у двох взаємно перпендикулярних напрямках існує необхідність зміни напрямку руху аркуша, коли наносять лінії бігу. Ускладнення засобів транспортування аркушів негативно впливає на продуктивність, енергоспоживання й ускладнює конструкцію устаткування. Щоб уникнути необхідності перебазування аркушів у процесі бігування картону, запропоновано виконувати поперечне бігування циліндром, оснащеним спеціальним гвинтовим бігувальним інструментом.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У публікаціях [1, 2, 3, 4] висвітлено особливості технологічного процесу ротаційного бігування аркушів картону, розглянуто конструктивні особливості будови пристроїв та інструментів. Проведений аналіз літературних джерел свідчить, що інформації щодо геометричних параметрів гвинтового бігувального інструмента немає.

**Мета статті** — розроблення методики розрахунку геометричних параметрів гвинтового бігувального інструмента для визначення довжини лінії контакту ножа з матеріалом, який потрібно бігувати.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На рис. 1 наведено схему для визначення кута встановлення циліндра з гвинтовим бігувальним інструментом. Розгортка гвинтового інструмента (лінія  $AC$  на рис. 1) в проєкції на площину аркуша картону утворює кут  $\alpha$  з проєкцією осі  $BC$  циліндра. Лінії бігу, нанесені у другій секції гвинтовим інструментом до ліній бігу, позначених у першій секції дисковими інструментами, перпендикулярні, якщо кут між векторами швидкості аркуша картону  $V_a$  і швидкості переміщення площини контакту  $V_o$  становить  $90^\circ$ . Прямий кут між векторами швидкостей  $V_a$  і  $V_o$  досягається розворотом осі циліндра на кут  $\alpha$ .

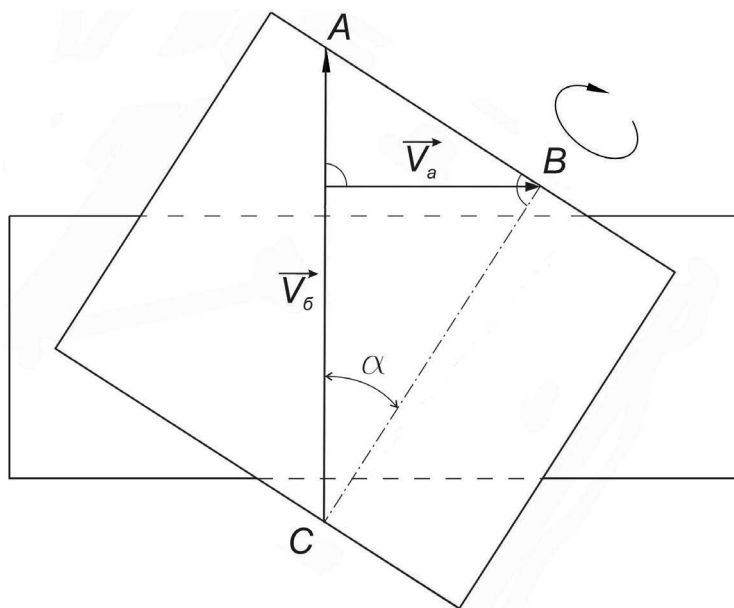


Рис. 1. Схема визначення кута встановлення циліндра з гвинтовим бігувальним інструментом

Відомо [5], що кут підйому циліндричної гвинтової лінії дорівнює:

$$\angle BAC = \arctg \frac{h}{\pi \cdot d}. \quad (1)$$

З трикутника  $ABC$  кут  $\alpha$  дорівнює:

$$\alpha = 90^\circ - \arctg \frac{h}{\pi \cdot d}, \quad (2)$$

де  $h$  — крок гвинтової лінії ножа;  $d$  — діаметр бігувального циліндра.

З метою визначення довжини площини контакту крайки бігувального інструмента з аркушем картону обчислимо його геометричні параметри.

Запишемо параметричні рівняння гвинтової лінії [5]:

$$x = a \cdot \cos t; \tag{3}$$

$$y = a \cdot \sin t; \tag{4}$$

$$z = \frac{h \cdot t}{2\pi}, \tag{5}$$

де  $t$  — торцевий кут гвинтової лінії (рис. 2);  $a$  — відстань від центра бігувального циліндра до крайки гвинтової бігувальної лінійки;  $h$  — крок гвинтової лінії ножа.

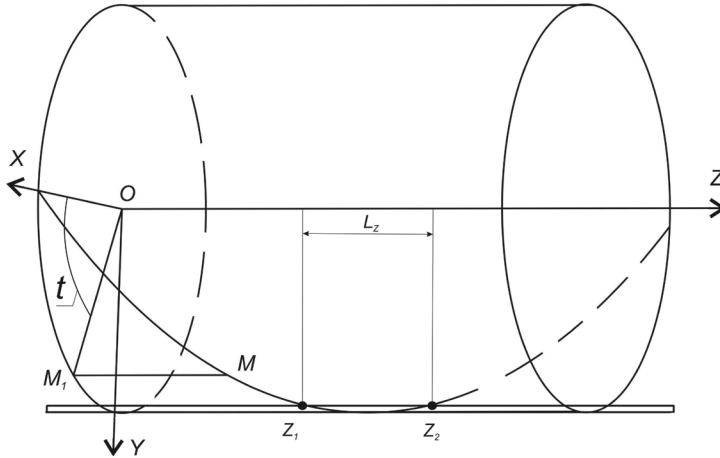


Рис. 2. Схема циліндра з гвинтовим бігувальним інструментом

Торцевий кут  $t_1$  початку і  $t_2$  кінця фрагмента гвинтового ножа, що перебуває в контакті з аркушем картону (рис. 3):

$$t_1 = \arcsin\left(\frac{a - \delta}{a}\right); \tag{6}$$

$$t_2 = \arcsin\left(\frac{a - \delta}{a}\right) + \arccos\left(\frac{a - \delta}{a}\right), \tag{7}$$

де  $\delta$  — глибина бігування;  $a$  — відстань від центра бігувального циліндра до крайки гвинтової бігувальної лінійки.

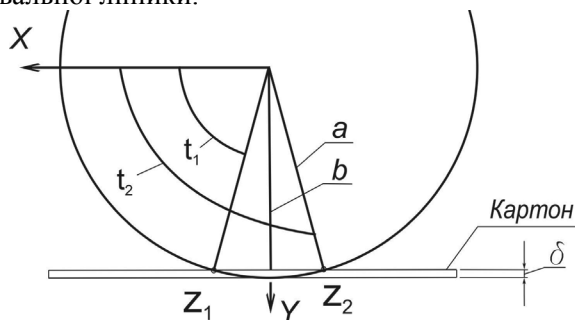


Рис. 3. Схема для визначення кутів  $t_1$  і  $t_2$

На рис. 3 відрізок  $b$  — відстань від центра бігувального циліндра до поверхні картону.

Підставивши значення кутів  $t_1$  і  $t_2$  у формулу (5), отримуємо координати точок  $z_1$  і  $z_2$ . Тоді довжина площини контакту по осі  $z$ :

$$L_z = \frac{h \cdot \left( \arcsin\left(\frac{a-\delta}{a}\right) + \arccos\left(\frac{a-\delta}{a}\right) \right)}{2\pi} - \frac{h \cdot \arcsin\left(\frac{a-\delta}{a}\right)}{2\pi}. \quad (8)$$

Повна довжина площини контакту гвинтового інструмента з аркушем картону:

$$L_B = \frac{0,5 \cdot L_z}{\cos \alpha}. \quad (9)$$

Визначена довжина площини контакту дасть змогу оцінити величину зусилля бігування картону гвинтовим інструментом.

**Висновки.** Розроблено методику розрахунку геометричних параметрів гвинтового інструмента для поперечного ротаційного бігування аркушів картону. Виявлено, що на довжину  $L_B$  площини контакту інструмента з картоном впливають такі параметри, як діаметр циліндра  $d$ , крок гвинтової лінії  $h$ , товщина картону  $\delta$ .

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / пер. с нем. Москва : МГУП, 2003. 1280 с.
2. Регей І. І. Енергоощадна технологія і засоби виготовлення розгортки картонного пакування : навч. посіб. Львів : УАД, 2009. 175 с.
3. Регей І. І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) : навч. посіб. Львів : УАД, 2011. 144 с.
4. Хведчин Ю. Й. Брошурувально-палітурне устаткування. Ч. 2. Палітурне устаткування. Львів : Вид-во УАД, 2007. 392 с.
5. Виноградов И. М. Элементы высшей математики. (Аналитическая геометрия. Дифференциальное исчисление. Основы теории чисел) : учеб. для вузов. Москва : Высшая школа, 1999. 511 с.

### REFERENCES

1. Kippkhan, G. (2003). Entciklopediia po pechatnym sredstvam informatcii. Tekhnologii i sposoby proizvodstva / per. s nem. Moskva : MGUP (in Russian).
2. Rehei, I. I. (2009). Enerhooshchadna tekhnolohiia i zasoby vyhotovlennia rozghortok kartonnoho pakovannia. Lviv : UAD (in Ukrainian).
3. Rehei, I. I. (2011). Spozhyvche kartonne pakovannia (materialy, proektuvannia, obladnannia dlia vyhotovlennia). Lviv : UAD (in Ukrainian).
4. Khvedchyn, Yu. Y. (2007). Broshuruvalno-paliturne ustatkuvannia. Ch. 2. Paliturne ustatkuvannia. Lviv : Vyd-vo UAD (in Ukrainian).
5. Vinogradov, I. M. (1999). Elementy vysshei matematiki. (Analiticheskaia geometriia. Diferentsialnoe ischislenie. Osnovy teorii chisel). Moskva : Vysshaia shkola (in Russian).

## CONSTRUCTIVE FEATURES OF THE TOOL FOR CROSSBOARD MOVEMENT

Yu. V. Vatuliak, A. I. Shustykevych, S. V. Ternytskyi

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
shustandiv@gmail.com, serhij86@gmail.com*

*The peculiarities of performing the operation of paper or cardboard bending have been described, which greatly facilitates the formation of a bend, avoids cracking of the ink layer and has a positive effect on the quality of the finished product. The methods of bending used in printing industry have been considered. The advantages of rotary bending compared to crucible method have been presented. It has been shown that when rotating the disk instruments in two mutually perpendicular directions, there is a need to change the direction of motion of the sheet when drawing the bending lines. The complication of sheets transportation means negatively affects productivity, energy consumption and complicates the design of the equipment. In order to eliminate the need to reposition the sheets in the process of cardboard bending, it is suggested to cross the cylinder equipped with a special screw bending tool. The analysis of the literature showed that information on the geometrical parameters of the screw bending tool is missing.*

*The article describes the method of calculating the geometric parameters of a screw tool for cross rotational bending. Analytical dependencies for determining the length of the contact plane of a screw tool with a cardboard sheet have been presented. The influence of the structural features of the bending tool on the length of the contact plane with the cardboard has been given. The schemes for determining the angle of installation of a cylinder with a screw bending tool and determining the end angles  $t_1$  and  $t_2$  have been presented in the article. It has been found that the length of the contact plane of the tool with the cardboard is influenced by such parameters as the diameter of the cylinder, the pitch of the screw line, the thickness of the cardboard. The predetermined length of the contact plane will make it possible to estimate the magnitude of the cardboard bending force with a screw tool.*

**Keywords:** *cardboard, bending cylinder, bending tool, screw line, installation angle, contact plane length.*

*Стаття надійшла до редакції 08.04.2019.*

*Received 08.04.2019.*