

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛ РІЗАННЯ, ЩО
ВИНИКАЮТЬ ПРИ ОБРІЗУВАННІ КНИЖКОВИХ БЛОКІВ
ПЛОСКИМИ РІЗАЛЬНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ З РІЗНОЮ
ГЕОМЕТРІЄЮ РІЗАЛЬНОЇ КРАЙКИ**

Наведено теоретичні дослідження сил різання, які виникають під час обрізування книжкових блоків плоскими різальними інструментами з різною геометрією різальної крайки

In the article presents the analytical study of the cutting efforts that arise during the process of trimming book blocks by flat cutting tool with a curved profile of cutting edge.

1. ВСТУП

Однією з кінцевих операцій у технологічному процесі виготовлення книжкових блоків є їх обрізування з трьох боків. Сама операція може здійснюватися як при зупинці блоків, так і під час їх транспортування. Існуючі різальні інструменти, які використовуються для обрізування книжкових блоків мають різноманітну конструкцію і можуть бути рухомими або нерухомими. Відповідно, при використанні того чи іншого інструмента, при різних технологічних режимах процесу обрізування, розподіл складових (горизонтальної, вертикальної та лобової) сили різання і точність та якість обробленої поверхні не є однаковими, що пояснюється характером зміни складових сили різання (як і сумарної сили), їх співвідношеннями за величиною тощо. З метою визначення оптимальної (за якісними та силовими показниками процесу обрізування) геометрії крайки різального інструмента проведено попередні експериментальні дослідження.

2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Як відомо, на якісні (точність обрізування, шорсткість і, перпендикулярність площин обрізування тощо) та силові показники процесу обрізування впливає «фактичний» кут різання, (кут, яким лезо розрізає блок і який не є рівний куту загострення леза) – у подальшому дійсний кут різання, який згідно формули (1) [1] прямопропорційно залежать від кута атаки (кут між напрямком руху блока та крайкою різального інструмента)

²⁴ Українська академія друкарства

$$\alpha_p = \sin \beta \cdot \tan \alpha_3, \quad (1)$$

де β – кут атаки; α_3 – кут загострення різального інструмента.

З метою отримання необхідних даних для проектування різальних інструментів з криволінійною крайкою леза, були проведені попередні експериментальні дослідження, під час яких обрізувалися книжкові блоки (виготовлені з різних видів паперу) в процесі їх транспортування на різних швидкостях. З метою виявлення дійсних кутів різання на різних ділянках крайки криволінійного леза під час експериментальних досліджень використовувалися окремі різальні інструменти, які з високою достовірністю дозволили отримати результати, які можна застосувати стосовно суцільного різального інструмента з криволінійною крайкою леза. Під час досліджень використовувались різальні інструменти з різними кутами загострення різальних крайок та передбачали їх встановлення під різними кутами атаки. Дослідження проводились на експериментальному стенді, який дозволив транспортувати затиснені блоки з швидкістю до 1,1 м/с. На основі результатів експериментальних досліджень були проведені теоретичні дослідження.

Результати попередніх досліджень дозволили отримати залежності складових сили різання від кута атаки β . На рисунку 1 наведено залежність погонної (Н/мм) горизонтальної складової сили різання від кута атаки леза різального інструмента.

При подальших дослідженнях основна увага приділялася визначенню величини горизонтальної $F_{гор}$ складової сили різання як такої, що є визначальною за величиною у технологічному процесі обрізування книжкових блоків, від якої залежать як потужність приводу системи транспортування так і зусилля затиску блока, яка у свою чергу визначає вибір засобів затиску (тракові транспортери, каретки тощо).

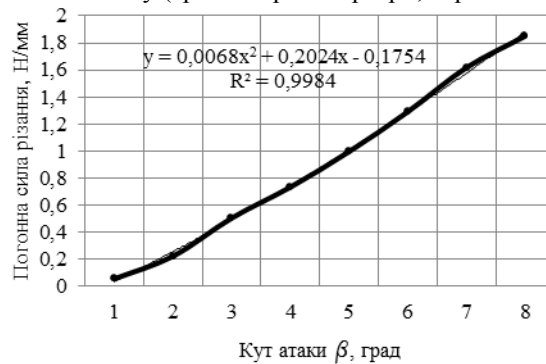


Рис. 1. Залежність горизонтальної складової сили різання від кута атаки

Використовуючи інструменти програми Excel (лінія тренду) було отримано степеневу функцію залежності погонної горизонтальної складової сили різання від кута атаки

$$F_{гор} = 0,0017\beta^2 + 0,238\beta - 0,2211. \quad (2)$$

Беручи до уваги конструктивні особливості (прямолінійна, криво-лінійна) різальної крайки, під час теоретичних досліджень розглядалися наступні різальні інструменти (рис. 2):

а) різальний інструмент з прямолінійною крайкою лека (різальний інструмент №1);

б) різальний інструмент з криво-лінійною крайкою лека на усій довжині (різальний інструмент №2);

в) різальний інструмент з двома криво-лінійними ділянками крайки лека (різальний інструмент №3);

г) різальний інструмент з комбінованою крайкою лека: крайка має дві криво-лінійних і одну прямолінійну ділянки (різальний інструмент №4);

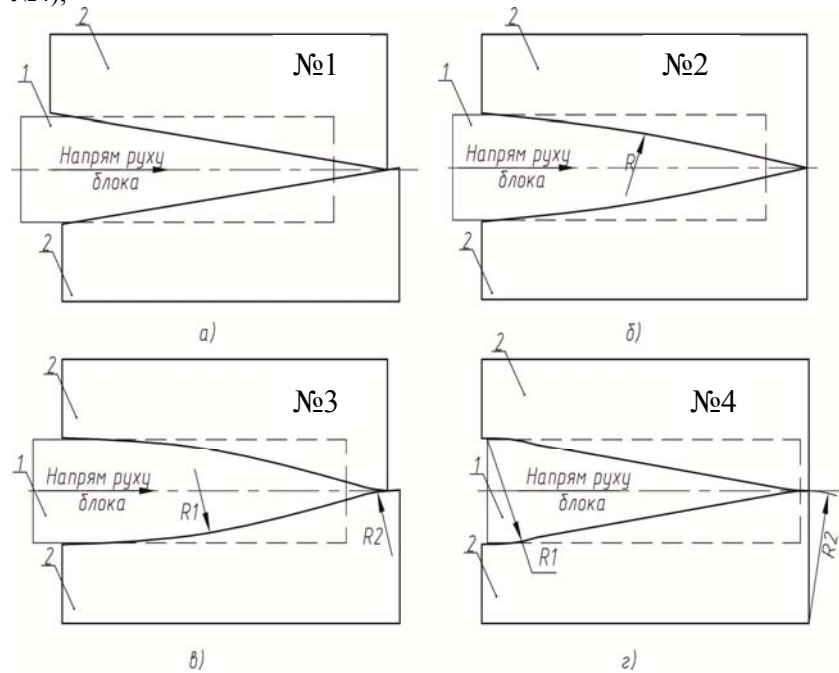


Рис. 2. Профілі крайок різальних інструментів
(1 – книжковий блок; 2 – різальні інструменти)

При теоретичних дослідженнях приймалися до уваги блоки виготовлені з різних видів паперу; різні за форматом та товщиною; різні швидкості транспортування блоків. Як приклад, нижче наведені теоретичні дослідження горизонтальної складової сили різання блоків висотою (довжина різання) $A = 210$ мм і товщиною $B = 20$ мм та довжиною леза різального інструмента $L = 200$ мм.

Оскільки, для прямолінійного різального інструмента кут атаки постійний, то при застосуванні інструмента з такою крайкою довжиною $L = 200$ мм для обрізування блока товщиною $B = 20$ мм згідно (3) він становить $\beta = 2,862$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{B}{L}\right) = \arcsin(10/300) = 2,862^\circ \quad (3)$$

Приймаючи до уваги наведені вище значення погонних сил різання (2) та враховуючи L і β , отримуємо для прямолінійного різального інструмента сумарну горизонтальну складову сили різання $F_{\Sigma} = 94,8$ Н.

Для криволінійної ділянки різального інструмента дійсний кут атаки є змінним і згідно [2] становить

$$\beta = 180 - \arccos\left(\frac{2y_i \cdot R + 2y_i^2 - 2R^2}{2R^2}\right), \quad (4)$$

де y_i – біжучі координати точок різання на лезу різального інструмента; R – радіус кривизни крайки різального інструмента;

Беручи до уваги те, що найгірші умови обрізування (змінання крайні аркуші, недорізування частини блока) виникають при врізанні різального інструмента в книжковий блок і при дорізуванні блока (виході різального інструмента з тіла блока) для усіх криволінійних різальних інструментів з метою мінімізації сил різання і покращення умов різання, з метою підвищення якості та точності обрізування було прийнято кут атаки у зоні врізування $\beta = 1,5^\circ$.

Використовую залежність (2) було отримано наступні результати сумарної горизонтальної складової сили різання:

а) для прямолінійного різального інструмента №1 вони становлять 94,8 Н;

б) сумарна сила при використанні криволінійного різального інструмента №2 – 95,3 Н;

в) відповідні сили для криволінійного різального інструмента №3 становлять 96,32 Н;

г) горизонтальні сили різання для криволінійного інструмента №4 становлять 96,1 Н.

Аналізуючи результати теоретичних досліджень бачимо, що незалежно від конструктивних особливостей різальних інструментів, зміна зусиль різання – незначна.

З огляду виготовлення та практичного застосування, було вибрано оптимальними для подальших досліджень криволінійні різальні інструменти №3 та №4, в яких згідно проведених аналітичних досліджень сумарна горизонтальна складова сили різання на 1,6% та 1,4% відповідно, більші від сумарних зусиль прямолінійного різального інструмента, проте конструкційні особливості яких створюють передумови для якісного і точного обрізування блоків по усій площині обрізування.

3. ВИСНОВОК

На основі проведених експериментальних і теоретичних досліджень сумарних сил горизонтальної складової сили різання під час обрізування книжкових блоків плоскими різальними інструментами з різними геометричними параметрами різальної крайки, зроблений висновок про доцільність проведення більш ґрунтовних експериментальних досліджень криволінійних різальних інструментів з метою виявлення найбільш оптимальної, (з огляду на якісні та силові показники процесу обрізування) геометрії крайки леза різального інструмента.

1. Топольницький П.В. Разработка безвыстойной обрезки книжных блоков специальным многолезвийным режущим инструментом: Дис... канд.техн.наук: 05.02.15. - Львов, 1989.- 236 с. 2. Топольницький П.В. Аналітичні дослідження дійсних кутів атаки α та різання ϕ під час обрізування книжкових блоків плоским різальним інструментом з криволінійним профілем. / Топольницький П.В., Козар В.Д.// – Львів, Українська академія друкарства, 2012. – 382 с. 3. Топольницький П.В. Нові технології та пристрої для різання поліграфічних матеріалів та книжково-журнальних блоків навчальний посібник / Топольницький П.В., Книш О.Б.// – Львів, Афіша, 2003. – 88 с.