

**МЕТОДИКА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОБРІЗУВАННЯ
КНИЖКОВО-ЖУРНАЛЬНИХ БЛОКІВ ПЛОСКИМИ
РІЗАЛЬНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ З КРИВОЛІНІЙНИМ
ПРОФІЛЕМ КРАЙКИ ЛЕЗА**

У статті наведено методика теоретичних досліджень обрізування книжково-журнальних блоків плоскими різальними інструментами з криволінійним профілем крайки лека.

The technique of theoretical mental researches of trimming books and magazines flat cuttings tools with a curved blade edge profile.

1. ВСТУП

В більшості випадків, шлях, від ідеї до впровадження у виробничий процес нового устаткування, умовно можна поділити на такі стадії: зародження ідеї; огляд та аналіз існуючого устаткування; теоретичні дослідження; проектування; виготовлення; експериментальні дослідження. Теоретичні дослідження займають вагому частину на цьому шляху, адже вони потребують розрахунку різних можливих варіантів.

У нашому випадку, при проектуванні плоских різальних інструментів (ПРІ) з криволінійним профілем крайки лека для обрізування книжково-журнальних блоків, з метою визначення фактичних параметрів процесу безвистійного обрізування книжково-журнальних блоків плоскими різальними інструментами (ПРІ) з криволінійними профілями крайки лека, необхідних для ґрунтовних (уточнених) теоретичних досліджень, проводились попередні експериментальні дослідження з метою визначення впливу на сили різання та якість площини обрізу кута такої ділянки лека, швидкості транспортування блоків, фізико-механічних властивостей паперу, з якого виготовлені, відстані від площини затискування блоків до площини обрізування блоків тощо. На основі попередніх експериментальних досліджень, проводились теоретичні дослідження.

Метою теоретичних досліджень є визначення оптимальних (з огляду на силові та якісні показники технологічного процесу обрізування книжково-журнальних блоків) геометричних розмірів плоских різальних інструментів з криволінійним профілем та їх взаємного розташування.

¹Українська академія друкарства

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Умови проведення досліджень

Під час попередніх експериментальних досліджень, книжкові блоки виготовлені з різних (за фізико-механічними властивостями) паперів обрізувалися плоскими прямолінійними різальними інструментами. В процесі досліджень визначались вплив швидкості транспортування книжкових блоків, кута загострення леза РІ, кута атаки (кут встановлення різального інструмента по відношенню до напрямку руху блока) на силові та якісні показники процесу обрізування книжкових блоків. Приймаючи до уваги, результати попередніх експериментальних досліджень, були проведені теоретичні дослідження по визначенню оптимальних (з огляду на силові та якісні показники процесу обрізування книжкових блоків) геометричних параметрів ПРІ з криволінійним профілем різальної крайки леза.

Під час теоретичних досліджень розглядалися п'ять ПРІ з різною геометрією криволінійних профілів різальної крайки. Вихідними умовами були: товщина блока $B = 20\text{мм}$, довжина блока $L_B = 200\text{мм}$, довжина різального інструмента $L_I = 200\text{мм}$, кут атаки β леза в точці врізання ПРІ в блок. Беручи до уваги те, що найгірші умови обрізування (зминання 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 та з метою підвищення якості та точності обрізування було прийнято кут атаки у зоні врізування $\beta = 0,5^\circ$.

Під час досліджень використовувалися книжкові блоки виготовлені з наступних видів паперу:

- № I друкарський № 2, масою $m = 65 \text{ г/м}^2$, густина $\rho = 0,64 \text{ г/см}^3$
- № II офсетний № 1, масою $m = 75 \text{ г/м}^2$, густина $\rho = 0,74 \text{ г/см}^3$
- № III крейдований, масою $m = 85 \text{ г/м}^2$, густина $\rho = 0,76 \text{ г/см}^3$
- № IV крейдований, масою $m = 120 \text{ г/м}^2$, густина $\rho = 1,30 \text{ г/см}^3$

Суть досліджень полягала у визначенні сумарного кута атаки криволінійної крайки леза на усій довжині різального інструмента (сумарний кут визначався під час одночасного задіювання максимальної довжини ПРІ в процесі обрізування книжково-журнальних блоків).

Дійсний кут атаки крайки леза на криволінійних ділянках ПРІ визначався за формулою (1) [1]

$$\beta = 180 - \arccos\left(\frac{2y_i \cdot R + 2y_i^2 - 2R^2}{2R^2}\right), \quad (1)$$

де y_i – біжучі координати точок різання на крайці леза різального інструмента; R – відповідно, радіус кривизни крайки леза плоского різального інструмента.

Використовуючи дані попередніх експериментальних досліджень, за допомогою програми Mathcad проведені розрахунки, результати яких отримали у вигляді графіків залежності горизонтальної (P_r) складової сили різання від кута атаки крайки леза. Проведена апроксимація результатів теоретичних та експериментальних досліджень (визначення лінії тренду). Лінія тренду дає можливість отримати значення погонного зусилля ($H/мм$) горизонтальної складової сили різання залежно від кута атаки леза, на різних ділянках різальної крайки леза ПРІ.

На прикладі одного з досліджуваних видів паперу (крейдований № IV) нижче наведено порядок розрахунку лінії тренду у середовищі Mathcad. Спершу, використовуючи дані попередніх експериментальних досліджень побудовано графік залежності горизонтальної (P_r) складової сили різання від кута атаки крайки леза (рис. 1.).

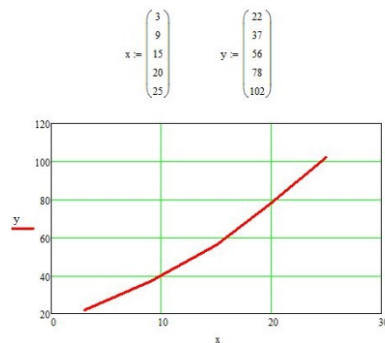


Рис. 1. Залежність горизонтальної складової сили різання від кута атаки x – значення кута атаки; y – відповідні значення горизонтальної складової сили різання.

Дані для побудови графіку записувались у вигляді матриць. Для апроксимації було вибрано поліноміальну лінію тренду з степенем поліному $p = 3$ (попередньо були проведені дослідження по визначенню найбільш точної лінії тренду).

Подальшим кроком у розрахунках було прописування наступних функцій:

$$f1 = regress(x, y, p) \quad (2)$$

дана функція дає змогу визначити поліном, який найкращим чином відповідає даним x і y в сенсі найменших квадратів;

$$f2(\beta) = \text{interp}(f1, x, y, \beta) \quad (3)$$

повертає інтерпольоване y -значення відповідне значенню x за допомогою вихідного вектору функції *regress*; β – розраховане значення дійсного кута атаки;

$$k = \text{submatrix}(f1, 3, \text{length}(f1) - 1, 0, 0) \quad (4)$$

обернена матриця до визначених значень x та y .

Підсумком розрахунків – побудована лінія тренду (рис. 2., крива 2) та функція $f2(\beta)$ для визначення дійсних сил горизонтальної складової сили різання в залежності від кута атаки. Як бачимо з рисунка 2 лінія тренду (крива 2) досить точно описує залежність горизонтальної складової сили різання від кута атаки.

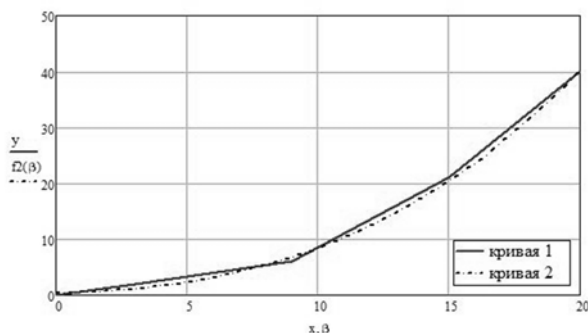


Рис. 2. Лінія тренду залежності горизонтальної складової сили різання від кута

Визначена лінія тренду залежності горизонтальної складової сили різання від кута атаки, дає змогу, маючи кут атаки в тій чи іншій точці визначити значення горизонтальної складової сили в цих точках.

Попередньо визначивши геометричні параметри ПРІ з криволінійним профілем, умовно було розбити його довжину на двісті рівних відрізків по 1 мм. Використовуючи залежності (1) та (3), було визначено сумарне значення горизонтальної складової сили різання, як

сума погонних зусиль на кожному 1 мм довжини ПРІ в залежності від кута атаки на відповідному відрізку.

3. ВИСНОВКИ

У даній роботі наведено алгоритм проведення теоретичних досліджень по визначенню горизонтальної складової сили різання на будь-якій ділянці плоского різального інструмента з криволінійним профілем крайки леза в залежності від кута атаки в будь-якій точці криволінійної ділянки.

1. Топольницький П.В., Козар В.Д. Аналітичні дослідження дійсних кутів атаки та різання під час обрізування книжкових блоків плоским різальним інструментом з криволінійним профілем. – Львів, Українська академія друкарства, 2012. 2. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс. – СПб., Питер, 2005. – 445 с.