

УДК 686. 12.056(62-26)

Я. Б. Стеців*Українська академія друкарства***ПЕРСПЕКТИВИ ОБРІЗУВАННЯ КНИЖКОВОГО БЛОКА
БАГАТОЛЕЗОВИМИ КРУГОВИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ**

Розглядається питання перспективності впровадження процесу обрізування блоків багатолезовими круговими інструментами.

A question is considered perspective of introduction of process of cutting of blocks by the circular instruments of multiple-blades.

На сучасних високопродуктивних потокових лініях для виготовлення книжок із незшивним (клейовим) скріпленням аркушів обрізування корінця блока здійснюється торцевими зубчастими фрезами. При використанні фрез обмежується швидкість транспортування блоків, адже під час фрезерування кожен із зубців фрези зрізає певну частину корінця. При цьому виникають великі сили різання, що призводить до зменшення ресурсу фрез і збільшення виділення теплоти в зоні різання. На відміну від металів, де є велика тепловіддача, папір у зоні різання починає підгоряти, що є неприпустимим. Для приводу фрези на потокових лініях деяких моделей використовують електродвигуни потужністю 7–9 кВт з регульованою частотою обертання вала від 2 000 до 8 000 хв⁻¹.

Більш прогресивний спосіб [1], де використовується нерухомий багатолезовий різальний інструмент, а отже, основним визначальним фактором є швидкість транспортування (подавання) блока в зону різання. Різальний інструмент складається з окремих розташованих лінійно або згідно з певним законом лез ножів, вершини яких при обрізуванні блока почергово врізаються на невелику глибину. Однак цей спосіб має і певні недоліки, зокрема малу швидкість різання, яка переважно залежить від швидкості транспортування і за експериментальними дослідженнями становить 1,2–1,5 м/с [2] при вдвічі більшій технологічно необхідній, тобто 2,4–2,8 м/с.

Можливим виходом з такої ситуації є зменшення різниці між швидкістю різання і транспортування. У нашій роботі пропонується вузол різання, в якому нерухомий багатолезовий різальний інструмент перетворено в рухомий з круговим розташуванням різальних лез. Для збільшення можливості обрізування блоків великої товщини доцільніше використовувати декілька блоків багатолезових різальних інструментів з круговим розташуванням окремих лез. Тоді леза кожного з блоків інструментів послідовно забезпечують зрізування з обох боків книжкового блока тільки певної кількості підібраних і сфальцьованих аркушів, що залежно від діаметра й кількості одночасно задіяних лез становитиме 3–8 мм з одного боку. Останній блок ножів здійснюватиме повне зрізування за рахунок взаємного перекриття лез (леза одного різального інструмента входять у впадини іншого аналогічно, як зубці зубчастих коліс). Надавши багатолезо-

вим інструментам обертового руху у напрямку подавання (руху) блоків, можна збільшити швидкість транспортування. При цьому необхідно зважити на співвідношення лінійних швидкостей різальних інструментів і транспортування — швидкість різальних інструментів повинна бути в 1,1–1,2 раза більшою. Коли швидкості однакові або швидкість транспортування незначно переважатиме, матимемо недорізування корінців по всій товщині книжкового блока.

Для порівняння ефективності використання кожного із способів проаналізуємо споживані потужності. Так, при обрізуванні корінця блока торцевими фрезами швидкість різання залежить від швидкості подачі, кількості зубців і діаметра фрези. Велике значення має напрямок переміщення (подачі) блока. При зустрічній подачі, коли вектор швидкості зубця фрези спрямований назустріч вектору швидкості подачі, швидкість різання зростає і дорівнюватиме сумі швидкостей. При попутному різанні швидкості віднімаються. Напрямок подачі вибирають залежно від отримуваної шорсткості поверхні зрізу. Силу різання можна визначити наближено, оперуючи рис. 1 і відомою формулою

$$F_{\delta} = \sigma_{\delta} \cdot S = \int_0^z \sigma_{\delta} \cdot t \cdot s_{\zeta} \cdot z \cdot dz = \sigma_{\delta} \cdot t \cdot s_{\zeta} \cdot \int_0^z z' \cdot dz, \quad (1)$$

де F_p — сила різання; σ_p — напруження руйнування паперу; S — площа поперечного перетину зрізуваної ділянки паперу (стружки); t — глибина різання; s_3 — подача на зубець; z' — кількість зубців, що працюють при різанні одночасно.

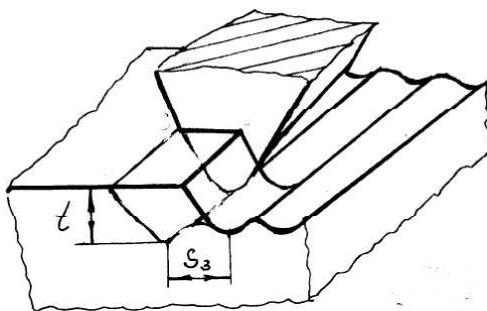


Рис. 1. Обрізування торця блока дисковою фрезою

Визначимо частоту обертання фрези при умові отримання необхідної шорсткості зрізаної поверхні корінця блока, що забезпечується подачею на зубець у межах 0,0005–0,001 мм, при швидкості транспортування 2,4 м/с.

$$n_{\text{фр}} = \frac{60 \cdot V_{\text{мп}}}{s_3 \cdot z} = \frac{60 \cdot 2,4}{0,001 \cdot 40} = 3600 \text{ об/хв}, \quad (2)$$

де $V_{\text{мп}}$ — швидкість транспортування; z — кількість зубців фрези.

Отже, при збільшенні продуктивності потокової лінії (переміщенні транспортера) зростає подача на зубець і, відповідно, сила різання і, як наслідок, споживана потужність обома електродвигунами.

При пропонованому способі різання силу визначають, використовуючи принципи, покладені у формулу (1). Однак через зменшення площі контакту різальної поверхні одного леза інструмента з папером, яка визначається радіусом крайки в поперечному напрямку (при загостренні шліфувальним інструментом він становить 2–5 мкм), та довжиною, що залежить від конструкції леза (рис. 2), значення сили різання зменшується, але водночас з'являються дві сили, викликані тертям паперу по передній і тильній поверхнях леза.

З урахуванням сказаного

$$F_{\delta} = \sigma_{\delta} \cdot S + F_{\delta \delta 1} + F_{\delta \delta 2} = F_{\delta \delta 1} + F_{\delta \delta 2} + \sigma_{\delta} \cdot l \cdot (\pi - \alpha) \cdot \rho \cdot \int_0^z z' \cdot dz, \quad (3)$$

де F_{mp1} — сила тертя по передній поверхні леза; F_{mp2} — сила тертя по тильній поверхні леза; R — радіус при вершині леза; l — довжина крайки леза, що контактує з папером; α — кут загострення леза; ρ — радіус заокруглення крайки леза; z' — кількість лез, що одночасно задіяні в процесі різання.

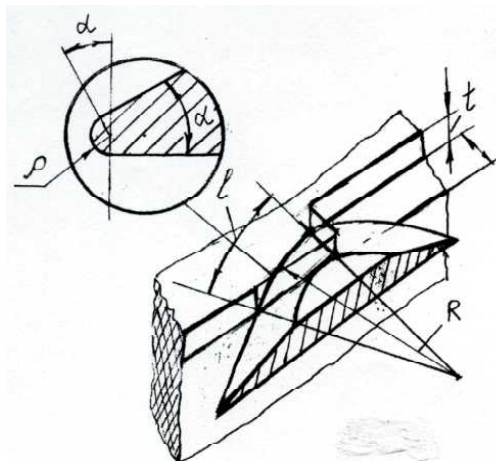


Рис. 2. Обрізування торця блока багатолезовим дисковим інструментом

Отже, при обрізуванні блока кожен з наступних зубців зрізає смужки, ширина яких дорівнює глибині різання, а товщина становить 0,2–0,6 мм, що відповідає двом–восьми аркушам (залежно від їх товщини і сорту паперу).

Для порівняння візьмемо подачу при обробці торцевою фрезою на зубець $s_z = 0,1$ мм і глибину різання 5–8 мм. Стає зрозумілим, що сила різання багатолезовим інструментом залежно від кількості одночасно задіяних ножів (як і в першому випадку пропорційно товщині блока) буде приблизно в 10–15 разів (залежно від радіуса інструментів) меншою і, відповідно, впливатиме тільки на потужність транспортування блока (електродвигун подавання), що дозволяє значно зменшити загальну споживану потужність. У певних випадках необхідно збільшувати силу затискання блока, але її зростання незначно впливає на потужність транспортування.

У запропонованому варіанті (рис. 3) сила різання зменшується за рахунок скорочення площі поперечного перерізу контактуючої крайки кожного окремого леза з папером. А завдяки переміщенню крайки леза ножа по циклоїді зменшується кут атаки [2] і, відповідно, сила різання. При цьому, оперуючи значенням частоти обертання різальних інструментів, можна залишати постійною швидкість різання при збільшенні швидкості транспортування, а відтак продуктивність потокової лінії.

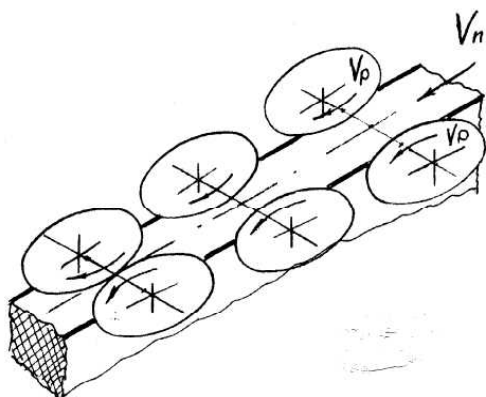


Рис. 3. Принципова схема запропонованого способу обрізування блока

Для порівняння визначимо лінійні швидкості крайок лез різальних інструментів при бажаних величинах подавання (транспортування). Вважаємо, що блок переміщуватиметься попутно зі швидкістю 2,4 м/с. Відповідно, приймаємо швидкість різання рівною $2,4 \times 1,2 = 2,88$ м/с, що відповідає лінійній швидкості крайки лез різального інструмента. При діаметрі різального інструмента 80 мм його частота обертання

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot V_{mp}}{\pi \cdot R} = \frac{30 \cdot 2,88}{3,14 \cdot 0,04} = 688 \text{ об/хв}, \quad (4)$$

що легко забезпечити серійними електродвигунами з керованою частотою обертання ротора за допомогою перетворювачів мережної частоти.

При зустрічному різанні, зважаючи на результати, отримані при експериментальних дослідженнях і на те, що крайки лез були нерухомими [2], можемо визначити оптимальну частоту обертання різальних інструментів, яка забезпечувала б зрізання корінців при необхідній шорсткості.

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot (V_{mp} - V_p)}{\pi \cdot R} = \frac{30 \cdot (2,4 - 1,5)}{3,14 \cdot 0,04} = 215 \text{ об/хв}, \quad (5)$$

Отже, використання пристроїв з обертовими круговими різальними інструментами забезпечуватиме (без проблем) можливість досягнення максимально необхідної продуктивності (18000 книжок за годину) потокових ліній для виготовлення книжок незшивним способом.

1. Полюдов О. М., Топольницький П. В. Безвистійне обрізування книжково-журнальної продукції багатолезовим інструментом // Поліграфія і видавнича справа. 1994. № 29. С. 6–8.
2. Топольницький П. В. Разработка безвистойной обрезки книжных блоков специальным многолезвийным режущим инструментом: Дис... канд. техн. наук. Львов, 1989.