

УДК 686.12.056

Книш О.Б., к.т.н.

Українська академія друкарства

ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ КОРИНЦЯ КНИЖКОВОГО БЛОКА ПРИ НЕЗШИВНОМУ КЛЕЙОВОМУ СКРІПЛЕННІ

Запропоновано нову технологію підготовки корінця книжкового блока до нанесення клею при незшивному клейовому скріпленні. Проаналізовано взаємозв'язок між технологічними параметрами обробки корінця та ймовірні варіанти формування його рельєфу дисковими різцями. За результатами аналітичних досліджень побудовано номограму для визначення необхідних режимів технологічного процесу обробки корінця книжкового блока.

Предложена новая технология подготовки корешка книжного блока к нанесению клея при бесшивном скреплении. Проанализирована взаимосвязь между технологическими параметрами обработки корешка и вероятные варианты формирования его рельефа дисковыми резцами. По результатам аналитических исследований построена номограмма для определения необходимых режимов технологического процесса обработки корешка книжного блока.

New technology of book shelfback preparation is offered to the pasting-up at the glue cleating. There were analysed an intercommunication between the technological parameters of folding treatment and credible variants of forming of its relief by the help of disk chisels. On results of analytical researches a nomogram was built for determination of the necessary modes of technological process of shelfback treatment.

Корінець, програмований рельєф, різець, незшивне клейове скріплення, крок канавок, переміщення, книжковий блок.

Аналіз [1] ринку книжково-журнальної продукції як в Україні, так і за кордоном засвідчує зростання частки продукції незшивного клейового скріплення (НКС) порівняно з іншими способами (скріплення нитками, дротом, скобами та ін.). Це пояснюється низкою переваг НКС, серед яких - поблочна обробка, висока продуктивність відповідного устаткування, низька собівартість продукції. Відомі і недоліки НКС, а саме: інтенсивне виділення паперового пилу та значний шум, що супроводжують процес обробки корінця, не завжди достатня міцність скріплення, недовговічність та незручне розкриття видань.

На думку фахівців [1, 2] основними факторами, які впливають на міцність та довговічність незшивного клейового скріплення є вид клею та якість підготовки корінця до його нанесення. Проблема якості клеїв, що застосовуються при НКС, стосується технології удосконалення витратних матеріалів і у даній статті не розглядається.

Аналіз досліджень і публікацій [3] присвячених удосконаленню технології та засобів підготовки корінця до нанесення клею засвідчив наступні їх напрямки:

- збільшення площі контакту між корінцем та клеєм;
- удосконалення конструкції різальних інструментів, що застосовуються для формування на корінці різноманітних канавок, прорізів та ін.;
- багатоступенева обробка корінця кількома інструментами почергово.

Проте, слід констатувати, що не завжди запропоновані способи та засоби обробки корінця забезпечують необхідний результат. Так, зокрема, не вирішеним залишається питання мінімізації утворення паперового пилу, що негативно впливає на якість клейового скріплення, а також створює несприятливі умови праці обслуговуючого персоналу; багатоступенева обробка корінця із застосуванням різноманітних інструментів не завжди створює передумови якісного клейового скріплення для різних видів паперу [4].

Відомі способи утворення дугоподібних перехресних канавок на корінці [3], але вони не забезпечують необхідної якості обробки корінця через хаотичне руйнування як волокон паперу, так і зв'язків між ними. У випадку запропонованого способу формування програмованого рельєфу забезпечується шляхом різання корінця дисковими різцями, що забезпечить значно кращу якість обробки корінця і, відповідно, кращу міцність і довговічність НКС.

Мета статті полягає в обґрунтуванні нового способу обробки корінця при НКС та пристрою для його реалізації; проведення аналітичних досліджень формування програмованого

рельєфу на корінці книжкового блока; встановлення кінематичних параметрів та моделювання за допомогою ПЕОМ ймовірного характеру утворення перехресних канавок на корінці.

Для вирішення окреслених вище завдань задачі підвищення міцності та довговічності НКС пропонується новий спосіб обробки корінця та інструмент для його реалізації. Для цього книжковий блок КБ (рис.1) встановлюється та фіксується між вітками транспортера 1, переміщується з постійною лінійною швидкістю у напрямку планшайби 2 із закріпленими на ній під гострим кутом γ дисковими різцями 3, що загострені під кутом α . Планшайба обертається із постійною швидкістю ω_1 навколо осі 4. Внаслідок взаємодії дискових різців із корінцем книжкового блока формується дугоподібний перехресний рельєф (рис.1, б) з характерними канавками глибиною Δ та кроком k . Повне формування рельєфу на корінці здійснюється протягом кількох обертів планшайби 2 з різцями 3. Після обробки корінця книжковий блок транспортується у секцію нанесення клею (на рисунку не показано).

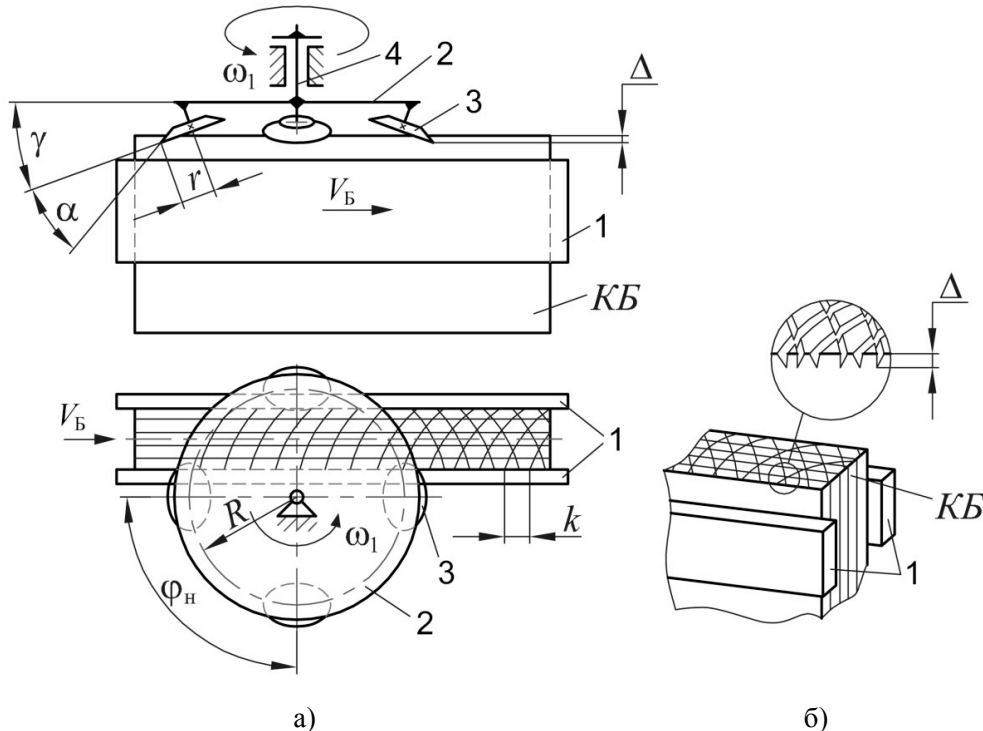


Рис. 1. Схема способу обробки корінця при НКС: принципова схема (а), вигляд програмованого рельєфу (б)

Розглянемо детальніше процес формування програмованого рельєфу, для чого проаналізуємо взаємний рух пари «книжковий блок – дисковий різець» (надалі для спрощення будемо оперувати терміном «ніж»). Умовно розіб'ємо один цикл руху ножа на чотири фази (рис.2): A_1A_2 – робоче переміщення із утворенням дугових канавок в одному напрямку; A_2A_3 – холостий хід (відсутність контакту між ножом та корінцем); A_3A_4 – робоче переміщення (повторне формування дугових канавок у іншому напрямку); A_4A_1 – холостий хід.

Формування програмованого рельєфу корінця можливе у двох випадках – при зустрічному русі (ЗР) (горизонтальна складова $S_{\text{нх}}$ руху ножа напрямлена у протилежний бік відносно напрямку переміщення блока (див.рис.2), та при попутному русі (ПР) (горизонтальна складова переміщення $S_{\text{нх}}$ ножа напрямлена в один бік з напрямком переміщення блока).

За початок координат приймаємо т. A_0 , через яку проведемо осі x і y та знаходимо значення характерних кутів – початку врізання ножа у корінець, робочих та холостих переміщень.

Кут φ_0 початку врізання ножа у корінець книжкового блока визначаємо із ΔA_0OA_1 :

$$\varphi_0 = \arcsin \frac{a - 0,5B}{R + r'} = \arcsin \frac{a - 0,5B}{R + r \cos \gamma}, \quad (1)$$

де a – міжосьова відстань (відстань між віссю обертання ножа та центром симетрії книжкового блока); B – товщина книжкового блока; R – радіус осі закріплення дискових різців на планшайбі;

$r' = r \cdot \cos \gamma$ – проекція радіуса r ножа на корінець книжкового блока (тут γ – кут нахилу дискового різця відносно корінця, див. рис. 1).

Кут φ_{p1} робочого переміщення ножа, протягом якого відбувається формування канавок на корінці книжкового блока по дузі A_1A_2 визначаємо із наступних геометричних залежностей:

$$(\varphi_0 + \varphi_{p1}) = \arcsin \frac{a + 0,5B}{R + r'} \Rightarrow \varphi_{p1} = \arcsin \frac{a + 0,5B}{R + r \cos \gamma} - \varphi_0,$$

та з урахуванням (1) і рівності робочих кутів $\varphi_{p1} = \varphi_{p2}$ на ділянках A_1A_2 і A_3A_4 отримаємо

$$\varphi_{p2} = \varphi_{p1} = \arcsin \frac{a + 0,5B}{R + r \cos \gamma} - \arcsin \frac{a - 0,5B}{R + r \cos \gamma}. \quad (2)$$

Відповідно, кути холостого переміщення ножа на ділянках A_2A_3 і A_4A_1 будуть рівними:

$$\varphi_{x1} = \pi - 2\varphi_0 - 2\varphi_{p1}, \text{ та } \varphi_{x2} = \pi + 2\varphi_0.$$

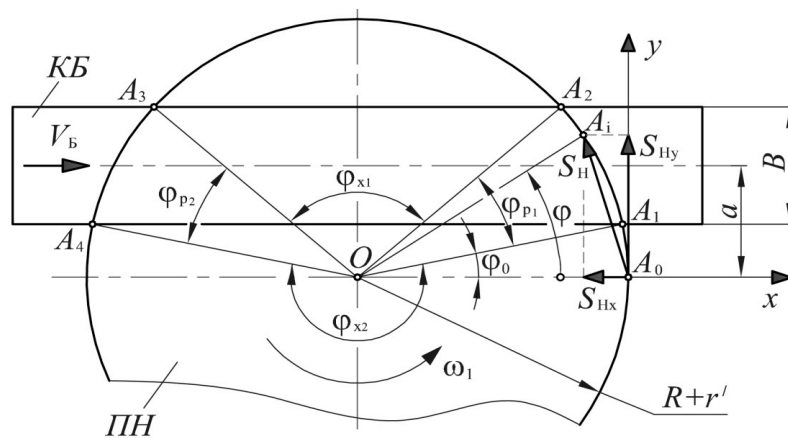


Рис. 2. Розрахункова схема до програмування рельєфу корінця

Як видно із отриманих залежностей (1) і (2), кут φ_0 початку врізання ножа у корінець та кути φ_{p1} і φ_{p2} робочих переміщень залежать від товщини книжкового блока B , конструктивних параметрів планшайби і дискових ножів (R , r , γ) та технологічного параметру – міжосьової відстані a .

Для побудови сліду точки леза ножа на корінці книжкового блока, що відтворює форму програмованого рельєфу, знаходимо взаємозв'язок між переміщенням S_n ножа та переміщенням S_b книжкового блока. Для цього переміщення S_n ножа на ділянці A_0A_1 розкладаємо на вертикальну S_{ny} та горизонтальну S_{nx} складові і визначаємо їх із геометричних залежностей (див.рис.2):

- вертикальна складова

$$S_{Hy} = (R + r') \cdot \sin \varphi = (R + r \cos \gamma) \cdot \sin \varphi; \quad (3)$$

- горизонтальна складова

$$S_{Hx} = (R + r') - (R + r') \cdot \cos \varphi = (R + r \cos \gamma) \cdot (1 - \cos \varphi). \quad (4)$$

Переміщення S_b книжкового блока на ділянках прорізування канавок (ділянки A_1A_2 та A_3A_4):

$$S_b = V_b \cdot T_p = V_b \cdot \frac{\varphi}{\omega_1}, \quad (5)$$

де T_p – період різання, φ – поточний кут повороту ножа на ділянках A_1A_2 та A_3A_4 , V_b – швидкість книжкового блока, $\omega_1 = \pi n / 30$ – кутова швидкість ножа.

Сумарна складова переміщень книжкового блока та ножа у горизонтальному напрямку, яка відтворює слід точки леза ножа на корінці, рівна

$$S_{\Gamma} = S_{\text{Б}} \pm S_{\text{Нх}} = V_{\text{Б}} \cdot \frac{\varphi}{\omega_1} \pm (R + r \cos \gamma) \cdot (1 - \cos \varphi). \quad (6)$$

В останньому виразі (6) знак «+» відповідає попутному рухові ножа, «-» – зустрічному.

Для визначення кроку k канавок визначаємо відстань $S_{\text{Бі}}$, на яку книжковий блок переміститься між фазами врізання ножів у корінець:

$$S_{\text{Бі}} = k = V_{\text{Б}} \cdot \frac{\varphi_{\text{н}}}{\omega_1} = V_{\text{Б}} \cdot \frac{60}{z \cdot n}, \quad (7)$$

де $\varphi_{\text{н}} = 2\pi/z$ – кут між дисковими ножами, z – кількість ножів.

Для проведення експериментальних досліджень запропонованого способу слід визначити частоту обертання ножа, виходячи з відомої швидкості переміщення книжкового блока, кількості ножів та потрібного кроку канавок. Відповідно із (7) отримаємо:

$$n = V_{\text{Б}} \cdot \frac{60}{z \cdot k}. \quad (8)$$

Результати аналітичних досліджень визначення частоти n обертання ножа за формулою (8) зведені у номограму, яка зображена на рис.3. При побудові номограм кількість дискових різців на планшайбі прийнята рівною $z=1 \div 8$ шт., зміна швидкості блока здійснена дискретно у межах $V_{\text{Б}}=0,25 \div 2,5$ м/с, а крок канавок вибрано у межах $k=5 \div 20$ мм. Такі границі обумовлені технічними характеристиками машин незшивного скріплення та рекомендаціями щодо оптимального кроку канавок [2, 3]. Частота обертання ножа обмежена величиною $n_{\text{max}}=6000$ об/хв., що пояснюється можливістю реалізації способу на діючих машинах незшивного скріплення.

Як видно із аналізу формули (8) та номограми, частота обертання ножа n прямо пропорційно залежить від швидкості $V_{\text{Б}}$ книжкового блока та зменшується при зростанні кількості ножів z та кроку канавок k . Так, наприклад, при заданих кроці канавок $k=10$ мм, кількості ножів $z=3$ та швидкості $V_{\text{Б}}=1,25$ м/с необхідна частота обертання ножа становить $n=2500$ об/хв.

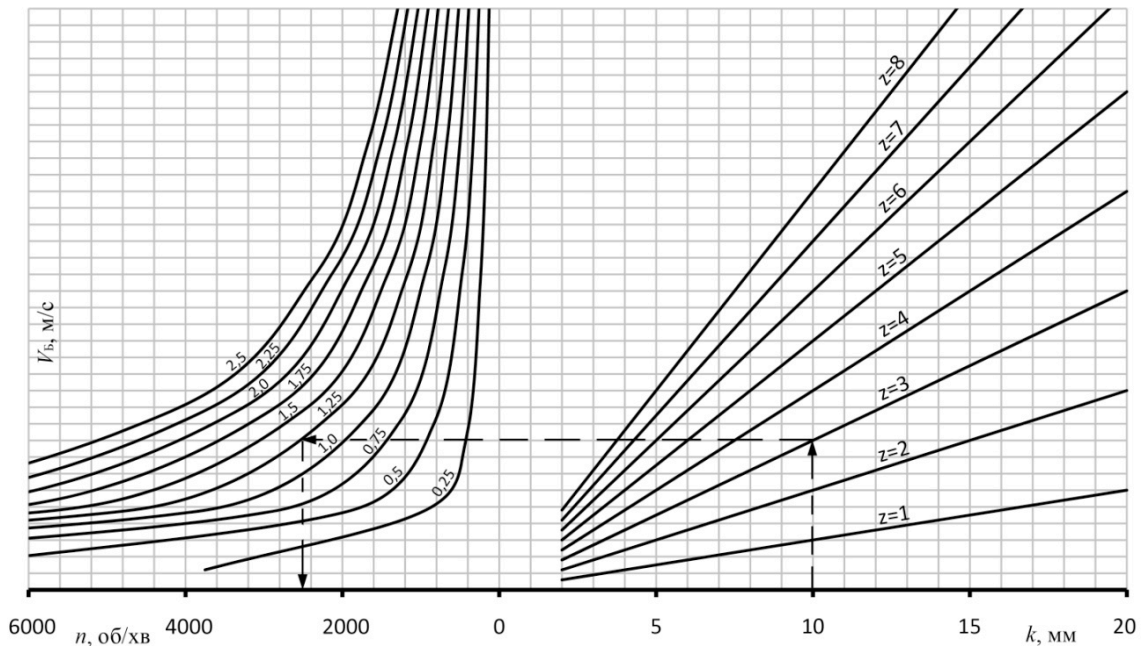


Рис. 3. Номограма розрахунку геометричних параметрів програмованого рельєфу корінця

Як приклад, для наочного відтворення вигляду програмованого рельєфу за допомогою ПЕОМ побудовано залежність $S_{\text{Нх}} = f(S_{\Gamma})$, на якій із кроком k зображено слід лез ножів на корінці книжкового блока (див.рис.4). При цьому для побудови використано наступні початкові дані: радіус планшайби $R=95$ мм, радіус дискового ножа $r=30$ мм, швидкість переміщення блока $V_{\text{Б}}=1$ м/с, частота обертів ножа $n=3000$ об/хв., кут нахилу дискового ножа відносно корінця $\gamma=30^\circ$, товщина книжкового блока $B=30$ мм, кількість дискових ножів $z=2$, міжосьова відстань $a=20$ та 55 мм, зустрічний та попутний рух ножа відносно книжкового блока. Такі конструктивні та технологічні параметри забезпечують формування канавок із кроком $k=10$ мм.

Аналіз форми програмованого рельєфу для кожного із досліджуваних випадків ілюструє певні їх відмінності. Так, наприклад, для $a=20$ мм (рис.4, а, б) кількість взаємного перетину канавок є мінімальною і становить 1, а при $a=55$ мм (рис.4, в, г) – 4. При цьому, така тенденція спостерігається як для ЗР, так і для ПР. Також відмічаємо і те, що нахил сформованих в одному напрямку дугових канавок відносно осі книжкового блока для ЗР (рис.4, а, в) є меншим, ніж для випадку ПР (рис.4, б, г), що пояснюється різним напрямком горизонтальної складової переміщення ножа при ЗР та ПР.

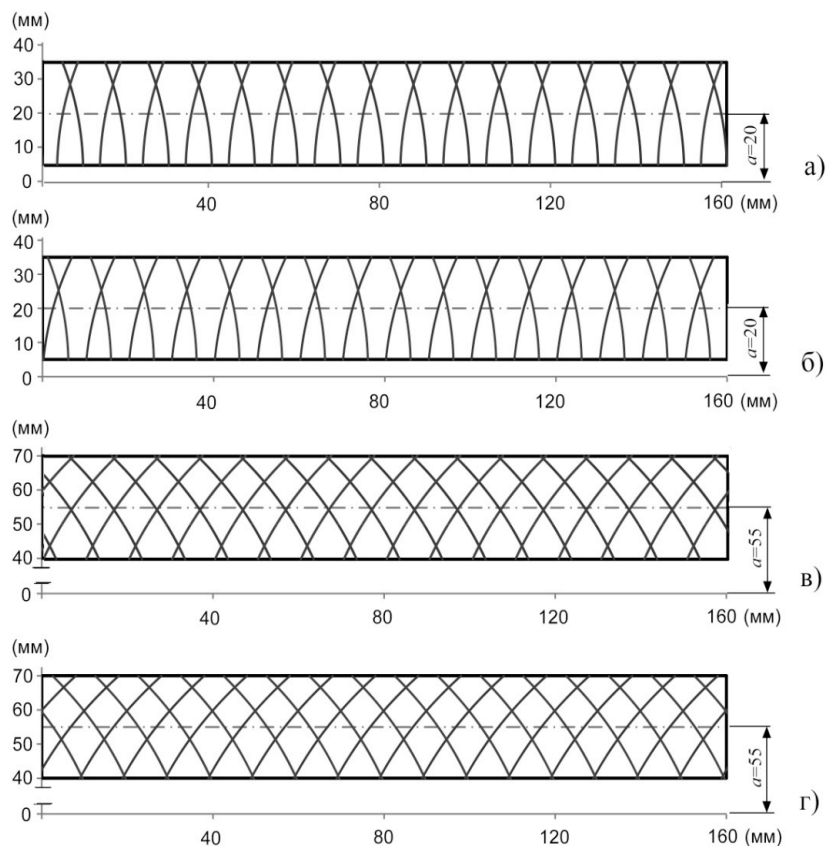


Рис. 4. Приклади програмування рельєфу корінця перехресними дугами:
ЗР, $a=20$ мм (а); ПР, $a=20$ мм (б); ЗР, $a=55$ мм (в); ПР, $a=55$ мм (г)

За результатами статті можна сформулювати *висновки*:

- запропонований спосіб формування програмованого рельєфу корінця створює кращі передумови для подальшого незшивного клейового скріплення книжкового блока;
- на основі проведених аналітичних досліджень встановлено технологічні та конструктивні параметри, що впливають на величину робочого кута різання;
- виведено аналітичну залежність та побудовано номограму для визначення необхідної частоти обертання ножа виходячи із заданого кроку канавок, кількості ножів та швидкості роботи машини незшивного скріплення;
- за результатами моделювання на ПЕОМ отримано зображення характеру сформованих канавок та встановлено, що зростання відстані між віссю книжкового блока та віссю обертання ножа збільшує кількість взаємного перетину дуг, а відтак, сприяє кращому клейовому скріпленню.

1. Гавенко С.Ф. Нормалізація технології незшивного клейового скріплення книг: теоретичні та практичні аспекти. – Львів: Каменяр, 2002. – 320 с.

2. Книш О.Б. Розробка технології та засобів дискретно-дотичного способу підготовки корінця книжкового блока до нанесення клею при клейовому скріпленні: Дис... канд. техн. наук: 05.05.01. – Львів, 2001. – 168 с.

3. Хведчин Ю. Й. Брошурувально-палітурне устаткування: Ч. 1: Брошурувальне устаткування: Підруч. / Ю.Й. Хведчин. – Львів: ТеРус, 1999. – 336 с.

4. Heinze I., Liebau D. Klebebinden, 1996. – 144 p.