

УДК 676.058.2

# Модернізація аркушерізального пристрою (розробка системи керування)

К.Я. Кандяк, к.т.н., Н.М. Кандяк, к.т.н., Українська академія друкарства, м. Львів

Сучасні досягнення науки і техніки докорінно змінили поліграфічну та пакувальну індустрію і сприяли підвищенню ефективності їхнього виробництва, поліпшенню якості виробництва продукції. В умовах появи нових різноманітних способів друку, поліграфічних матеріалів (зокрема композиційних), одним із найпоширеніших і найвідповідальніших є технологічний процес оброблення матеріалів різанням [1].

Вітчизняне обладнання (наприклад, ЛР1-120, ЛР2-120, ЛР4-120 та ін.), яке можна було придбати за поміркованими цінами не може задовольнити потреби сучасних виробництв. Ці машини мають низку технологічних недоліків:

- зміна формату регулюється зміною зубчастих коліс у приводі, а ця ручна операція складна і трудомістка;
- отримання аркушів із дискретним розміром, крок зміни 10 мм;
- ніж на барабані розташований під кутом до твірної, нерухомий ніж — під кутом до напрямку подачі стрічки, внаслідок чого площина зрізування матеріалу не перпендикулярна відносно бокового краю стрічки.

Для вирішення важливих проблем удосконалення аркушерізальних машин під час проектування та розроблення рекомендацій щодо їх експлуатації використовують результати теоретичних та експериментальних досліджень, наведених у працях закордонних та вітчизняних вчених [2–6].

У технологічних процесах виготовлення поліграфічної та пакувальної продукції використовується операція поперечного розрізування матеріалів, які подаються з рулону. Застосування цієї операції дає змогу підвищити продуктивність виробничого процесу та зменшити відсоток бракованих виробів порівняно з використанням заздалегідь нарізаних паперово-картонних заготовок, що постачаються на виробництво в стосах. Науково обґрунтовано технічну побудову аркушерізального обладнання та раціональних параметрів механізму ножового різання, яке здатне забезпечити формування аркушів у широкому діапазоні зміни розмірів з плавним їх регулюванням [7]. Для розрізування паперово-картонного полотна запропоновано аркушерізальний пристрій, який залежно від отримання необхідного формату аркуша забезпечує поперечне розділення матеріалу за умови різної швидкості його подачі в зону різання.

Привід ножа аркушерізального пристрою (рис. 1) забезпечується комбінованим кулісно-важільним механізмом 1 [7], що приводиться в рух від серводвигуна 2. Ци-

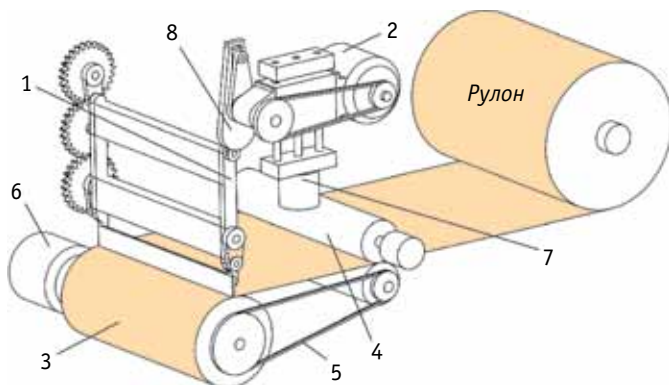


Рис. 1. Принципова схема запропонованого аркушерізального пристрою

ліндричний поліпропіленовий марзан 3 та подавальні валики 4 приводяться в рух через зубчатопасову передачу 5 від індивідуального серводвигуна 6.

Керування пристроєм здійснюється за схемою, наведеною на рис. 2. Складена програма управління для контролера, яка встановлює необхідні кінематичні параметри двигунам для отримання формату аркушів із безступінчастим його регулюванням. Спочатку кроковим двигуном 7 регулюється базова відстань в повнообертовому кривошипно-кулісному механізмі 8. Необхідна швидкість приводу подавальних роликів та циліндричного марзана, яка рівна горизонтальній складовій швидкості леза ножа під час розрізування матеріалу, забезпечується окремим двигуном 6 за допомогою розробленої програми управління. З контролера подається сигнал (задається швидкість) на драйвери двигунів, а енкодери здійснюють зворотній зв'язок з метою порівняння швидкості в пристрої із заданим програмою значенням. Як регулятор (порівняння заданих значень) використовується алгоритм ПІД-регулювання.

Для отримання потрібного формату аркушів необхідно налагодити базову відстань  $a$  (рис. 3) у повнообертовому кривошипно-кулісному механізмі [8].

$$\lambda = 1 - \frac{2 \cdot \pi}{L_i} \quad (1)$$

де  $\lambda = \frac{a}{r}$ , ( $a$  — базова відстань кривошипно-кулісного механізму,  $r$  — довжина кривошипа 1);  $L_i = L/r_6$ , ( $L$  — розмір картонного аркуша,  $r_6$  — радіус коромисла чотириланковика, до якого прикріплений ніж).

Зміна відносної базової відстані в кулісно-важільному механізмі привода ножа в межах  $-0,75 \leq \lambda \leq 0,75$  уможливує регулювання відносного розміру аркуша у напрямку переміщення стрічки в межах  $3,59 \leq L_i \leq 25,12$  (рис. 4). Аркушерізальний пристрій дає можливість отримати довжину аркушів в межах 360–2500 мм і максимальну ширину 840 мм.

Кутова швидкість куліси залежить від відносної базової відстані

$$\omega_2 = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d\gamma}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\lambda \cdot \cos\varphi + 1}{1 + 2 \cdot \lambda \cdot \cos\varphi + \lambda^2} [\omega_1], \quad (2)$$

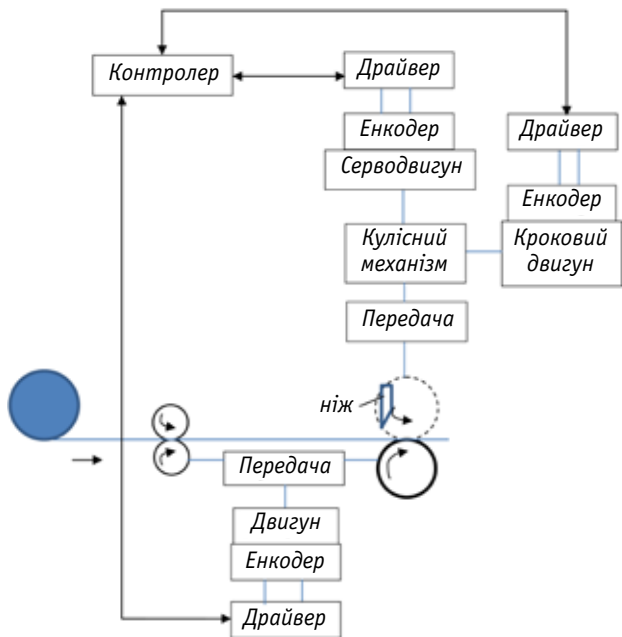


Рис. 2. Алгоритм керування аркушерізьальним пристроєм

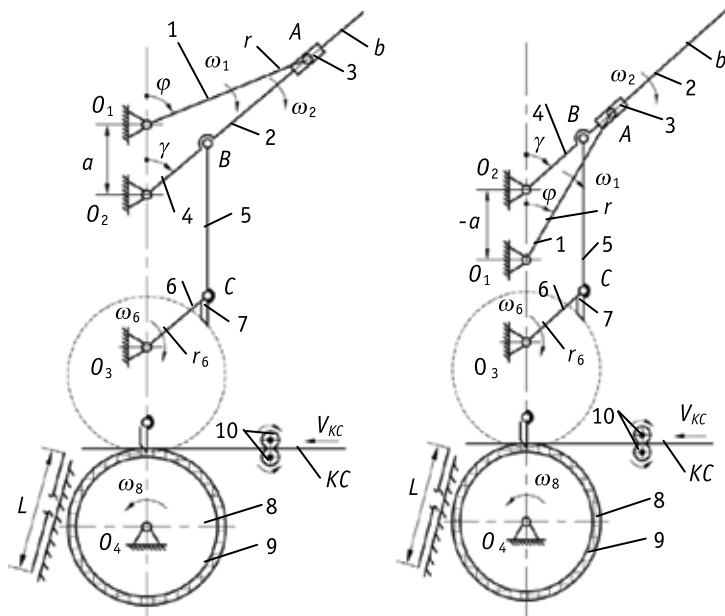


Рис. 3. Варіанти налагоджування різьального пристрою: 1 — кривошип, 2 — куліса, 3 — повзун, 4 — кривошип, 5 — шатун, 6 — коромисло, 7 — ніж, 8 — протиніж, 9 — марзан, 10 — засіб подачі картонної стрічки

За виразом (2) розраховані значення інваріанта кутової швидкості куліси для різних значень базової відстані, які графічно зображені на рис. 5.

Максимального значення швидкості куліса досягає в положенні кривошипа  $\varphi = 180^\circ$ , а мінімального — при куті  $\varphi = 0^\circ$ . Так, для  $\lambda = 0,45$  —  $\omega_{2\max} = 1,8$ , а при  $\lambda = 0,75$  —  $\omega_{2\max} = 3,86$ .

Розрізування стрічки здійснюється у положенні кривошипа  $\varphi = \gamma = \pi$  комбінованого механізму, кутові швидкості куліси 2 та коромисла 6 характеризуються максимальним значенням за умови додатного значення базової відстані (рис. 3а), а за умови від'ємного — мінімальним (рис. 3б)

$$\omega_2 = \omega_6 = \frac{[\omega_1]}{1-\lambda}, \quad (3)$$

Ефективне поперечне розділення картонної стрічки на аркуші можна досягти за допомогою забезпечення рівності лінійних швидкостей картонної стрічки КС, поверхні марзану та леза ножа у момент взаємодії з матеріалом стрічки

$$\omega_6 \cdot r_6 \cdot \cos \gamma_p = \omega_9 \cdot r_9, \quad (4)$$

де  $\gamma_p$  — кут у момент взаємодії крайки леза ножа з матеріалом стрічки.

Тоді число обертів циліндричного марзана

$$n_2 = \frac{60 \cdot \cos \gamma \cdot r_6}{(1-\lambda) \cdot r_9}, \quad (5)$$

де  $\omega_9$  — кутова швидкість марзана;  $r_9$  — його радіус.

Розроблена методика отримання формату аркуша з плавним його регулюванням логічно зв'язує геометричні й кінематичні параметри механізму поперечного розрізування рулону.

**Висновки.** Запропоновано новий аркушерізьальний пристрій та варіанти його конструювання, аналітичним шляхом встановлена залежність формату аркуша від базової відстані в кривошипно-кулісному механізмі. Розроблено рекомендації щодо системи керування аркушерізьального обладнання на основі застосування кулісно-важільного механізму привода ножа для удосконалення механізму поперечного різання матеріалу, що забезпечує зростання продуктивності обладнання завдяки оперативності налагоджування на інший формат аркушів з плавним його регулюванням.

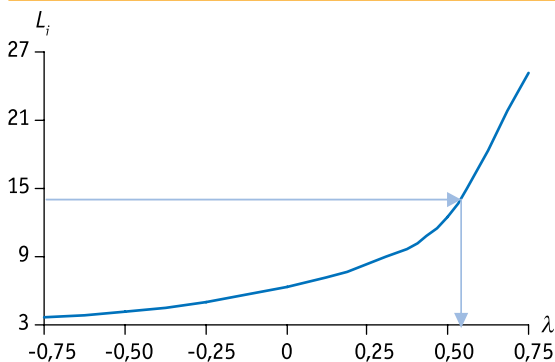


Рис. 4. Залежність відносного формату аркуша від відносної базової відстані

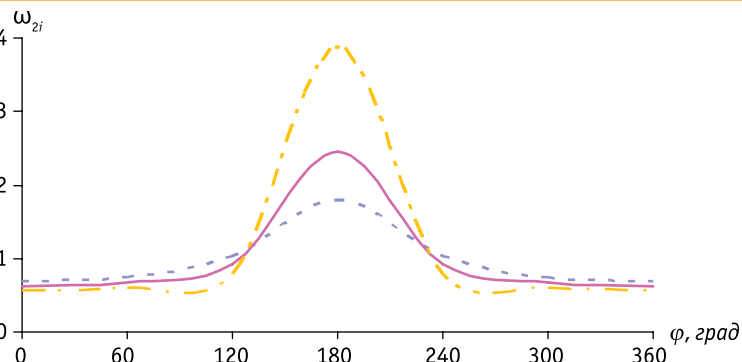


Рис. 5. Залежність інваріанта кутової швидкості куліси від кута повороту кривошипа для відносної базової відстані  $\lambda = 0,45$  (---);  $0,6$  (—);  $0,75$  (---)



## Література

1. Залога В.О. Спадкові принципи формування якості складних машинобудівних виробів при самоорганізації процесів проектування, виготовлення та експлуатації : монографія / В.О. Залога, К.О. Дядюра, В.В. Нагорний — Суми: Сумський державний університет, 2012. — 347 с.
2. Пат. 2013199 Российская Федерация, В26 D1/40. Устройство для поперечной резки полотна на мерные длины / Н.Г. Тарасенко; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Белокалитвинское металлургическое производственное объединение». — № 5013526/27; заявл. 02.08.1991; опубл. 30.05.1994.
3. Мордовин Б.М. Усилие резания и пути его снижения в бумагорезальных машинах // Тезисы докладов. — М.: Моск. полигр. ин-т, 1965. — С. 21–22.
4. Сумский С.Н. К выбору параметров летучих ножниц с четырехзвенным кривошипно-коромысловым механизмом резания — М.: Книга, 1973. — 236 с.
5. Поллюдов О.М. Механізм поперечного різання паперорізальних машин / О.М. Поллюдов, В.О. Кузнецов // Друкарство. — 2006. — №3 (68). — С. 37–39.
6. Пат. 99221 України, В26D1/34, В26D1/10. Пристрій для розрізування стрічки на аркуші з профільними контурами / І.І. Регей, О.І. Млинко, Ю.В. Ватуляк; заявник і власник патенту УАД. — № 201106836; заявл. 31.05.2011; опубл. 25.07.2012, Бюл. № 14. — 4 с.
7. Сенчина К.Я. Удосконалення аркушерізальних машин шляхом застосування комбінованого кулісно-важільного механізму привода ножа: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.01 «Машини і процеси поліграфічного виробництва» / К.Я. Сенчина : Укр. акад. друкарства. — Львів, 2013. — 20 с.
8. Регей І.І. Кінематика розрізування картонної стрічки на аркуші (інструментом з кулісним приводом) / І.І. Регей, К.Я. Сенчина // Упаковка. — 2010. — № 6. — С. 32–34. *Ж*

### Модернізація листорезального (розробка системи управління)

К.Я. Кандяк, к.т.н., Н.М. Кандяк, к.т.н.

В статті пропонуються варіанти компоновки і розроблений процес управління листорезального пристрою, аналітичним шляхом визначена залежність формату листа від базового розстояння. Отримані результати теоретичного і експериментального підходів можуть бути використані для проектування нових конструкцій обладнання і інструментів виходячи з функціонального призначення оброблюваних поліграфічних матеріалів.

*Ключевые слова:* бумажно-картонное полотно; кулісно-рычажный механізм; ножевое резание; базовое расстояние; цилиндрический марзан.

### Modernization of cutting sheets device (development of control systems)

K.Y. Kandyak, Ph.D., N.M. Kandyak, Ph.D.

The variants of arrangement offer and the process of management of cutting sheets device is worked out will build on, by an analytical way certain dependence of format of sheet on base distance. The got results of theoretical and experimental approaches can be drawn on for planning of new constructions of equipment and instruments coming from the functional setting of the processed polydiene materials.

*Keywords:* paper-cardboard linen; scene-lever mechanism; knife cutting; base distance; cylindrical clump.

# IT'S ALL IN THE WAY YOU LOOK AT IT

YOU CALL IT BLOWN FILM EXTRUSION  
WE CALL IT CREATION



ЗАРЕГИСТРИРУЙТЕСЬ  
для участия в BANDERA OPEN HOUSE  
Барьерная упаковка & конвертинг

**2 февраля - 12 марта, 2015 г**  
будет продемонстрирована  
в работе **НОВЕЙШАЯ**  
**ЭКСТРУЗИОННАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ**  
**ПРОИЗВОДСТВА 7-СЛОЙНОЙ**  
**ПЛЁНКИ**



**BANDERA**  
EXTRUSION INTELLIGENCE®

luigibandera.com



Представительство в Украине  
**ИНДУКО - УКРАИНА, ООО**  
Киев, ул. Сикорского, 8, офис 38  
тел.: +38 044 456 00 30  
+38 097 413 98 28  
o.popovych@induko-ukraine.com