

Розрізування картонної стрічки на аркуші

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

Проведення досліджень розрізування картонної стрічки, що розмотується з рулону, ставить за стратегічну мету вирішити завдання з обґрунтування конструктивної побудови запропонованого пристрою, що відрізняється від існуючого обладнання новими якісними функціональними можливостями [1]. Конструкція нового пристрою забезпечує якісне розрізування картону, отримання аркушів матеріалу з точними геометричними розмірами, плавне регулювання формату аркушів з картону.

Завданнями досліджень передбачено:

- реалізувати технологічний процес розрізування картонної стрічки засобами ножового різання, що приводиться в рух кривошипно-кулісним механізмом;
- оцінити якість розрізування картонної стрічки;
- отримати фіксовані значення силових параметрів під час різання картону різного виду та товщини вздовж та поперек волокон інструментами з різними кутами загострення різальної крайки;
- проаналізувати геометричні розміри отриманих аркушів на предмет їхньої стабільності.

Експериментальний стенд для дослідження процесу поперечного розрізування картонної стрічки укомплектований двигуном постійного струму 1 (рис. 1); пасовою передачею 2; кривошипно-кулісним механізмом 3; чотириланковиком 4 із приводом від зубчастих коліс 5, 6, 7; рухомим ножом 8; рухомим циліндричним марзано 9 з еластичним рукавом; пасовим механізмом 10 приводу марзана 9; засобом безперервної подачі картонної стрічки КС у зону різання 11.

Кривошипно-кулісний механізм 3 призначений для забезпечення нерівномірного обертання чотириланковика 4, необхідного для створення умов якісного розрізування картонної стрічки КС на аркуші.

Для дослідження силових параметрів різання картонної стрічки використано тензометричні засоби [2]. Електричним перетворювачем отриманих зна-

чень крутних моментів є тензорезистори, які змінюють свій опір під дією деформації. Наклеєні на вал 1 (рис. 2) тензорезистори 2 з'єднані за мостовою схемою опорів. Унаслідок опору, спричиненого різанням картону, вал зазнає деформацій, які фіксують тензорезистори. Сигнал від тензорезисторів підсилюється і подається на цифровий осцилограф та самописець, який під'єднаний до комп'ютера.

Блоком керування аналогові параметри оцифровуються та передаються на комп'ютер. У вікні програми (рис. 3) для управління електродвигуном відображаються: частота обертання ротора електродвигуна, напруга, струм, потужність.

Важливою умовою реалізації різання картону ножовим способом, отримання якісної площини розрізування матеріалу є забезпечення врізання різальної крайки інструмента в марзан на мінімальну глибину. Згідно з рекомендаціями, наведеними у праці [3], для створення умов якісного поперечного розрізування картонної стрічки і забезпечення умов продуктивного функціонування стенда експериментальні дослідження проводили за різних значень базової відстані в кривошипно-кулісному механізмі. Покращення функціонування стенда полягає у створенні умов узгодження горизонтальної складової швидкості різального леза інструмента зі швидкостями картонної стрічки і поверхнею марзана протягом періоду від врізання різальної крайки в матеріал до моменту повного його розділення.

Згідно з методикою експериментальних досліджень, для визначення лінійних зусиль різання картону за відомими розмірами інструмента та отриманими експериментальними значеннями моменту розраховували плече дії та величину зусилля різання. Точність отриманих результатів забезпечували багаторазовим повторенням експериментальних досліджень з наступним виведенням середнього значення досліджуваного параметра.

Під час досліджень розрізування стрічки використовували ножі з

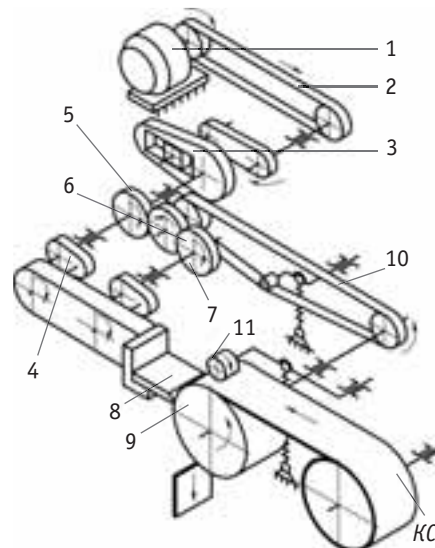


Рис. 1. Кінематична схема експериментального аркушерізного пристрою

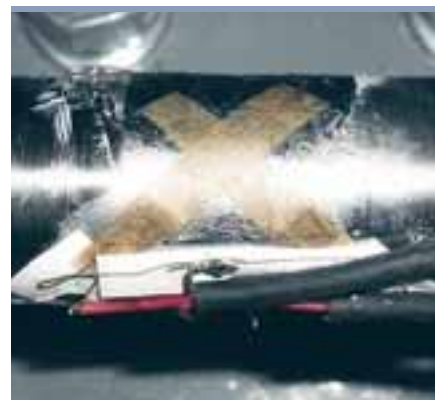


Рис. 2. Тензорезистори, наклеєні на вхідному валу

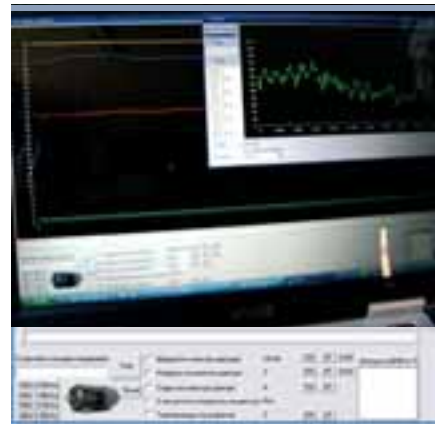


Рис. 3. Вікно програми керування електродвигуном

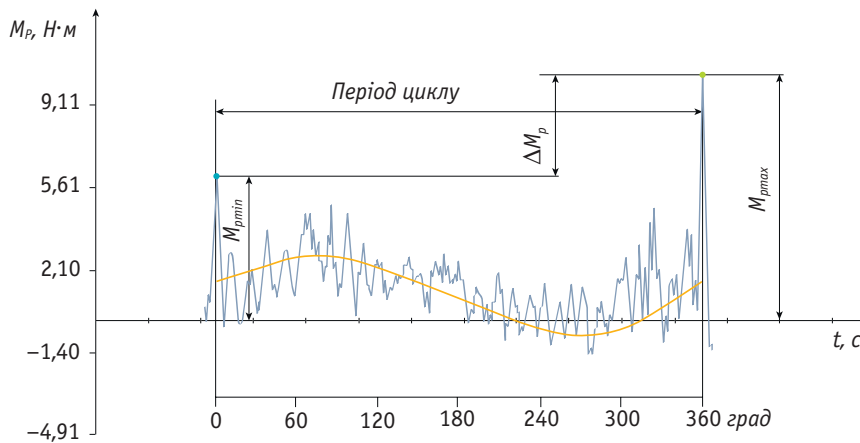
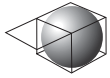


Рис. 4. Діаграми запису моментів на вхідному валу експериментального стенда: сили інерції мас (—); зусилля врізання інструмента в марзан (•); сумарної дії сил поперечного розрізування інструментом картонної стрічки та врізання різальної крайки у марзан (•); апроксимована крива інерційних навантажень (—)

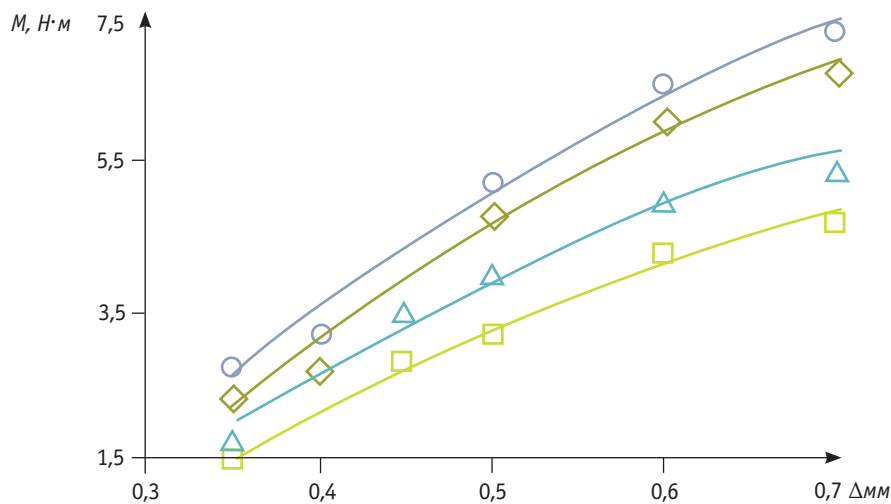


Рис. 5. Залежність моменту сили різання крейдового картону від його товщини: упоперек (—), вздовж (—) волокон без зміщення базової відстані в кривошипно-кулісному механізмі; упоперек (—), вздовж (—) волокон для $a = 50$ мм

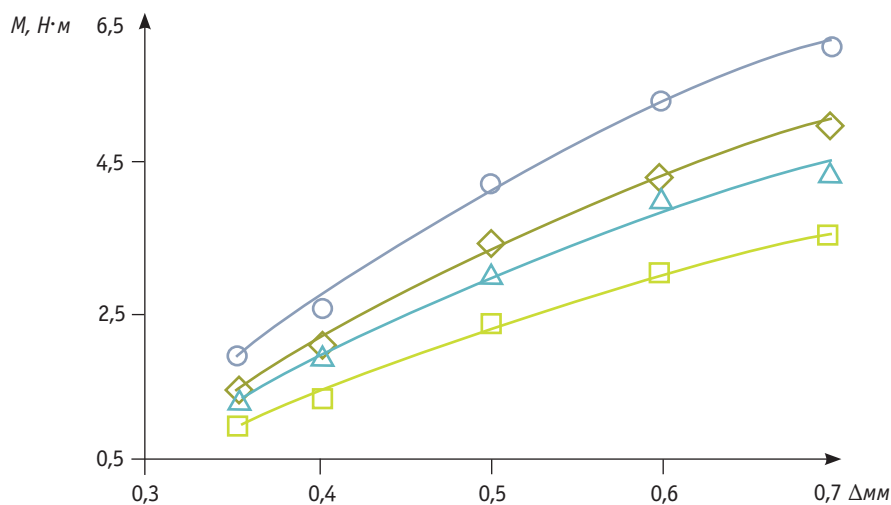


Рис. 6. Залежність моменту сили різання некрейдового картону від його товщини: упоперек (—), вздовж (—) волокон без зміщення базової відстані в кривошипно-кулісному механізмі; упоперек (—), вздовж (—) волокон для $a = 50$ мм

однолезовою прямолінійною крайкою. Досліджувані зразки виготовлені з крейдового та некрейдового картону хром-ерзац різної товщини. На рис. 4 зображені діаграми запису моментів, сили інерції експериментального стенда, сили врізання інструмента в рухомий марзан та комплексної сили з урахуванням технологічної сили поперечного розрізування картонної стрічки. Як видно з рисунка, інерційні навантаження (апроксимована крива) знаходяться (характер зміни — синусоїдальний), що підтверджує висновки теоретичних досліджень [1].

Для кожного виду картону та напрямку розташування волокон за отриманими діаграмами знаходили різницю:

$$\Delta M_p = M_{pmax} - M_{pmin}, \quad (1)$$

та, використовуючи тарувальний графік, розшифровували діаграму для отримання абсолютних значень моменту та сили поперечного розрізування картону.

Цікавими є результати експериментальних досліджень, пов'язані із зміною базової відстані в кривошипно-кулісному механізмі приводу інструменту. Установлено, що для базової відстані $a = 50$ мм момент сили різання поперек волокон крейдового картону завтовшки $\Delta = 0,7$ мм менший від аналогічного параметру за умови відсутності зміщення базової відстані в 1,4 разу (рис. 5). У разі різання вздовж волокон крейдового картону відношення

$$\frac{M_p(a = 50 \text{ мм})}{M_p(a = 0)}$$

більше у 1,6 разу.

Подібні результати були отримані при різанні некрейдового картону (рис. 6). Незначна відмінність зафіксована під час різання матеріалу завтовшки $\Delta = 0,7$ мм вздовж волокон, яка полягає в тому, що

$$\frac{M_p(a = 50 \text{ мм})}{M_p(a = 0)} \text{ більше в } 1,5 \text{ разу.}$$

Наведені співвідношення характерні для видів картону іншої товщини, використовуваних у дослідженнях. Отримані результати підтверджують наведений у праці [1] висновок про доцільність використання кривошипно-кулісного механізму, який забезпечує узгодження кінематичних параметрів інструмента, матеріалу та марзана

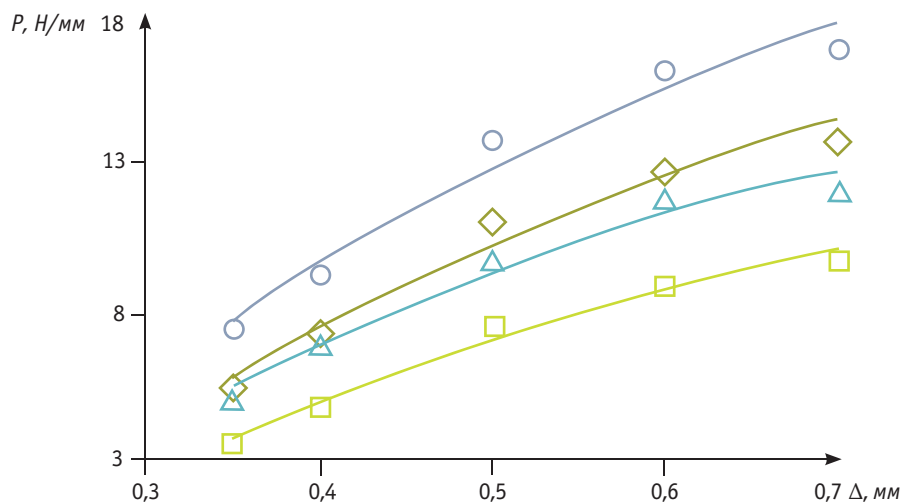


Рис. 7. Залежність лінійного зусилля різання некрейдованого картону від його товщини: уперек (—), вздовж (—) волокон без зміщення базової відстані в кривошипно-кулісному механізмі; уперек (—), вздовж (—) волокон для $a = 50$ мм

Таблиця. Коефіцієнти логарифмів апроксимованих залежностей				
Базова відстань	Вид картону	Коефіцієнти логарифму	Лінійні зусилля різання	
			Вздовж волокон	Уперек волокон
Без зміщення	Крейдований	A_0	14,84	14,82
		A_1	26,12	24,60
	Некрейдований	A_0	14,46	12,38
		A_1	22,74	18,74
$a = 50$ мм	Крейдований	A_0	11,35	10,57
		A_1	20,01	17,45
	Некрейдований	A_0	10,66	9,175
		A_1	16,60	13,28

протягом фази попереднього розрізування картонної стрічки.

На рис. 7 зображено графіки залежності лінійного зусилля різання від товщини некрейдованого картону вздовж та поперек волокон. Менші значення (змінюються в межах 3,5–9,6 Н/мм) лінійного зусилля різання зафіксовані для картону завтовшки 0,35–0,7 мм під час розрізування вздовж волокон із зміщенням базової відстані. Більші значення (більші від попередніх у середньому в 1,9 разу) лінійного зусилля виявлені під час розрізування картону поперек волокон з нульовою базовою відстанню механізму. Таким чином, можна стверджувати, що найбільше впливають на лінійні сили різання фізико-механічні характеристики картону (товщина, густина, вид), розташування волокон відносно крайки леза.

Отримані експериментальним шляхом дані уможливають їхню апроксимацію та виконання регресійного аналізу, що відображає тенденцію і уможливає прогнозування їхньої

подальшої зміни. Для апроксимації використано метод додавання лінії тренда у середовищі MS Excel, який передбачає відображення кривих у вигляді логарифмічної залежності:

$$q_p = A_0 \cdot \ln(\Delta) + A_{11}, \quad (2)$$

де A_i — коефіцієнти логарифмічної функції;

Δ — товщина картону.

Логарифмічні коефіцієнти апроксимованих залежностей лінійних зусиль різання картону різної товщини вздовж та поперек волокон наведено в таблиці.

Висновки

Отримані результати експериментальних досліджень підтвердили функціональну роботоздатність запропонованого кулісно-важільного механізму для поперечного розрізування картонної стрічки. Установлено, що площа зрізу матеріалу якісна, а найбільш важливими чинниками, що впливають на силове навантажен-

ня приводу, є вид і товщина картону, розташування волокон відносно напрямку розрізування матеріалу, величина врізання леза інструмента в марзан. Виявлено, що лінійні зусилля різання картону поперек волокон більші за аналогічний параметр, але в разі різання вздовж, у середньому в 1,3 разу. Збільшення базової відстані у повнообертovому кривошипно-кулісному механізмі призводить до зменшення моменту зусиль різання в 1,5 разу. Отримані результати уможливають виконання проектних розрахунків для конструювання нового аркушерізного обладнання.

Література

1. Регей І.І., Сенчина К.Я. Кінематика розрізування картонної стрічки на аркуші (інструментом з кулісним приводом) // Упаковка. — 2010. — № 6. — С. 32–34.
2. Пучкин Б.И. Приклеиваемые тензодатчики сопротивления. — М.-Л.: Энергия, 1966. — 89 с.
3. Сенчина К.Я. Дослідження енергосилових характеристик кулісно-важільного механізму при розрізуванні картонної стрічки // Упаковка. — 2011. — № 3. — С. 20–22.

Резание картонной ленты на листы

К.Я. Сенчина, Н.М. Кандяк, к.т.н.

Авторами проведены экспериментальные исследования технологических нагрузок, возникающие в процессе резания картона различного вида, толщины и расположения волокон относительно направления резания. Получены линейные усилия резания картонного материала. В статье установлено влияние базового расстояния полнооборotного кривошипно-кулисного механизма на силовую нагрузку привода. Полученные результаты могут быть использованы для проектирования нового листорезального оборудования.

Ключевые слова: картонная лента; тарировочный график; момент от усилия резания; линейные усилия.

Cutting of cardboard tapes on sheets

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

There were conducted experimental researches of the technological efforts that arise in the process of cutting different species, thickness of cardboard and depend of fibers location relative to the cutting knife. It was found the influence of the frame of crank-rocker mechanism on the force capacity of drive. The received results can be used for design new kinds of cardboard cutting equipment.

Key words: cardboard tape; strain gauges; calibration chart; linear efforts.