

На рис. 4 зображено залежність моменту M на приводному валу від довжини різання $l_{\text{різ}}$ (довжини боку обрізуваного блока). Обрізувалися блоки завтовшки 36 мм з крейдованого (довжина різання 220, 320 і 450 мм) та офсетного (довжина різання 210, 290, 320 і 410 мм) паперу. Швидкість транспортування блоків під час обрізування становила 2,7 м/с.

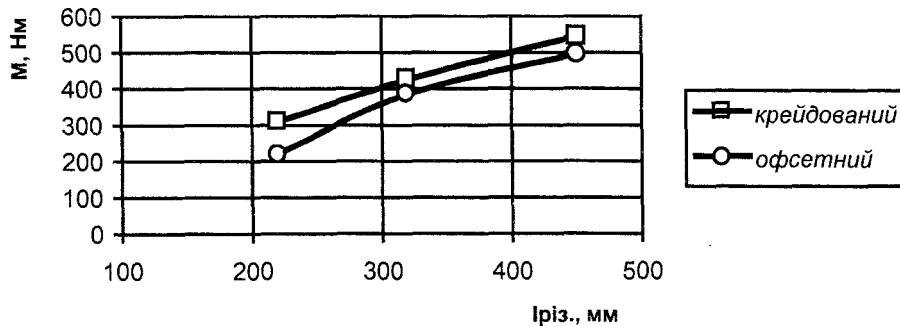


Рис. 4. Зміна моменту M на приводному валу залежно від довжини різання

Збільшення довжини різання спричиняє зростання моменту на приводному валу пасових транспортерів. Це пояснюється зростанням сил різання завдяки більшій кількості лез, одночасно задіяних у процесі обрізування. Так, наприклад, якщо при довжині різання 220 мм одночасно задіяно приблизно 15 лез, то при довжині різання 450 мм – 30.

Проведені дослідження дозволили отримати об'єктивну оцінку технологічних навантажень, важливу для використання при проектуванні як системи транспортування блоків, так і приводу машини в цілому, і разом з тим підтвердили правомірність зроблених раніше теоретичних висновків щодо цих параметрів [1].

1. Полюдов О.М., Топольницький П.В., Харченко Є.В., Стахів Р.Б. Розрахунок динамічних навантажень на елементи системи транспортування книжкових блоків // *Машинознавство*. 1999. №4. С.56–60. 2. Топольницький П.В. Вплив механічних властивостей і розмірних показників паперу на сили різання // *Наукові записки УАД*. Львів, 2000. Вип.2. С.9–12.

УДК 621.798

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИСІКАННЯ РОЗГОРТОК ПАКОВАНЬ КОМБІНОВАНИМ СПОСОБОМ

О.М. Полюдов, І.І. Регей, Я.М. Угрин, М.О. Галишин

Аналізуються існуючі способи виготовлення розгорток пакувань з картону. Пропонується нова конструкція пристрою для висікання розгорток комбінованим способом. Розроблена методика оцінки довжини лінії контакту інструментів з картоном у зоні висікання.

Анализируются существующие способы изготовления разверток упаковок из картона. Предлагается новая конструкция устройства для высекания разверток комбинированным способом. Разработана методика оценки длины линии контакта инструментов с картоном в зоне высекания.

Сьогодні підприємства пакувальної промисловості для виготовлення розгорток пакувань з картону найбільше використовують тигельне обладнання з плоскими бігувально-висічними формами. Таке обладнання уможливує продукування широкою гамою картонних розгорток складної конфігурації. Водночас цей спосіб має і ряд недоліків. Так, наявність циклових механізмів призводить до зниження продуктивності та зростання інерційних навантажень. Відзначається високою вартістю виконання робіт. Рентабельність можлива тільки за умови виготовлення великих обсягів розгорток. Устаткування тигельного типу є габаритним, метало- та ене-

ргоємним внаслідок значних технологічних навантажень, що виникають у зоні бігування (перфорування) та висікання – операцій, що здійснюються одночасно.

Для зменшення технологічних навантажень при виготовленні картонних розгорток проводилися наукові дослідження та конструкторські розробки [2,3]. Ряд фірм випускає тигельне обладнання з бігувально-вирубними формами, а також обладнання з комбінованим і ротаційним принципом дії. В устаткуванні з використанням бігувально-вирубної форми зменшення технологічних навантажень досягається за рахунок відсутності контакту вирубних ножів з плитою, на якій розміщується картонна заготовка, і виконання операцій вирубубання та бігування зі зміщенням у часі. Разом з тим, використання способу вирубубання доцільне тільки за умови виробництва великих обсягів однотипних розгорток з огляду на складність і значну вартість виготовлення вирубного штампа та неможливість переналагодження на інший тип і формат розгорток.

У машинах комбінованого та ротаційного способів дії зменшення технологічних навантажень досягають шляхом обмеження площі контакту висікально-бігувальної форми з опорною циліндричною поверхнею. Комбінований спосіб має ряд недоліків: зворотно-поступальний рух талера з формою, що створює значні інерційні навантаження; складність конструкції форми; марний (зворотний) хід, який знижує продуктивність. Ротаційний спосіб передбачає використання висікально-бігувальних форм, вартість яких у десятки разів перевищує вартість плоских [1]. Окрім того, недосконалістю ротаційних висікально-бігувальних форм є тривалий термін налагодження ротаційного висічного вузла через його складність. Внаслідок зсуву зображення на лицевому боці відносно зворотного ротаційний спосіб не забезпечує високої якості продукції; обмежує діапазон оброблюваних матеріалів.

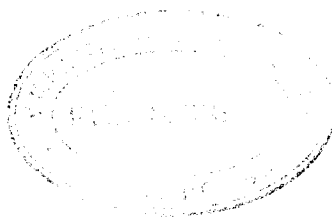
Таким чином, пошуки та реалізація нових способів виготовлення картонних розгорток, які дозволили б зменшити технологічні навантаження й створити малогабаритне, метало- та енергоощадливе і дешеве обладнання, є актуальними. Ця проблема важлива і з огляду на розвиток приватних малих підприємств, що спеціалізуються на виготовленні картонних паковань.

На кафедрі поліграфічних машин УАД запропоновано нову конструкцію пристрою для висікання картонно-паперових розгорток комбінованим способом, в якому відсутні циклові механізми, а виготовлення картонних розгорток супроводжується незначними технологічними зусиллями за рахунок мінімізації площі контакту в зоні висікання „картон – опорна поверхня”. За матеріалами запропонованої конструкції висічного пристрою отримано позитивне рішення на видачу патенту на винахід.

Пристрій для висікання картонних розгорток складається із станини 1 (рис. 1), на якій нерухомо кріпиться штанцювальна форма 2 з картонною заготовкою 3. На станині пристрою встановлений вал 4 для приводу котка 5 у формі зрізаного конуса з гільзою 6. На кінці осі конуса міститься ролик 7, який прокочується між верхньою 8 і нижньою 9 напрямними, забезпечуючи якісне висікання по всій довжині твірної конуса. Верхня напрямна, виготовлена у вигляді кільцевого сектора, призначена для притискання котка до штанцювальної форми.

Пристрій працює таким чином. У вихідному положенні коток розташований поза робочою площиною штанцювальної форми. Після встановлення на штанцювальній формі картонної заготовки приводиться в рух вал, у результаті чого коток починає обертатись. У момент, коли коток накочується на висічну форму з картоном, ролик входить під дугу напрямної 8, за рахунок чого забезпечується притискання твірної котка з гільзою до інструментів висічної форми. Висікання і бігування завершуються в момент виходу твірної котка за межі штанцювальної форми. В цей час ролик виходить з-під напрямної 8.

Оскільки бігувально-висічні інструменти можуть бути розташовані на формі довільно, важливо оцінити довжину лінії контакту висічного інструмента з картоном, від якої залежить технологічне навантаження.



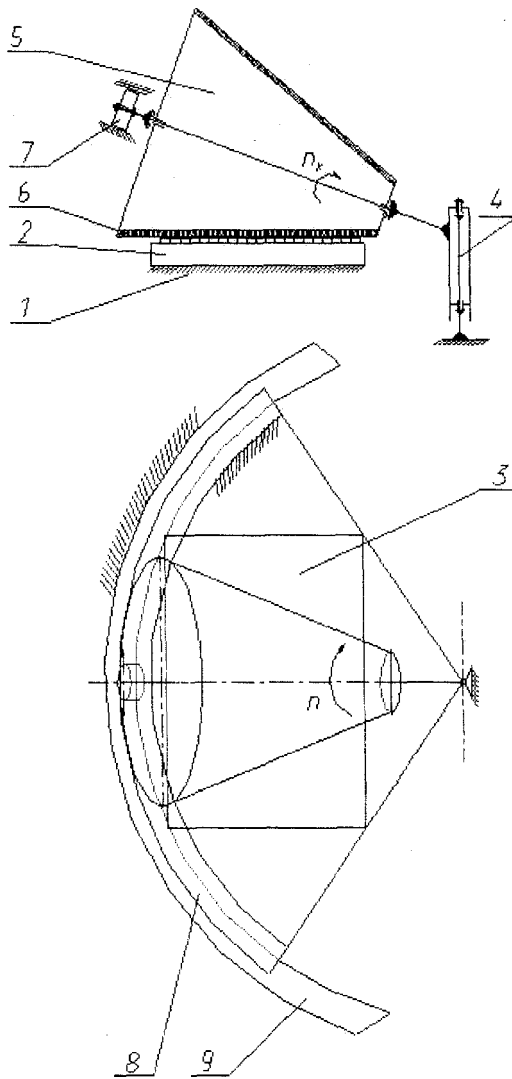


Рис. 1. Схема пристрою висікання розгорток паковань з картону

Розглянемо варіант розташування висічної (бігувальної) лінійки перпендикулярно до твірної конуса. Довжину лінії контакту інструмента з картоном можна визначити за формулою

$$k_1 = k_2 = \sqrt{d_n \cdot \Delta - \Delta^2}, \quad (1)$$

де k_1 – довжина лінії контакту в парі „конус–картон” при обертанні конуса за годинниковою стрілкою; k_2 – довжина лінії контакту при обертанні конуса проти годинникової стрілки; Δ – товщина картону; d_n – діаметр перетину конуса в точці контакту конуса з висічною (бігувальною) лінійкою.

За умови довільного розташування висічної лінійки на формі складові довжини лінії контакту лез інструмента з картоном будемо визначати, виходячи з таких міркувань і позначень: перетином конуса площиною, паралельною твірній, є парабола; вершина параболи та вісь обертання котка збігаються; розташування цієї площини визначається товщиною картону Δ (рис. 2); передній край висічної форми міститься на відстані h від осі обертання котка; нахил висічної чи бігувальної лінійки відносно твірної конуса визначається кутом φ ; b – відстань від осі обертання котка до точки перетину твірної конуса з висічним (бігувальним) інструментом; d і D – відповідно, менший і більший діаметри конуса-котка; a – ширина висічної форми.

Записавши рівняння прямої у загальному вигляді і канонічне рівняння параболи [4] та провівши відповідні перетворення, отримаємо загальні рівняння для знаходження складових частин довжини контакту леза інструмента з картоном.

Для аналітичних досліджень довжини лінії контакту висічної лінійки з опорною поверхнею робочу зону висікання поділимо на дві ділянки, обмежені умовною параболою та форматом форми (рис. 2). Згідно з наведеною схемою, значення параметра k_1 знаходяться у першій чверті, а k_2 – у третій. Першу і третю чверті умовно розіб'ємо на дві ділянки, обмежені значеннями кута розташування висічного інструмента на площині форми. Для значення k_1 одна з ділянок визначається діапазоном $0 \leq \varphi \leq \varphi_1$, а друга – $\varphi_1 < \varphi \leq 90$. Третя чверть поділена на

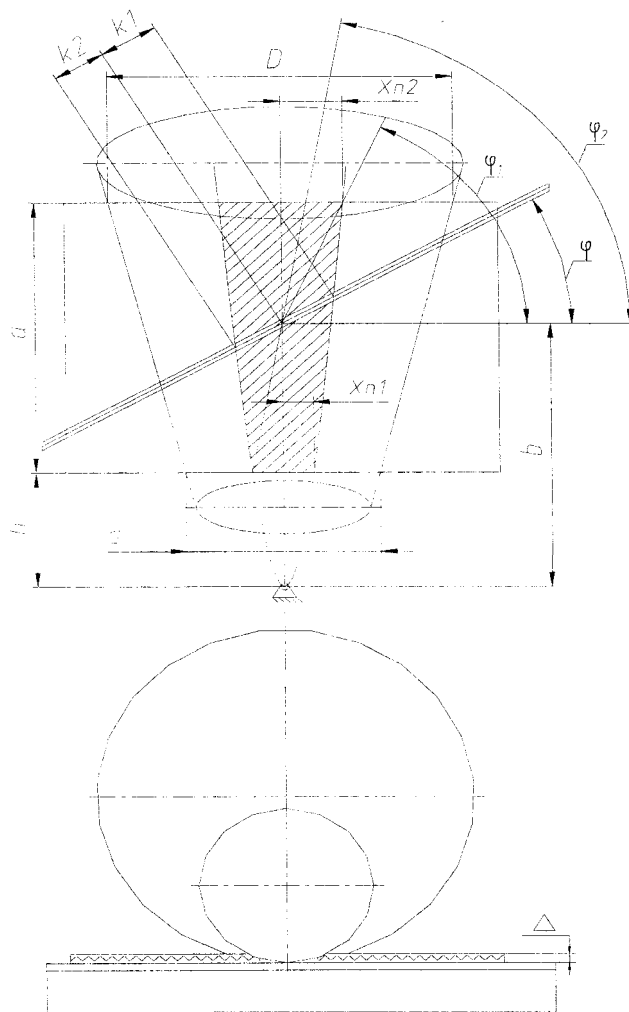


Рис. 2. Схема розрахунку складових частин довжини лінії висікання

ділянки, які визначаються діапазоном кута $0 \leq \varphi \leq \varphi_2$ та $\varphi_2 < \varphi \leq 90$. Зауважимо, що при зміні кута нахилу і розміщенні висічної лінійки довжину k_1 лінії висікання на ділянці $0 \leq \varphi \leq \varphi_1$ обчислюємо за формулою (2), а на ділянці $\varphi_1 < \varphi \leq 90$ – за формулою (3). Якщо $0 \leq \varphi \leq \varphi_2$, то k_2 знаходимо за формулою (4), на ділянці $\varphi_2 < \varphi \leq 90$ – за формулою (5).

$$k_1 = \left\{ \left[\frac{\left(\frac{n}{h} \cdot \operatorname{tg} \varphi + 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{n}{2 \cdot h} \right)^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi + \frac{n \cdot b}{h}} \right)^2 \cdot h}{4 \cdot n} \right] - b \right\}^2 + \left\{ \frac{\left(\frac{n}{h} \cdot \operatorname{tg} \varphi + 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{n}{2 \cdot h} \right)^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi + \frac{n \cdot b}{h}} \right)^2}{2} \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

де $n = d \cdot \Delta - \Delta^2$.

$$k_1 = \frac{h + a - b}{\cos(90 - \varphi)}. \quad (3)$$

$$k_2 = \left\{ \left[\frac{\left(\frac{n}{h} \cdot \operatorname{tg} \varphi - 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{n}{2 \cdot h} \right)^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi + \frac{n \cdot b}{h}} \right)^2 \cdot h}{4 \cdot n} \right] - b \right\}^2 + \left\{ \frac{\left(\frac{n}{h} \cdot \operatorname{tg} \varphi - 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{n}{2 \cdot h} \right)^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi + \frac{n \cdot b}{h}} \right)^2}{2} \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

$$k_2 = \frac{b - h}{\sin \varphi}. \quad (5)$$

За наведеними формулами складено програму для розрахунку складових частин довжини лінії контакту інструмента з картоном у зоні висікання. Як приклад, на графіках (рис.3а,б) зображено зміну значень k_1 , k_2 залежно від φ для прийнятих геометричних параметрів пристрою: $d = 40$ мм, $b = 60$ мм, $h = 30$ мм, $a = 100$ мм. Змінними параметрами у дослідженнях була товщина картону $\Delta = 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2$ мм у діапазоні кута φ розташування висічного інструмента від 0 до 90° .

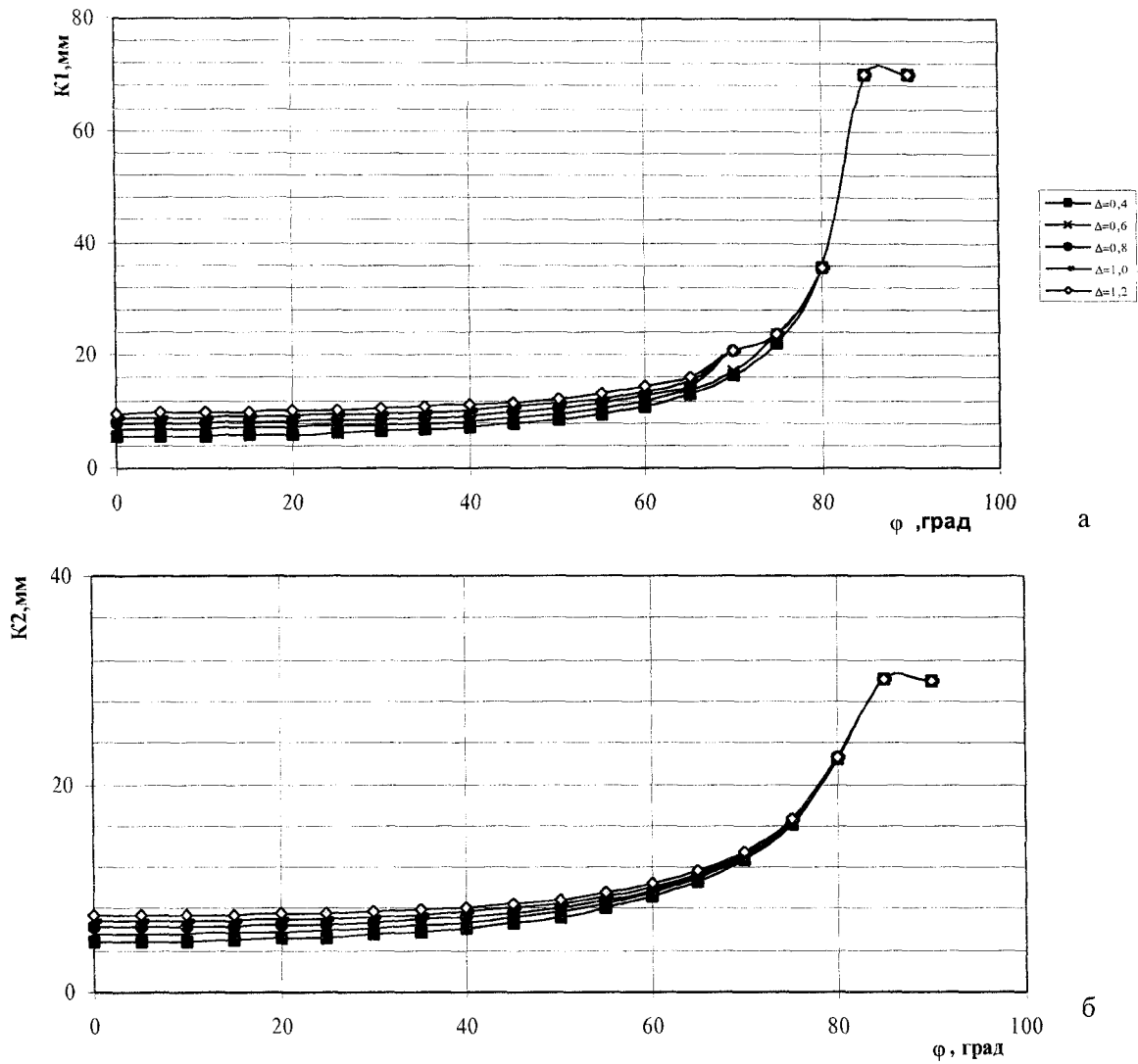


Рис. 3. Залежність довжини лінії контакту висічного інструмента з опорною поверхнею котка від величини кута його нахилу

Як видно з графіків, збільшення ϕ призводить до зростання довжини лінії контакту висічного інструмента з опорною поверхнею котка. При досягненні максимального значення ϕ спостерігається деяке зменшення k_1 і k_2 , оскільки їх довжини обмежені форматом висічної форми.

Розроблена методика дозволяє розраховувати довжину лінії контакту інструмента з опорною поверхнею висічної форми будь-якої конструкції для визначення технологічного зусилля і потужності привода.

1. Арабський Р., Арабський Ю. Штампи для висікання картонних упаковок. Львів. 1996. 2. Банах Ю.О. Технологічні навантаження в процесі штанцювання і шляхи їх зменшення // Поліграфія і видавнична справа. 1997. №32. С.67–70. 3. Рогов І.І., Полюдов О.М. Безштампове виробництво картонних упаковок // Упаковка. 1998. №3. С.26. 4. Шнайдер В.Е. и др. Краткий курс высшей математики. М., 1972.