



Виготовлення великоформатних розгорток тари з гофрокартону

(дослідження кінематичних параметрів дискових інструментів)

І.І. Рєгей, д.т.н., П.І. Бегень, к.т.н., Т.В. Коваль, Українська академія друкарства, м. Львів

В наш час у світі спостерігається ріст споживання тари з різних сортів картону з річним обсягом 24,2 млн т, а на її виготовлення витрачається 180–185 млрд м² пакувального матеріалу [1]. Значну частку цього сегменту складає тара з гофрокартону, що використовується для перевезення харчових продуктів, напоїв та промислових виробів до складських приміщень, місць їх зберігання та реалізації. Використання штандувального обладнання для виготовлення розгорток тари з гофрокартону обмежене форматом робочої зони [2], що утруднює застосування для їх продукування однієї суцільної заготовки. Тому великоформатні розгортки виготовляють з декількох, які пізніше склеюють чи зшивають дрітними скобами, що ускладнює технологічний процес. Окрім того, така тривала процедура виготовлення гофророзгорток негативно впливає на жорсткість, геометричну точність та вартість кінцевого продукту.

Наявний комплекс недоліків запропоновано усувати застосуванням нового технологічного процесу та реалізовувати використанням засобу виготовлення великоформатних розгорток з гофрокартону методом ножичного різання заготовки КЗ (рис. 1), зафіксованої на нерухомих протиножах 1, дисковими рухомими інструментами 2 [3]. Розмір щілин між різальними крайками протиножів і товщина дисків щільно припасовані, що забезпечує якісне різання гофрокартону. Застосування такого комплексу інструментів надає технічно-технологічні переваги над плоскою штандувальною формою: зібрані на каретці комплекти зручно переналагоджувати на різні формати розгорток і вирізувати пази у гофрокартоні різної довжини та ширини. Запропоновано каретки комплектувати індивідуальними приводами, що забезпечує їх просте позиціонування в зонах обробки гофркартонних заготовок залежно від їх геометричного розміру.

Вузол вирізування пазів у гофрокартоні складається зі стола 1 (рис. 2), привода інструментів, що включає кривошип 2, шатун 3, повзун 4, який рухається зворотно-поступально вздовж напрямних 5. Після вирівнювання й фіксування на столі 1 картонної заготовки КЗ при русі повзуна зліва направо зубчасте колесо 6 (завдяки зачепленню з нерухомою рейкою 7) передає обертовий рух валу 8 та дисковим ножем 9, різальні крайки яких контактують із загостреними протиножами 10 і прорізають пази в заготовці КЗ. Відрізні ножі 11 та протиножі 12 зрізають картонні смужки в поперечному напрямку.

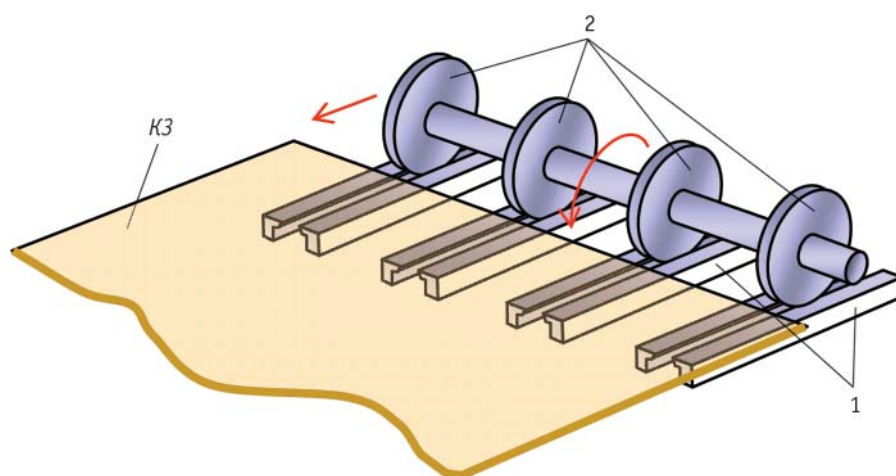


Рис. 1. Схема виготовлення пазів у великоформатній картонній заготовці ножичним різанням дисковими інструментами

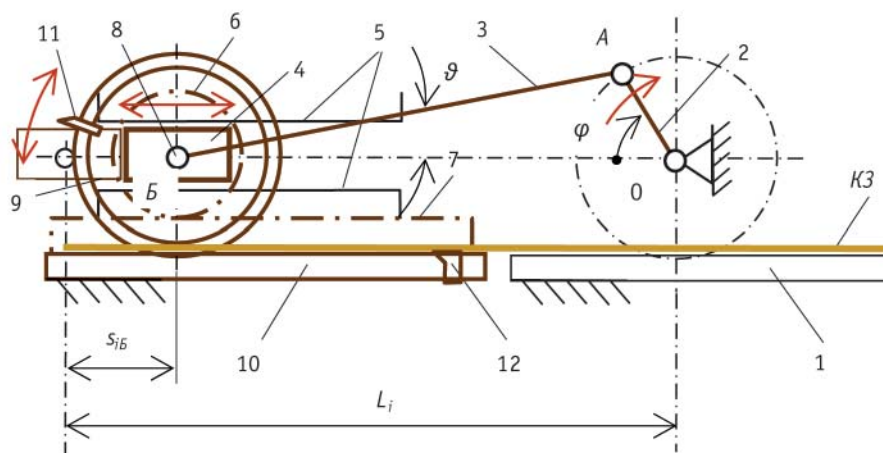


Рис. 2. Кінематична схема вузла вирізування пазів у великоформатній картонній заготовці

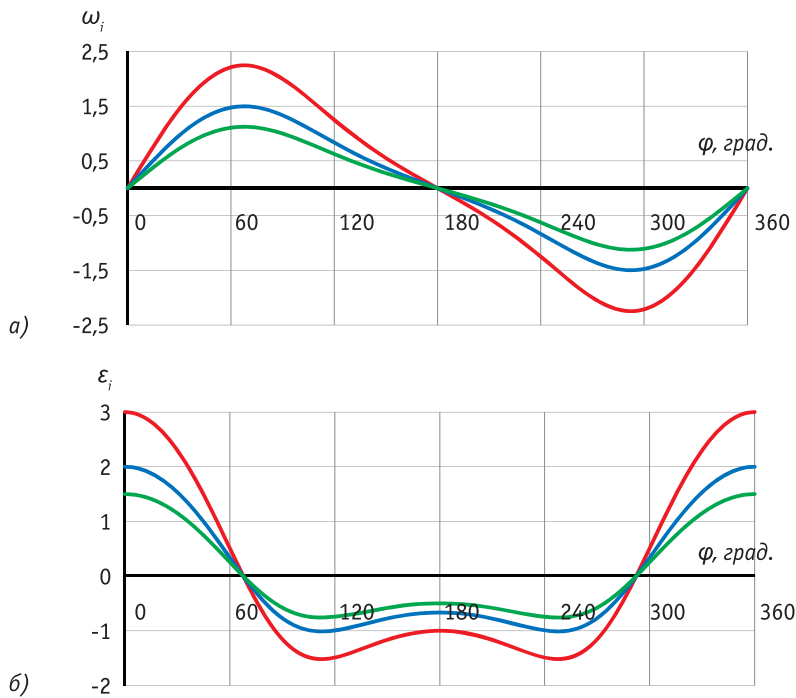


Рис. 3. Графіки залежності від кута повороту кривошипа відносних кінематичних параметрів: кутової швидкості (а) та кутового прискорення (б) дискових інструментів для відносного радіуса зубчастого колеса 0,5 (—); 0,75 (—); 1,0 (—)

Для привода каретки з інструментами використано кривошипно-повзунний механізм, в якому кінематичні параметри рухомих елементів є змінними, що впливає на його інерційні навантаження. Для їх дослідження введемо відносні геометричні параметри: $R_2 = 1$ – радіус кривошипа 2 (тут $R_2 = OA$); $\lambda_3 = l_3/R_2$ – відносна довжина шатуна 3 (тут $l_3 = AB$). Відносне лінійне переміщення повзуна 4 (рис. 2) знаходимо з проекції кривошипно-повзунного контуру на горизонтальну вісь [4]:

$$s_{iB} = L_i - \cos \varphi - \lambda_3 \cos \vartheta, \quad (1)$$

де $L_i = \lambda_3 + 1$ – відносна відстань від осі обертання кривошипа 2 до крайнього лівого положення повзуна 4; φ – поточний кут повороту кривошипа 2; ϑ – кут нахилу шатуна 3 до горизонтальної осі.

Кут нахилу шатуна 3 знайдемо з проекції кривошипно-повзунного контуру на вертикальну вісь:

$$\vartheta = \arcsin \left(\frac{\sin \varphi}{\lambda_3} \right). \quad (2)$$

Диференціюванням виразу (1) отримуємо інваріант швидкості повзуна 4:

$$V_{iB} = \frac{ds_{iB}}{d\varphi} = \sin \varphi + \lambda_3 \sin \vartheta \frac{d\vartheta}{d\varphi}. \quad (3)$$

З врахуванням (2) вираз (3) набуває вигляду:

$$V_{iB} = \sin \varphi + \lambda_3 \sin \vartheta \cos \varphi. \quad (4)$$

Для знаходження інваріанта лінійного прискорення повзуна 4 диференціюємо вираз інваріанта його швидкості:

$$W_{iB} = \frac{dV_{iB}}{d\varphi} = \cos \varphi + \lambda_3 \left[\cos \vartheta \left(\frac{d\vartheta}{d\varphi} \right)^2 + \sin \vartheta \frac{d^2\vartheta}{d\varphi^2} \right], \quad (5)$$

де $\frac{d^2\vartheta}{d\varphi^2} = \frac{\cos^2 \varphi \cdot \sin \vartheta}{\lambda_3^2 \cdot \cos^3 \vartheta} - \frac{\sin \varphi}{\lambda_3 \cdot \cos \vartheta}$ – кутове прискорення шатуна 3. Інваріанти кутової швидкості й кутового прискорення зубчастого колеса 6, вала 8 і дискових інструментів 9 отримуємо за залежностями:

$$\omega_{i6,8,9} = \frac{\sin \varphi + \lambda_3 \sin \vartheta \frac{d\vartheta}{d\varphi}}{\lambda_4}, \quad (6)$$

$$\varepsilon_{i6,8,9} = \frac{\cos \varphi + \lambda_3 \left[\cos \vartheta \left(\frac{d\vartheta}{d\varphi} \right)^2 + \sin \vartheta \frac{d^2\vartheta}{d\varphi^2} \right]}{\lambda_4}, \quad (7)$$

де $\lambda_4 = R_6/R_2$ – відносний радіус зубчастого колеса 6.

За залежностями (6), (7) виконано розрахунки інваріантів кутової швидкості та кутового прискорення дискових інструментів для різних значень відносного радіуса зубчастого колеса. Графічні результати наведено на рис. 3.

Як видно з графіка (рис. 3а), відносна кутова швидкість дискових інструментів плавно наростає та спадає протягом кута повороту кривошипа від значення $\varphi = 0^\circ$ до $\varphi = 180^\circ$. Аналогічний характер кривих спостерігається при переміщенні інструментів у протилежний бік. Виявлено пікові значення $\omega_{i \max} = 1,12; 2,24$ для відносного радіуса зубчастого колеса $\lambda_4 = 1,0; 0,5$. Відносне кутове прискорення дискових інструментів характеризується піковими значеннями на початку та наприкінці циклу. Для $\lambda_4 = 1,0; 0,5$ (рис. 3б) зафіксовано $\varepsilon_{i \max} = 1,5; 3,0$.

Отримані вирази та визначені значення кінематичних параметрів складових вузла вирізування пазів у заготовках з гофрокартону необхідні для визначення потужності, що витрачається на переборювання інерційних навантажень, спричинених масою елементів вузла різання, що мають поступальний та обертовий рухи.

Висновки. Потреба у забезпеченні сучасних промислових товарів габаритною транспортною тарою пов'язана зі складністю виготовлення її розгортки на штандувальному обладнанні, що обмежене форматом робочої зони. Тому великоформатні розгортки формують з декількох окремих шляхом склеювання чи зшивання дрітцями скобами, що суттєво ускладнює технологічний процес. Для усунення недоліків запропоновано новий технологічний процес та розроблено вузол виготовлення великоформатних розгортки методом ножичного різання картонних заготовок за допомогою дискових рухомих інструментів, що приводяться в рух кривошипно-повзунним механізмом. Виведено математичні вирази та визначено ін-



варіанти кінематичних параметрів складових вузла вирізування папів, необхідних для дослідження потужності, що витрачається вузлом на виготовлення елементів великоформатної розгортки з гофрокартону.

Література

1. Шредер В.Л., Пилипенко С.Ф. Упаковка из картона. Киев : ИАЦ «Упаковка», 2004. 560 с.
2. Регей І.І. Енергоощадна технологія і засоби виготовлення розгортки картонного пакування : монографія. Львів : Вид-во УАД, 2009. 176 с.
3. Регей І.І., Коваль Т.В. Розроблення засобу виготовлення розгортки тари з гофрокартону методом ножичного різання. Міжнародна науково-практична конференція з проблем видавничо-поліграфічної галузі : тези доп. (м. Київ, 20 квіт. 2017 р.). Київ, 2017. С. 66–70.
4. Полюдов О.М. Механіка поліграфічних і пакувальних машин : навчальний посібник. Львів : Вид-во УАД, 2005. 178 с.

Изготовление крупноформатных разверток тары из гофрокартона (исследование кинематических параметров дисковых инструментов)

И.И. Регей, д.т.н., П.И. Бегень, к.т.н.,

Т.В. Коваль

Установлено, что обеспечение современных промышленных товаров габаритной транспортной тарой из гофрокартона связано со сложностью изготовления ее разверток на штандцевальном оборудовании. Крупноформатные развертки получают из нескольких отдельных путем склеивания или шитьем проволоочными скобами, что существенно усложняет технологический процесс. Для устранения недостатков предложен новый технологический процесс и разработан узел изготовления крупноформатных разверток методом ножичного резания дисковыми подвижными инструментами. Для их привода применен кривошипно-ползунный механизм. Получены математические выражения и определены инварианты кинематических параметров составных узла изготовления пазов в заготовках из гофрокартона.

Ключевые слова: гофрокартон; габаритная транспортная тара; дисковый инструмент; кривошипно-ползунный механизм; инвариант; кинематические параметры.

Manufacturing of large-sized involutes of corrugated cardboard packaging (research of disk tools kinematic parameters)

I.I. Rehei, DThSc, P.I. Behen, PhD,

T.V. Koval

It has been established that the provision of modern industrial goods by the large-sized distributional packaging of corrugated board is related to the complexity of manufacture of involutes using die-cutting equipment. Large-sized involutes are obtained from several individual by gluing or binding with saddle stitching, that greatly complicates the technological process. A new technological process is proposed to eliminate the drawbacks and the unit for manufacturing large-sized involutes by means of scissor cutting with moving disk tools is developed. To drive the tools is applied crank-sliding mechanism. In the article has been obtained mathematical expressions and invariants of kinematic parameters of unit components for slot manufacturing in corrugated cardboard involutes.

Key words: corrugated board; large-sized distribution packaging; disk tool; crank-sliding mechanism; invariant; kinematic parameters.

ЛУЧШЕЕ

**ЦИФРОВОЕ РЕШЕНИЕ
ДЛЯ ПЕЧАТИ КАРТОННОЙ
УПАКОВКИ**

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ
ОФСЕТНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ**

**СЕМИКРАСОЧНАЯ
КОНФИГУРАЦИЯ**

HP INDIGO 12000

Автоматизированная интеллектуальная
система контроля качества

| высокая скорость печати - 3450 листов в час
в режиме 4/0 | большой формат - 750 x 530 мм
| улучшение экономики печати | возможность
двухсторонней печати | широкий спектр материалов

UNIPRINT

ООО "UNIPRINT"
03040 Киев,
Васильковская, 1, офис 116
Тел. +38 (044) 490 34 60
Факс +38 (044) 490 34 61
www.uniprint.ua

ЛУЧШЕЕ