

Прорізування гофрованого картону дисковим інструментом (аналітично-експериментальне дослідження)

I.I. Регей, д.т.н., Т.В. Коваль, Українська академія друкарства, м. Львів



Рух товарів від виробника до споживача є важливою складовою їх реалізації з повним збереженням кількості, якості та товарного виду на всьому шляху від складських виробничих площ через прилавки магазинів до помешкань покупців. Для цього служить транспортна тара, основна задача якої полягає в забезпеченні логістичного зв'язку між виробником та споживачем. У наш час вагомий сектор займає транспортна тара з гофрокартону, на виготовлення якої щорічно витрачається 180–185 млрд м² пакувального матеріалу [1]. Попит на гофротару пов'язаний із низкою пріоритетних властивостей гофрованого картону [2]. Серед них:

- відносно невелика власна вага порівняно з іншими пакувальними матеріалами, що полегшує процеси завантаження-вивантаження товарів та сприяє заощадженню пального при логістичних операціях;
- компактність (тару з гофрокартону постачають на підприємства в складеному плоскому вигляді, а збирають в об'ємну конструкцію безпосередньо перед пакуванням);
- універсальність та багатофункціональність (можливість використання для транспортування товарів із різноманітними властивостями: як харчових, так і промислових);
- можливість природного відтворення сировини для гофрованого картону, його повторне використання як сировини.

Варто відмітити актуалізацію потреби в продукуванні великогабаритної тари з гофрованого картону для пакування побутової техніки, виробів сантехніки, меблів, спортивного інвентарю тощо. Як приклад, вертикальний розмір картонної тари для пакування елементів складаного басейну (входить висота H (рис. 1) та розміри двох клапанів B) становить понад 2 м, що перевищує максимальний формат штандувальних пресів. Щоб вийти з такої ситуації, великоформатні розгортки тари з гофрокартону виробники виготовляють з декількох окремих, які пізніше з'єднують (зшивають дрютяними скобами), що ускладнює технологічний процес, негативно впливає на жорсткість, геометричну точність і вартість кінцевого продукту.

Запропоновано пристрій для виготовлення великоформатних розгорток із гофрокартону з використанням ножичного різання картонних заготовок КЗ (рис. 2), зафіксованих на нерухомих протиножах 1, дисковими рухомими інструментами 2, які закріплені на валу 3 каретки (на рисунку не показано). У пристрої різальні крайки протиножів 1 щільно припасовані до бокових поверхонь рухомих дисків 2 для забезпечення якісного різання гофрокартону. Переваги нового пристрою полягають у зручності переналаджування на різні формати та в можливості виготовлення в широкоформатних розгортках клапанів різної довжини й ширини без заміни інструментів [3].

При створенні обладнання з виготовлення великоформатних розгорток необхідно дослідити силові па-



Рис. 1. Порівняння висоти великоформатної тари з гофрокартону зі зростом людини

раметри прорізування пазів у гофрованому картоні дисковими інструментами, що важливо для обґрунтування споживаної потужності привода. Проведенням на експериментальному стенді досліджень обробки різанням зразків КЗ (рис. 3) з гофрокартону заготовки Δ при накочуванні диска 2 радіусом R виявлено формування в них окремих зон I і II [4]. Ці зони обмежені дугами A_1A_2 та A_2A_3 . У зоні I відбувається поступове деформування гофрованого шару з точки A_1 , яке набуває максимального значення в точці A_2 . У зоні II zdeформований гофрокартон між точками A_2 і A_3 зрізується завдяки взаємодії різальних крайок диска 2 та протиножів 1.

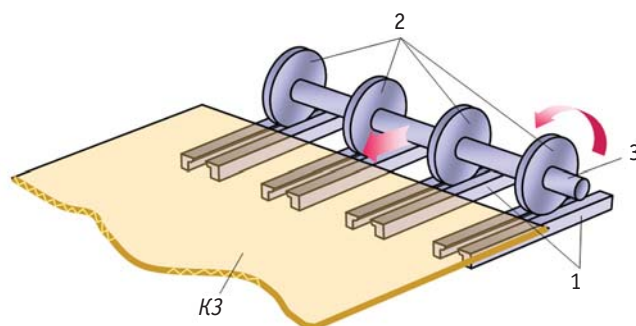


Рис. 2. Схема пристрою для виготовлення великоформатних розгорток із гофрокартону

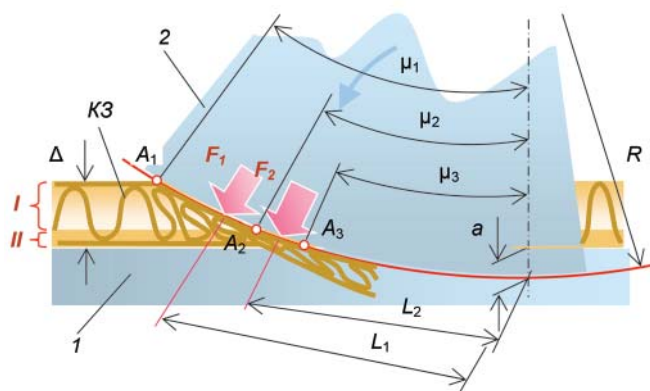


Рис. 3. Схема формування в гофрокартоні зон деформування I та різання II при накочуванні дискового інструмента

Утворення зон деформування гофрованого шару та зрізування ділянки картону пов'язані з протіканням різних технологічних процесів, що ґрунтуються на силовому переборюванні інструментами різних технологічних опорів (зусиллям деформування картону F_1 та різанням його здеформованої ділянки F_2):

$$F_1 = q_1 \cdot l_1 \cdot b, \quad (1)$$

$$F_2 = q_2 \cdot l_2, \quad (2)$$

де q_1 – площинне зусилля деформування гофрокартону; l_1 – довжина дуги A_1A_2 ; b – ширина дискового інструмента 2; q_2 – лінійне зусилля зрізування здеформованого гофрокартону; l_2 – довжина дуги A_2A_3 . Дуги ділянок деформування та зрізування гофрокартону обмежені кутами $\mu_1 - \mu_2$ та $\mu_2 - \mu_3$.

Обробка гофрокартону реалізується створенням на валу дискового інструмента моментів сил деформування ділянки матеріалу та його різання, які отримані експериментальним шляхом:

$$M_1 = F_1 \cdot L_1, \quad (3)$$

$$M_2 = F_2 \cdot L_2, \quad (4)$$

де L_1, L_2 – плечі дії сил F_1 та F_2 .

Площинну силу деформування та лінійну силу різання знаходимо за виразами [4]:

$$q_1 = \frac{M_1}{b \cdot R \cdot \sqrt{2R \left(a + \Delta_2 + \frac{\Delta_1}{3} \right) \left[\arccos \frac{R - (a + \Delta)}{R} - \arccos \frac{R - (a + \Delta_2)}{R} \right]}}, \quad (5)$$

$$q_2 = \frac{M_2}{R \cdot \sqrt{2R \left(a + \frac{\Delta_2}{2} \right) \left[\arccos \frac{R - (a + \Delta_2)}{R} - \arccos \frac{R - a}{R} \right]}}, \quad (6)$$

де a – перекриття інструментів, Δ_1 і Δ_2 – товщина зон деформування I і зрізування II гофрованого картону дисковим інструментом.

За результатами проведених експериментальних досліджень та виконаних розрахунків за виразами (5), (6) отримано значення площинних сил деформування та лінійних сил різання різних зразків із гофрованого картону в двох взаємно перпендикулярних напрямках (рис. 4). Номером зразка позначено: 1 – тришаровий ($\Delta = 3$ мм); 2 – тришаровий ($\Delta = 4$ мм); 3 – п'ятишаровий ($\Delta = 4$ мм); 4 – п'ятишаровий ($\Delta = 7$ мм) гофрокартон.

Як видно з гістограм, деформування ділянок гофрованого картону впоперек супроводжуються меншими значеннями площинної сили, ніж у поздовжньому напрямку розташування гофрованого шару, в середньому в 1,3 раза (рис. 4а). При різанні зразків впоперек гофрованого шару виявлено, що лінійні зусилля різання більші, ніж при обробці різанням уздовж, у 1,1 раза для зразка 1 та в 1,2 раза для зразка 4 (рис. 4б).

Висновки. Транспортна тара з гофрокартону займає вагомий сектор, а попит на неї пов'язаний із низкою пріоритетних властивостей пакувального матеріалу. Виявлено технологічне обмеження штандовального обладнання при продукуванні великоформатних розгортки з гофрокартону. Запропоновано пристрій для їх виготовлення за допомогою дискових рухомих інструментів, що контак-

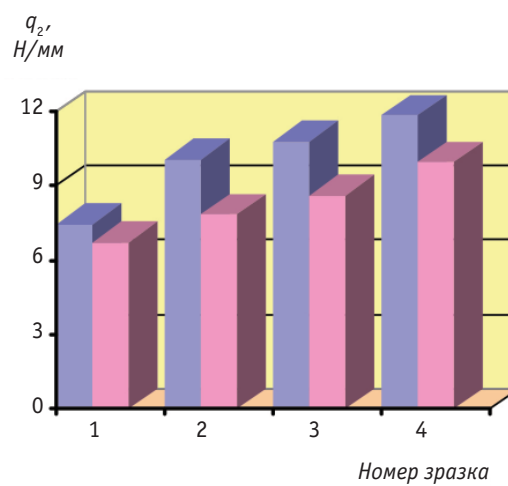
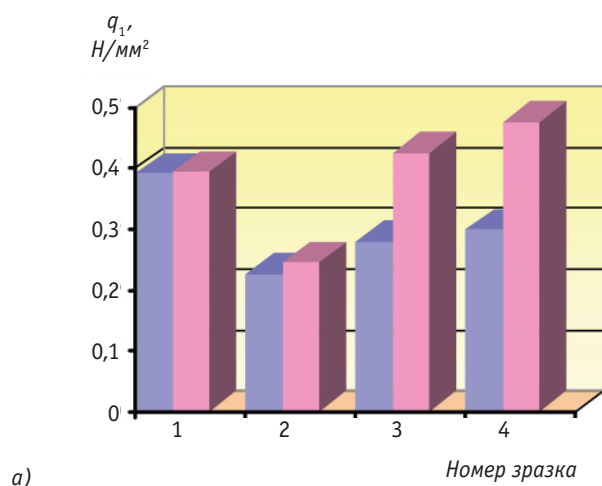


Рис. 4. Площинні зусилля деформування (а) та лінійні різання (б) зразків із гофрокартону дисковим інструментом впоперек (■) та вздовж (■) напрямку розташування гофрованого шару

тують із нерухомими протиножами. За результатами експериментальних досліджень та аналітичних розрахунків отримано значення площинних сил деформування та лінійних сил різання різних зразків із гофрованого картону в двох взаємно перпендикулярних напрямках. Результати дослідження будуть використані при розробленні нового технологічного обладнання для виготовлення великоформатних розгортки із гофрокартону.

Література:

1. Кривошей В.Н. Упаковка в украинских реалиях. Львов : Украинская академия печати, 2017. 288 с.
2. Шредер В.Л., Пилипенко С.Ф. Упаковка из картона. Киев : ИАЦ «Упаковка», 2004. 560 с.
3. Пристрій для виготовлення розгортки пакувань з гофрованого картону: пат. 121763 України: B31B 50/16 (2017.01), B26F 1/38 (2006.01), F16H 21/34 (2006.01). Регей І.І., Бегень П.І., Млинко О.І., Коваль Т.В.; заявник та власник пат. Укр. академ. друкарства. № а2017 00549; заявл. 20.01.2017; опубл. 27.07.2020. Бюл № 14. 4 с.
4. Rehei I., Behen P., Koval T. Experimental-analytical research of the force components of the disc tool during corrugated board cutting. Dynamics of the development of world science : 9th International scientific and practical conference (Vancouver, Canada, May 13–15, 2020). Vancouver, 2020. P. 150–156.

Прорезание гофрированного картона дисковым инструментом (аналитическо-экспериментальное исследование)

И.И. Регей, д.т.н., Т.В. Коваль

В статье констатируется, что перемещение товаров от производителя к потребителю является важной составляющей их реализации с помощью транспортной тары, которая обеспечивает логистическую связь между производителем и потребителем. Отмечено актуализацию производства крупногабаритной тары из гофрированного картона для упаковки бытовой техники, изделий сантехники, мебели, спортивного инвентаря. Констатируется, что крупногабаритные развертки тары из гофрокартона производители изготавливают из нескольких отдельных. Предложено новое устройство для изготовления крупногабаритных разверток из гофрокартона с использованием ножничного резания картонных заготовок дисковыми подвижными инструментами. По результатам экспериментальных исследований выполнены аналитические расчеты значений плоскостных сил деформирования и линейных сил резания различных образцов гофрированного картона. Ключевые слова: крупногабаритная транспортная тара; гофрокартон; ножничное резание; дисковый инструмент; плоскостная сила деформирования; линейная сила резания.

Cutting corrugated cardboard with a disk tool (analytical and experimental research)

I.I. Regey, Dr., T.V. Koval

The authors state in the article that the movement of goods from producer to consumer is an important component of their implementation using transport packaging, which provides a logistic connection between producer and consumer. It was noted that the production of large-sized containers from corrugated cardboard for packaging household appliances, sanitary ware, furniture, sports equipment are currently relevant. In the article, the authors state that manufacturers make large-sized cut-out of containers from corrugated cardboard from several separate ones. They propose a new device for the production of large-sized cut-out from corrugated cardboard using scissor cutting of cardboard blanks with movable disk tools. Based on the results of experimental studies, the authors performed analytical calculations of the values of in-plane deformation forces and linear cutting forces for various corrugated cardboard samples. Keywords: large-sized transport containers; corrugated cardboard; scissor cutting; disk tool; plane deformation force; linear cutting force.

Вийшла з друку книга

«ПОЛІМЕРНА УПАКОВКА»

Автори: Шредер В.Л., Кривошей В.М., Кулик Н.В.

ІАЦ «Упаковка», 2021. 580 с.

Монографія присвячена полімерній упаковці, яка впевнено лідирує на пакувальних ринках. Маючи численні конкурентні переваги, полімерна упаковка відповідає як сучасним тенденціям розвитку упаковки, так і вимогам споживачів продукції. Вона безпечна, зручна, інформативна, економічна та екологічна.

Книга складається з 11 розділів та охоплює всі складові уявлення про полімерну упаковку: від термінології та властивостей полімерів до видів і типів упаковки, обладнання для її виготовлення, пакування продукції, поліграфічного оформлення та переробки використаної упаковки.

Монографія про полімерну упаковку вперше видана українською мовою та стане в пригоді широкому колу фахівців пакувальної індустрії, наукових установ та навчальних закладів.



КНИГУ МОЖНА ЗАМОВИТИ:

тел.: +38 044 2214603;

+38 094 8214603

upakjour@nbi.com.ua;

iacupakovka@ukr.net



Презентація книги «Полімерна упаковка» відбудеться 14 квітня 2021 р. о 14:00 під час Міжнародного форуму харчової промисловості та упаковки IFFIP (виставка «Пак Експо») за адресою: Міжнародний виставковий центр (м. Київ, Броварський пр-т, 15, ст. м. «Лівобережна»).