

## ВПЛИВ ДЕФОРМАЦІЇ ГОФРОКАРТОНУ НА ЙОГО СТІЙКІСТЬ ДО РОЗРИВУ ПРИ ПРОДАВЛЮВАННІ

С. Ф. Гавенко, В. В. Бернацек, П. М. Ривак

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Розглянуто вплив деформації стискування і продавлювання тришарового гофрокартону на його міцнісні характеристики. Показано важливість проведення таких досліджень для вибору оптимальної конструкції паковань, для забезпечення якісного транспортування продукції, в процесі якого пакувальний матеріал піддається різним як зовнішнім, так і внутрішнім деформаціям.*

**Ключові слова:** *G-гофрокартон, T-тришаровий гофрокартон, деформація, лайнер, флютинг.*

**Постановка проблеми.** Існує безліч методів тестування міцності паперу, зокрема в промисловості — це тест на розрив по колу (RCT) і тест на короткий розрив (SCT). Для тестування гофрокартону найкращим є метод, який імітує пошкодження гофрокартону під час стиснення і який можна використовувати як на виробництві, так і в лабораторних умовах досліджуючи взірці гофротари. Суть методу дослідження полягає в дії рівномірного зростаючого навантаження на одну сторону гофрокартону до розриву взірця. Зрозуміло, що докладене зусилля для руйнування гофрокартону є більшим, ніж для кожного окремого елемента його структури. Чим більше докладене зусилля розриваючи упаковку, тим міцніші властивості вона має.

Під час виготовлення паковань з гофрокартону, важливо дотримуватись відповідних кліматичних умов. Відомо, що коли відносна вологість зростає з 50 до 90 %, гофрокартон втрачає більше ніж половину своєї міцності. Основним фактором, який впливає на спосіб штабелювання гофрокартонного пакування є вміст вологи в картоні. Співвідношення вмісту вологи в складових гофрокартону залежить від температури довкілля, відносної вологості та інших факторів. Під час зростання вологості, міцність флютингу, лайнеру і гофрокартону зменшується внаслідок послаблення зв'язків між внутрішніми волокнами їх структури. Зменшення міцності гофрокартону і паковань як кінцевого продукту, взаємозв'язані, але її величина залежить від методики тестування, яка використовується в кожному конкретному випадку [1,2,3].

**Мета статті** — визначити зміни міцнісних характеристик гофрокартону, який зазнав деформації під час стискування неушкодженими взірцями.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для дослідження обрано п'ять взірців найпопулярнішого тришарового гофрокартону розміром 50×50 мм, який використовують для виробництва коробок з різними граматами лайнерів та флютингів (табл. 1).

Таблиця 1

**Характеристики складових тришарового гофрокартону**

Гофрокартон	Верхній лайнер, г/м <sup>2</sup>	Флютинг, г/м <sup>2</sup>	Нижній лайнер, г/м <sup>2</sup>
№1	125	120	125
№2	130	80	130
№3	130	120	130
№4	160	120	160
№5	160	170	160

Дослідження проводилось за температури повітря — 23+/-1°C і відносній вологості повітря — 50+/-2 %. Деформацію стискування досліджуваних взірців гофрокартонів проводили на пресі 2ПГ-10 з зусиллям притиску 300 кН. Стискування проводилось до повної деформації взірців і супроводжувалось зростання сили притиску після 12 кН до 20 кН без зміни деформації.

Для визначення деформації продавлювання використовували пристрій для продавлювання на базі установки УК25-1,6М (рис. 1), технічні характеристики якої наведені в таблиці 2 [4,5].



Рис. 1. Загальний вигляд модифікованого пристрою для продавлювання гофрокартону [4]

Таблиця 2

**Технічна характеристика пристрою для продавлювання гофрокартону**

Номинальний робочий тиск, кгс/см <sup>2</sup>	1,6
Продуктивність за номінального тиску, л/мин	21
Максимальний тиск, кгс/см <sup>2</sup>	3,5
Максимальна продуктивність, л/мин	37
Максимальне значення вакууму, %	70
Потужність за 220В, частоті 50Гц і номінальному робочому тиску, ВА	450
Габаритні розміри, мм	580×310×435
Вага, кг	432

**Результати вимірювань**

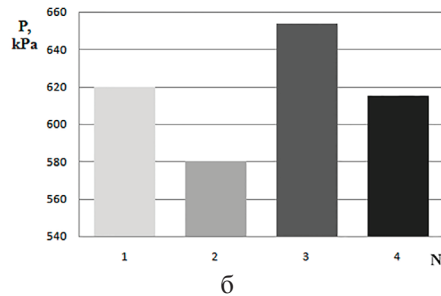
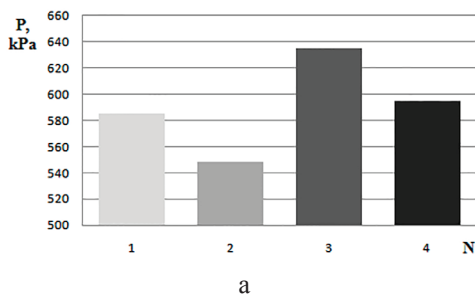
У процесі дослідження використано по 10 взірців кожного виду гофрокартону, виведено середні значення для зовнішньої і внутрішньої сторін та обчислено різницю у відсотках. У таблиці 3 наведено результати вимірювань деформацій взірців тришарового гофрокартону.

Таблиця 3

**Величини деформацій досліджуваних взірців тришарового гофрокартону**

Взірець	Недеформ. зов. ст., кПа	Недеформ. вн. ст., кПа	%	Деформ. зов. ст., кПа	Деформ. вн. ст., кПа	%
№1	585	548	6,53	635	595	6,51
№2	620	580	6,67	654	615	6,01
№3	625	596	4,75	658	607	8,07
№4	760	735	3,35	812	802	1,24
№5	724	694	4,23	828	817	1,34

На основі експериментальних досліджень побудовано діаграми зміни стійкості гофрокартону до продавлювання, які показали різницю значень зусиль притиску, що призвели до руйнування досліджуваних взірців (рис. 2).



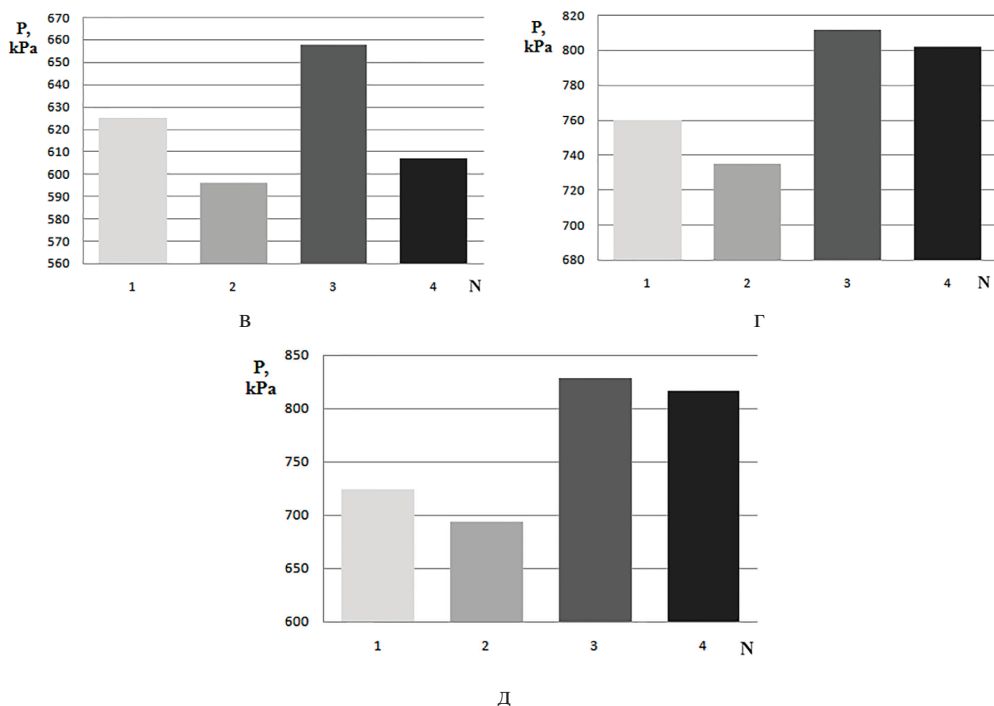


Рис. 2. Діаграми зміни стійкості гофрокартону до продавлювання; а) зріз № 1; б) зріз № 2; в) зріз № 3; г) зріз № 4; 5) зріз № 5; де недеформований зовнішній (1) і внутрішній (2) шари; деформований зовнішній (3) і внутрішній (4) шари

Аналіз діаграм показав, що максимальна величина деформації зовнішнього шару характерна для зрізів № 4 і № 5 і становить в середньому 828 кПа, а внутрішнього — 805 і 810 кПа відповідно. Зріз № 1 витримує найменшу стійкість до деформування (для зовнішнього шару ці зусилля становлять 590 кПа, для внутрішнього шару гофрокартону — 550 кПа відповідно).

**Висновки.** Аналізуючи отримані результати досліджень, варто зазначити, що середні значення продавлювання для недеформованого тришарового гофрокартону зовнішньої і внутрішньої сторін різняться в діапазоні від — 3,35 % до 6,67 %. Водночас для гофрокартону, який зазнав деформації стиснення, цей показник становить 1,24–8,07 %. Всі зрізи після стиснення створювали більший опір продавлюванню, що пояснюється збільшення плоских шарів завдяки деформації флютинга 635–828 кПа. Менше зусилля потрібне для руйнування картонів-лайнєрів як зовнішньої, так і внутрішньої сторін недеформованого гофрокартону 550–694 кПа.

Отже, досліджуваний тришаровий гофрокартон, як матеріал, з якого виготовлена упаковка має пружні властивості, не дає змоги пошкодити товар у процесі транспортування завдяки руйнуванню плоского шару (лайнєра) з тієї чи іншої сторони. Крім того, витримує більші навантаження під час деформації стиснення, що сприяє кращому зберіганню упакованого товару.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Гавенко С. Ф., Бернацек В. В. Технологія каширування мікрогофрокартону : монографія. Львів : Ліга Прес, 2013. 132 с.
2. Бернацек В. В. Дослідження фізико-механічних властивостей кашированого мікрогофрокартону. Квалілогія книги. Львів : УАД, 2007. №1(11). С.17–23.
3. Бернацек В. В. Дослідження механічних властивостей гофрокартону при виготовленні паковань. «Пакувальна індустрія: Сучасні тенденції розвитку та підготовки кадрів»: матеріали конференції: II Міжнар. наук-прак. конференція. Львів: УАД, 2016. С. 5.
4. Гавенко С. Ф., Гловацька Н. В. Затискний механізм для визначення опору продавлювання картону і гофрокартону: пат. на корисну модель № 58827 Україна; заявл. 07.10.2010; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8.
5. <http://www.ramora.ru/artikel/ustanovka-kompressornaja-uk-25>.

**INFLUENCE OF CORRUGATED CARDBOARD DEFORMATION  
ON ITS RESISTANCE TO PRESSING**

S. Havenko, V. Bernatsek, P. Ryvak

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
volbern75@gmail.com*

*The influence of compressing and pressing deformation of three-layer corrugated cardboard on its strength characteristics has been considered. The importance of carrying out such researches has been shown in order to choose the optimal design of packages, to ensure the qualitative transportation of products, during which the packaging material is subjected to various types of external and internal deformations.*

**Keywords:** *G-corrugated cardboard, T-three-layer corrugated cardboard, deformation, liner, fluting.*

*Стаття надійшла до редакції 18.03.2018.*