

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ЛАМІНУВАННЯ ТА ЛАКУВАННЯ НА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

Зацерковна Р.С.

к. т. н., доцент, кафедра «Поліграфічних технологій та паковань»,
Національний університет «Львівська політехніка»

Слоцька Л.С.

к. т. н., доцент, кафедра «Поліграфічних, мультимедійних
та оптичних технологій»,

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

***Анотація.** Робота присвячена дослідженням оздоблення картонних паковань лакуванням і ламінуванням. Досліджено режими процесу ламінування: температури та швидкості. Досліджено властивості лакованих відбитків. Побудовано причинно-наслідкові діаграми для оцінки впливу факторів на якість ламінування та лакування при виготовленні паковань.*

***Ключові слова:** ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЖИМИ, ПАКОВАННЯ, ЛАМІНУВАННЯ, ЛАКУВАННЯ, ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ.*

Вступ

Пакування як багатофункціональний засіб відіграє важливу роль у взаємодії між виробниками та споживачами. Тобто, пакування має бути привабливим, щоб привернути увагу клієнтів та міцним, щоб захистити продукцію від пошкоджень і втрат. Серед розмаїття існуючих способів оздоблення друкованої продукції саме лакування та ламінування можуть забезпечити пакуванню ці функції.

Мета та задачі дослідження

Мета: дослідити вплив різних факторів на якість лакування та ламінування при виготовленні паковань з картону.

Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

- обрати об'єкти досліджень (види картону, плівку та лак для оздоблення);
- побудувати причинно-наслідкові діаграми для оцінки впливу факторів на якість ламінування та лакування при виготовленні паковань з картону;
- провести дослідження впливу технологічних режимів лакування та ламінування на якісні характеристики картонних паковань.

Основна частина

Картон, як матеріал для виготовлення пакувань, користується великою популярністю в силу своїх позитивних характеристик, а саме:

- екологічність і гіпоалергенність – картонне пакування швидко розкладається і практично не несе шкоди довкіллю; його можна повторно переробляти;
- можливість виготовлення фірмових картонних коробок різними накладками;
- велике розмаїття способів оздоблення пакувань;
- відносно невисока вартість.

Для дослідження обрано два типи целюлозного картону, які досить часто використовуються для виготовлення пакувань у різних галузях, в тому числі можуть бути використані для пакування харчових продуктів: SinarVanda GC1 масою 1 м² 245 і 280 г та Alaska White, масою 1 м² 215 і 275 г.

Картон SinarVanda GC1 має двократне крейдування лицьового боку, що забезпечує високі показники білості та глянцею. Зворотний бік картону – білого кольору з легким крейдуванням. Спеціально розроблена структура матеріалу забезпечує високу жорсткість на згинання та підвищену міцність на злам, що дає змогу без проблем виконувати фальцювання, бігування та висікання будь-якої складності.

Картон Alaska White забезпечує високу ефективність у виробництві пакування і може бути задрукований з обох боків. Глянцевий верхній бік спеціально розроблено для забезпечення високої якості друку та післядрукарського оздоблення.

В табл. 1 представлені характеристики досліджуваних зразків картону.

Таблиця 1 – Характеристики картонів

Тип картону	Маса 1 м ² , г	Товщина, мкм	Білість, %	Глянець, %	Шорсткість, мкм
SinarVanda GC1	245	380	90	50	< 1,3
	280	450	90	50	< 1,3
Alaska White	215	308	91	41	< 1,3
	275	428	91	41	< 1,3

Оздоблення картонних пакувань проводили лакуванням і ламінуванням.

Для лакування використали лак УФ-затвердження ULM 3000, який характеризується високим рівнем глянцею та відсутністю бензофенону у складі. Має високий ступінь ковзання та високу швидкість закріплення. Розроблений для нанесення на всі типи паперу та картону. Підходить для подальшої післядрукарської обробки, наприклад тиснення. Лак відповідає вимогам Nestle Guidance Note on Packaging Inks, може застосовуватися для виготовлення пакувань, які мають прямий контакт з харчовими продуктами. Лак має мінімальні значення міграції компонентів, тобто повністю сприймається як low migration.

Ламінування поводи́ли глянцевою плівкою Thermal Lamination Film BOPP Gloss PCT-2(DL) товщиною 24 мкм.

Для оцінки якості ламінованої та лакованої продукції визначали вихідні показники картонів та оздоблених відбитків.

Оцінюють даний показник за ISO 1924-2:2008 «Paper and board – Determination of tensile properties».

Міцність на розрив кількісно виражається показником розривної довжини (L), м. Розривна довжина – це розрахункова довжина стрічки картону, яка розірветься під дією власної ваги, будучи підвішеною за один кінець.

Оскільки картон неоднорідний за своєю структурою, йому властива анізотропність. Ступінь анізотропності – відношення міцності в машинному напрямку до міцності в поперечному.

Розривна довжина умовно характеризує межу міцності. Як величина, незалежна від товщини картону, вона характеризує загальну міцність структури картону, від якої залежать не тільки міцність на розтяг, але й інші властивості.

Визначення механічних властивостей проводили на розривній машині РМБ-30-2м. На шкалі приладу фіксується значення руйнуючого зусилля (H) і за формулою розраховується міцність даного зразку на розрив (відповідно до напрямку волокон).

$$G = \frac{F}{b} \times h, \quad (1)$$

де G – міцність на розрив (межа міцності при розтягуванні), МПа;

F – руйнуюче зусилля, Н;

b – ширина зразку, мм;

h – товщина зразку, мм.

На основі експериментально визначеного розривного зусилля в двох різних напрямках, розривну довжину розраховують за формулою:

$$L = P \cdot k / a \cdot m, \quad (2)$$

де L – розривна довжина, м;

P – розривне зусилля, гс;

a – ширина смужки (0,015 м);

k – поправковий коефіцієнт на вологість повітря;

m – маса 1 м² досліджуваного картону, г

Проводили визначення міцності при численних згинах, визначаючи середнє значення міцності картону і системи «картон–плівка» та «картон–лак» у поздовжньому та поперечному напрямках.

Для дослідження визначення величини опору продавлюванню для картонів та картонів з оздобленням використовували механізм (патент України № 58827).

За результатами експериментів визначали наступне.

1. Абсолютний опір продавлюванню P_0 , кПа:

$$P_0 = \frac{S_p}{n}, \quad (3)$$

де S_p – сума показників манометра для всіх випробувань;

n – кількість випробувань.

2. Відносний опір продавлювання, приведений до умовної маси продукції площею 1 м^2 100 г P_w , кПа:

$$P_w = \frac{P_0 \cdot 100}{m}, \quad (4)$$

де m – маса картону площею 1 м^2 , г.

3. Індекс продавлювання X , кПа/г:

$$X = \frac{P_0}{m}. \quad (5)$$

В процесі оздоблення друкованої продукції, а саме картонних паковань, ламінуванням і лакуванням цілий ряд факторів впливають як на технологічний процес, так і на якість продукції.

Для візуалізації впливу цих факторів були побудовані причинно-наслідкові діаграми, (діаграми Ісікави), представлені на рис. 1-2.

Діаграма Ісікави – графічний спосіб дослідження та визначення найбільш суттєвих причинно-наслідкових взаємозв'язків між факторами та наслідками у досліджуваній ситуації чи проблемі.

Головна проблема, яка ставиться при побудові діаграми (головна кістка, «хребет») – отримання якісної продукції: ламінованого картону (рис. 1), лакованого картону (рис. 2) для подальшого виготовлення пакування.

Бічні «кістки» – це категорії можливих причин, що впливають на проблему.

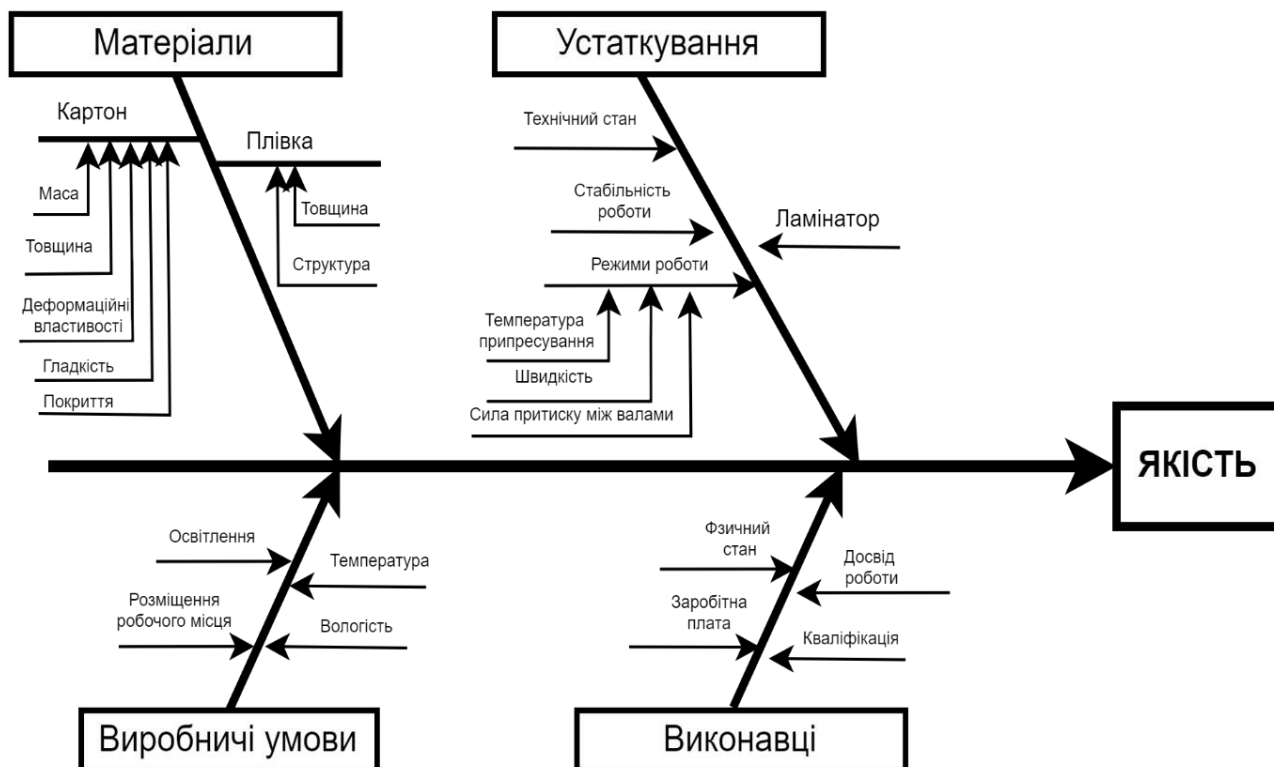


Рисунок 1 – Причинно-наслідкова діаграма для оцінки впливу факторів на якість ламінування

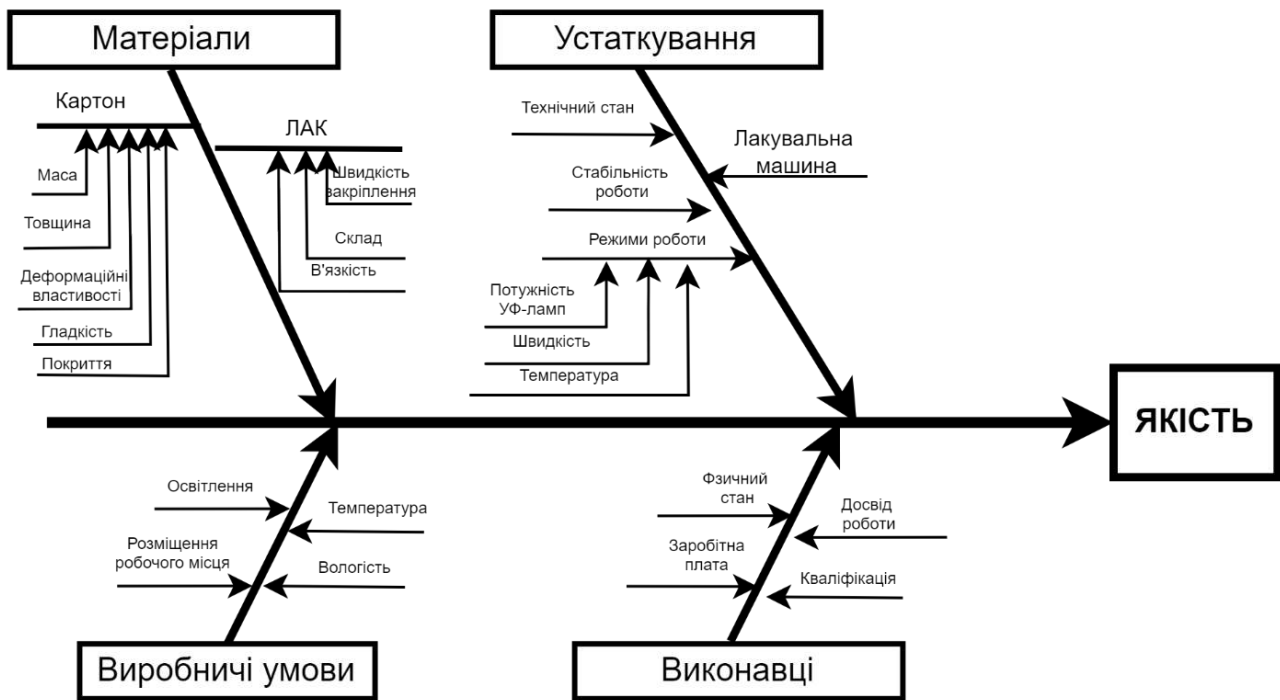


Рисунок 2 – Причинно-наслідкова діаграма для оцінки впливу факторів на якість лакування

Усі чинники ми розподілили на декілька груп, а саме:

- матеріали;
- устаткування;
- виконавці;
- виробничі умови.

Результати досліджень

Досліджували режими процесу ламінування, а саме: вплив температури та швидкості на міцність скріплення плівки з картоном.

Отримані результати показали, що при збільшенні температури ламінування міцність скріплення плівки з картоном зростає, однак по досягненні температури 120 °С міцність скріплення починає зменшуватись. Також нижчі показники міцності спостерігаються і при температурі 90 °С (рис. 3). Найкращі показники міцності отримуємо при температурах ламінування від 100 до 120 °С.

Дослідження впливу швидкості ламінування на міцність скріплення картону та плівки показали, що найкращі результати спостерігаються при швидкості від 3 до 5 м/хв.

При збільшенні швидкості ламінування до 6–8 м/хв міцність ламінування знижується (рис. 4). Це пояснюється тим, що скорочується час контакту між плівкою та матеріалом.

Залежності, представлені на рис. 5, показують, що незадрукований картон порівняно зі задрукованим (відбитками) має кращу адгезію до плівки для ламінування. Це може відбуватися внаслідок того, що фарбовий шар частково закриває пори картону і адгезія плівки до його поверхні зменшується.

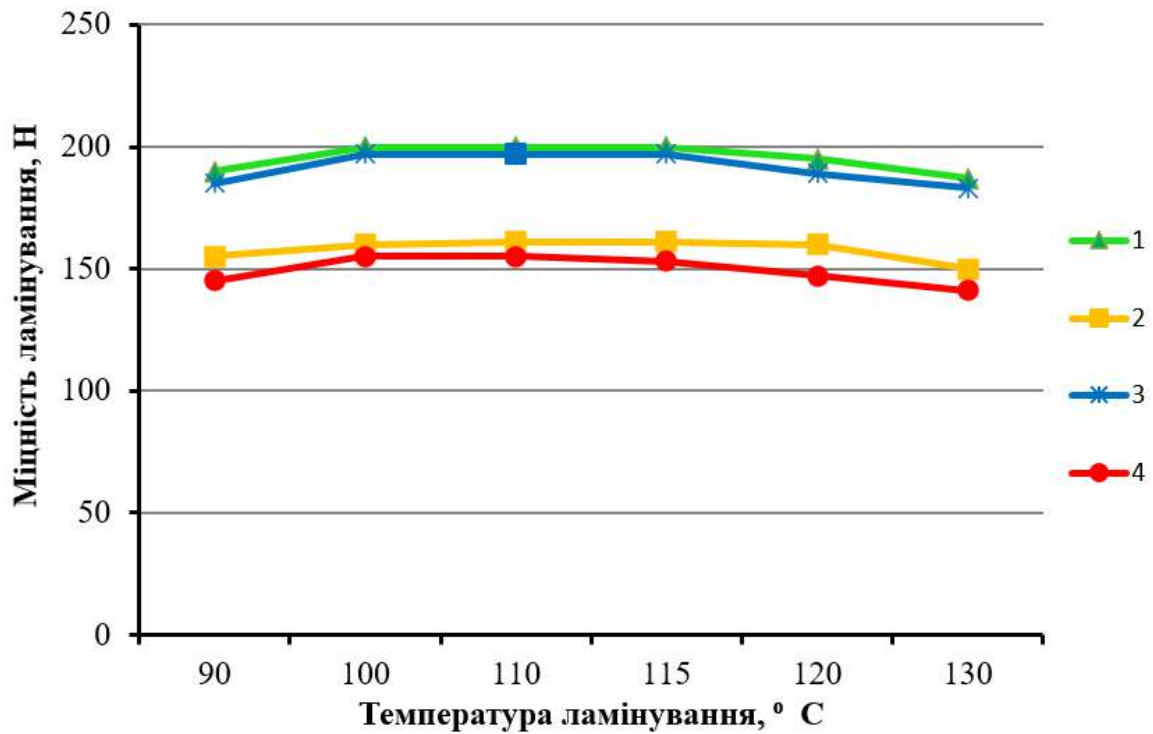


Рисунок 3 – Залежність міцності ламінатів від температури ламінування:
 1 – Alaska White – 275 г/м²; 2 – SinarVanda GC1 – 245 г/м²;
 3 – SinarVanda GC1 – 280 г/м²; 4 – Alaska White – 215 г/м²

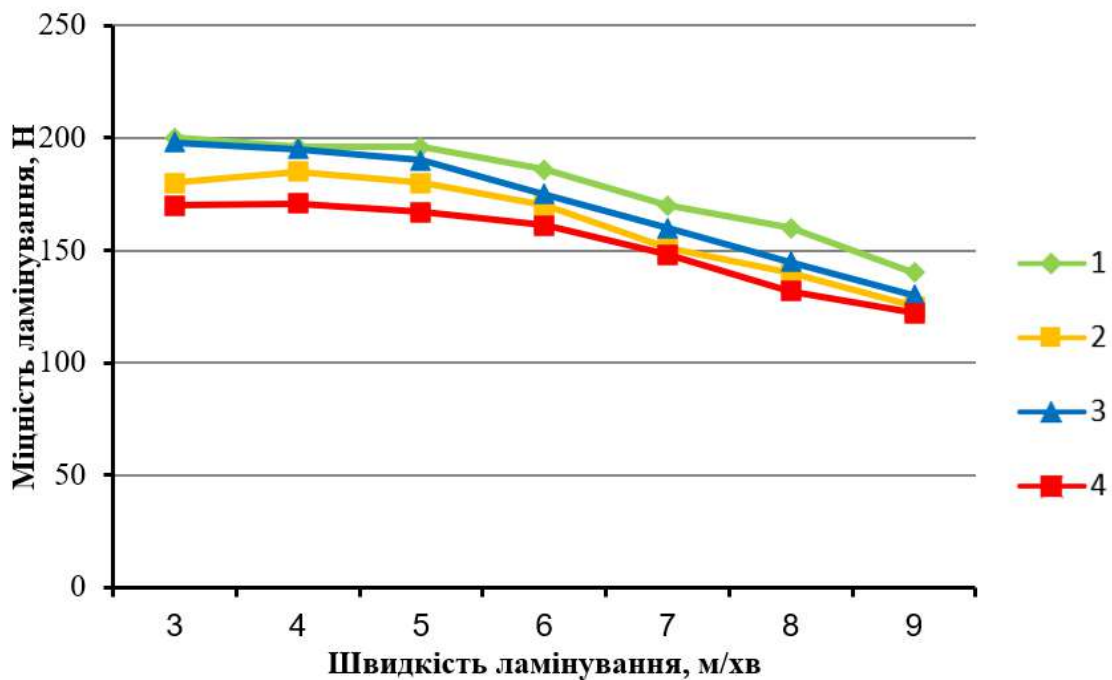


Рисунок 4 – Залежність міцності ламінування від швидкості ламінування:
 1 – Alaska White – 275 г/м²; 2 – SinarVanda GC1 – 245 г/м²;
 3 – SinarVanda GC1 – 280 г/м²; 4 – Alaska White – 215 г/м²

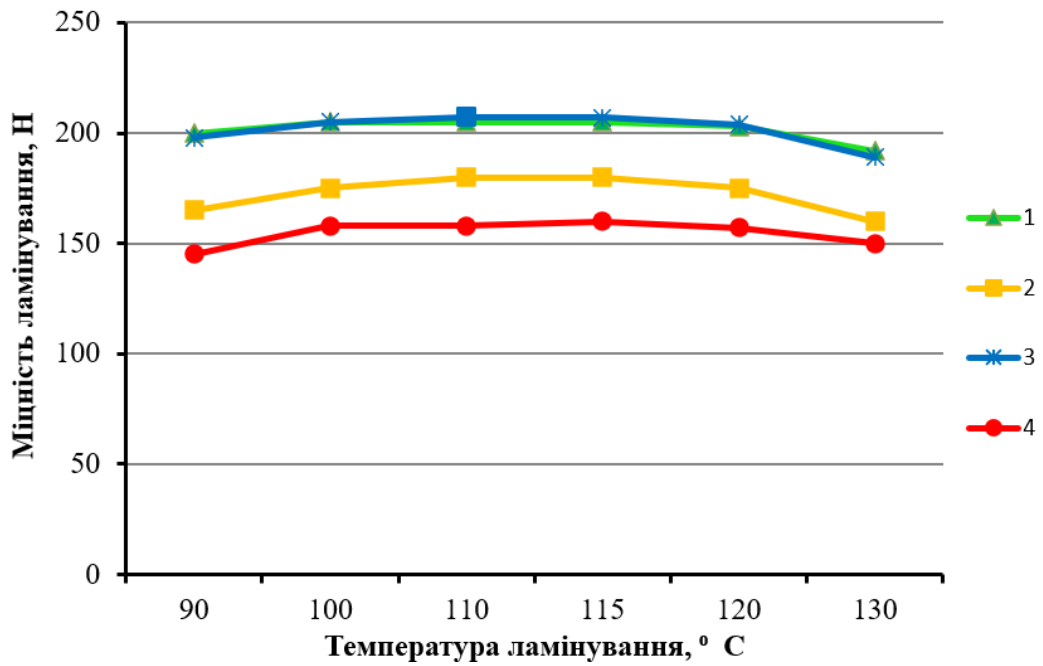


Рисунок 5 – Залежність міцності ламінування від швидкості ламінування віддрукованих відбитків:
 1 – Alaska White – 275 г/м²; 2 – SinarVanda GC1 – 245 г/м²;
 3 – SinarVanda GC1 – 280 г/м²; 4 – Alaska White – 215 г/м²

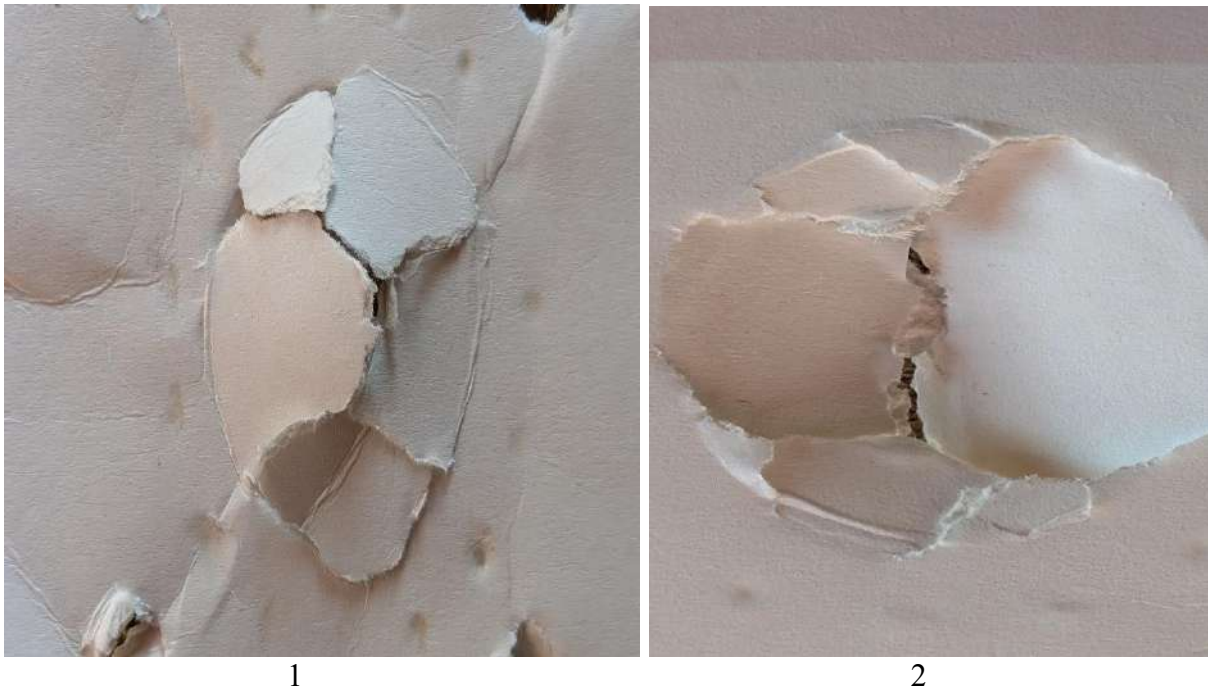


Рисунок 6 – Зразки картону після досліджень на продавлювання:
 1 – Alaska White – 275 г/м²; 2 – Alaska White – 215 г/м²



1

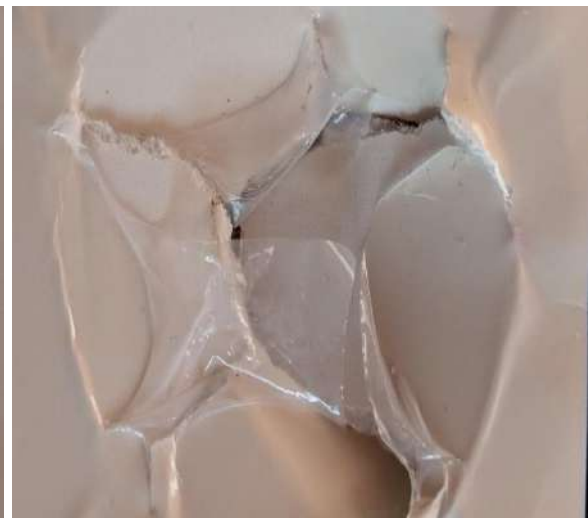


2

Рисунок 7 – Зразки картону після досліджень на продавлювання:
1 – SinarVanda GC1 – 245 г/м²; 2 – SinarVanda GC1 – 280 г/м²



1



2

Рисунок 8 – Зразки ламінованого картону після досліджень на продавлювання:
1 – Alaska White – 275 г/м²; 2 – Alaska White – 215 г/м²

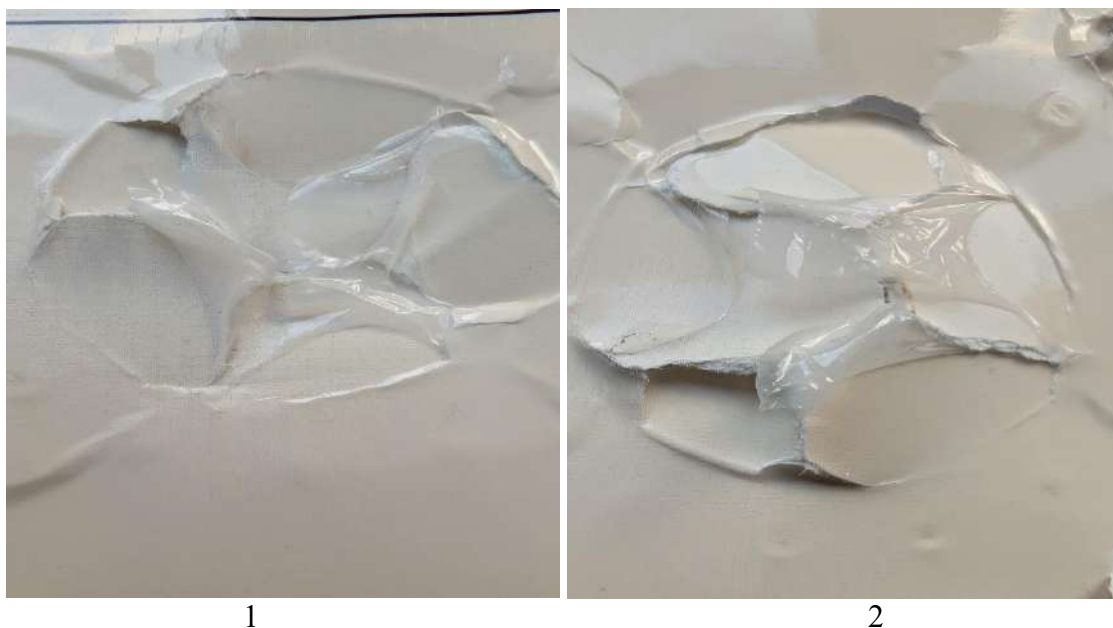


Рисунок 9 – Зразки ламінованого картону після досліджень на продавлювання:
1 – SinarVanda GC1 – 245 г/м²; 2 – SinarVanda GC1 – 280 г/м²

Для пакувань важливим показником є опір картону до продавлювання, який дозволяє визначити, наскільки добре картон витримує зовнішній тиск або навантаження без втрати своїх функціональних й естетичних властивостей.

На рис. 6-7 представлені фотографії зразків неламінованого картону після проведеного дослідження опору до продавлювання, а на рис. 8-9 – фотографії ламінованих зразків.

За результатами досліджень розраховані показники опору до продавлювання зразків картону до та після ламінування: абсолютний опір продавлюванню P_0 , відносний опір продавлюванню P_w , індекс продавлювання X , представлені в табл. 2-3.

Таблиця 2 – Показники опору картонів до продавлювання

Номер зразка	P_0 , кПа	P_w , кПа	X , кПа/г
1	48,3	17,56	0,18
2	40,0	16,31	0,16
3	46,7	16,68	0,17
4	36,7	17,07	0,17

Таблиця 3 – Показники опору ламінованих картонів до продавлювання

Номер зразка	P_0 , кПа	P_w , кПа	X , кПа/г
1	93,3	33,92	0,34
2	83,3	34,00	0,34
3	90,0	32,15	0,32
4	76,7	35,7	0,36

Також були проведені дослідження опору до продавлювання нелакованих і лакованих зразків картону. Результати дослідження представлені фотографіями на рис. 10-11.



Рисунок 10 – Зразки лакованого картону після досліджень на продавлювання:
1 – Alaska White – 275 г/м²; 2 – Alaska White – 215 г/м²

Дослідження опору до продавлювання лакованих зразків картону, представлені на рис. 10-11, та їх порівняння з вихідними зразками (рис. 6-7) показали, що нанесення УФ-лаку покращує цей показник.

За результатами досліджень розраховані показники опору до продавлювання лакованих картонів: абсолютний опір продавлюванню P_0 , відносний опір продавлюванню P_w , індекс продавлювання X , представлені в табл. 4.



Рисунок 11 – Зразки лакованого картону після досліджень на продавлювання:
1 – SinarVanda GC1 – 245 г/м²; 2 – SinarVanda GC1 – 280 г/м²

Таблиця 4 – Показники опору лакованих картонів до продавлювання

Номер зразка	P_0 , кПа	P_w , кПа	X , кПа/г
1	71,7	26,07	0,26
2	53,3	21,8	0,22
3	61,7	22,04	0,22
4	50,0	23,26	0,23

Висновки

Побудовано причинно-наслідкові діаграми для оцінки впливу факторів на якість ламінування та лакування картонів при виготовленні паковань.

Встановлено, що на якість ламінування впливають температура та швидкість ламінування. Визначено, що для ламінування оптимальною є температура 120 °С і швидкість – 3-5 м/хв.

Встановлено, що руйнування ламінованих зразків відбувається в декілька стадій: розтягування зразків, руйнування паперу, подальше розтягування плівки аж до її руйнування.

Виявлено, що нанесення УФ-лаку підвищує міцнісні показники, зокрема величину опору продавлюванню.

Список літератури.

1. Гавенко, С., Лазаренко, Е., & Мамут, Б. (2003). Оздоблення друкованої продукції: технологія, устаткування, матеріали. Університет «Україна» Українська академія друкарства.
2. Гавенко, С. Ф., & Мельников, О. В. (2000). Оцінка якості поліграфічної продукції: навч. посібник (Е.Т. Лазаренко, Ред.). Українська академія друкарства.
3. Жидецький, Ю.Ц., Лазаренко, О.В., & Лотошинська, Н.Д. (2001). Поліграфічні матеріали. Підручник. Афіша.
4. Кирилук, А.В., & Зоренко, О.В. (2011). Дослідження ламінування листівок. Технологія і техніка друкарства, 4(34), 46-56.
5. Козачук, Д.А., & Золотухіна, К.І. (2024). Дослідження впливу ламації та лакування на колірні характеристики відбитків. Технологія і техніка друкарства, 3(85), 20-29.