

© С. Ф. Гавенко, д-р техн. наук, проф., В. В. Бернацек, канд. техн. наук, доц., М. Т. Лабецька, канд. техн. наук, асист., Українська академія друкарства, Львів, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СПОСОБІВ НАНЕСЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ЯКІСТЬ ПАКОВАНЬ, ВИГОТОВЛЕНИХ З КАШИРОВАНОГО МІКРОГОФРОКАРТОНУ

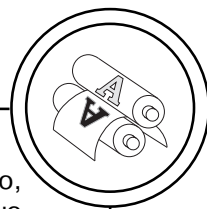
В роботі представлено результати дослідження впливу способу друкування на якість пакувань з кашированого мікрогофрокартону, отримані шляхом визначення репродукційно-графічних показників лайнерів, віддрукованих офсетним та цифровим способом; технологічних та експлуатаційних характеристик кашированого мікрогофрокартону, які передбачали визначення зусилля його розшарування і міцності склеювання. На основі отриманих результатів експериментальних досліджень сформульовано рекомендації вибору витратних матеріалів та способу нанесення якісного друкованого зображення на пакування з кашированого мікрогофрокартону.

Ключові слова: офсетний друк; цифровий друк; кашірування; мікрогофрокартон; флютинг; лайнер; відбиток; картон.

Постановка проблеми

Технологія кашірування широко застосовується у пакувальному виробництві, адже якісні і презентабельні коробки з кашированого картону необхідні в різних областях промисловості: для упаковки косметики, одягу, взуття, посуду, сувенірів та подарунків, електроприладів, а також харчових продуктів і ліків. Перевагами кашированого мікрогофрокартону є його екологічність, висока міцність, стійкість до впливу ударних і вібраційних навантажень, впливу вологи, жирів, можливість комбінування з іншими матеріалами тощо [1–4]. Якісне полігра-

фічне оформлення забезпечується завдяки можливості нанесення повноколірного зображення та виконання оздоблювальних робіт (тиснення, лакування тощо) безпосередньо на лайнер з його подальшим кашіруванням до мікрогофрокартону. Використання якісних витратних матеріалів (картону, фарб, клейових композицій) і обладнання дозволяє отримати в результаті готову продукцію з ефектним зовнішнім виглядом і відмінною адгезією покриття до основи. Зрештою, якість поліграфічного оформлення такого пакування може впливати на різницю між стимулюванням про-



дажів або втрату частки ринку. Насправді, друковане картонне пакування — це не тільки спосіб захисту продукції на шляху транспортування до кінцевого споживача, а все частіше — це спосіб її представлення, реклами бізнесу та підвищення поінформованості про бренд [5, 6]. Для досягнення цієї мети використовується кілька варіантів друку, однак кожна технологія має цілий ряд переваг та обмежень, характерних саме для неї. Вибір потрібного може суттєво змінити успіх майбутнього пакування з кашированого мікрогофрокартону. Стандартними варіантами виготовлення друкованого пакування з гофрокартону є технології трафаретного, флексографічного, офсетного та цифрового друку.

Незважаючи на свою простоту, методика трафаретного друку дозволяє відтворювати зображення відмінної якості, однак, як правило, використовується для невеликих тиражів одноколірних пакувань через час та витрати, пов'язані з виробничим процесом. Флексографічний друк є економічно вигідним при виробництві середніх та великих обсягів пакувань з кашированого мікрогофрокартону завдяки використанню фарб низької в'язкості, що дає можливість швидшого висихання і, як наслідок, більш швидкого виробництва, що призводить до зниження витрат. Це також допомагає флексографії бути придатною для використання в харчовій промисловості. Хоча флексографічний друк можна використовувати для відтворення на картоні повноколірних зображень, однак кращі результати досягаються при друці в 1–3 фарби.

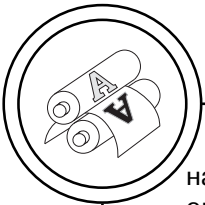
Найбільш розповсюдженою, широко доступною комерційною технологією друкування все-таки залишається офсет, завдяки можливості забезпечення відмінної якості друку. Однак характер технологічного процесу передбачає обов'язкове проведення складного, часозатратного і дорогого налаштування. Тому офсетний спосіб друку є рентабельним для великих накладів, оскільки собівартість одиниці продукції знижується зі збільшенням їх кількості.

Виняткову якість зображення за високої гнучкості технологічного процесу та відсутності механічного налаштування забезпечує цифровий спосіб друку. Крім цього безконтактний характер цифрового друку значно знижує ризик спотворення зображення, що часто трапляється в аналогових техніках, дозволяє покращити економічну вигоду виконання замовлень з невеликим обсягом. Однак варто враховувати, що рівень контролю над кольорами є дещо нижчим, ніж у традиційних способах друку. Таким чином, при виготовленні пакування з кашированого мікрогофрокартону на рішення який тип друку обрати впливають бюджет, обсяг, часові обмеження та бажана якість друку [7–9].

Виготовлення якісних пакувань з кашированого мікрогофрокартону як екологічно чистого матеріалу та підвищення рівня їх поліграфічного оформлення з метою задоволення естетичних запитів споживачів, є актуальними завданнями фахівців галузі.

Мета роботи

Дослідження якості відтворення кольорового зображення,



нанесеного на лайнери різними способами друку (цифровим та офсетним), шляхом визначення його репродукційно-графічних показників; процесу каширування задрукованих лайнерів до мікрогофрокартону з подальшим встановленням експлуатаційних показників отриманого пакування та дослідженням зміни його структури внаслідок проведення випробувань.

Об'єкти і методи дослідження

Об'єктами дослідження було обрано найбільш розповсюджені при виготовленні пакувань матеріали:

— лайнер: задрукований офсетним способом друку, фінський папір фірми UPM, у подальшому зріз № 1 та папір крейдований для цифрового друку UPM DIGI COLOR масою $1 \text{ м}^2 300 \text{ г}$ — зріз № 2;

— мікрогофрокартон марки 311E з флутингом масою $1 \text{ м}^2 140 \text{ г}$;

— клей промислового виробництва Devakol VK.

Цифрову кольоропробу оригінал-макету із зображенням широкого спектру і великої гамми кольорів було віддруковано на цифровій машині MINOLTA Bizhub PRO Color C6000; тиражні аркуші — на друкарській офсетній машині HEIDELBERG GTO 52-2P (з використанням комплекту термальних пластин (СМҮК) фірми LTH-100 VelaVeronaLastresrl. (Італія) фарбами HuberGroup серії RESISTA (Німеччина)) та цифровій машині XEROX 700i Digital Color Press.

Засобом для оцінювання якості відбитків були тестові шкали з полями півтонів і тонів, побудо-

вані для СМҮК-кольорів, як окремо для кожного кольору (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 % насичення) так і при накладанні 100 % полів попарно та тріадно СМҮ, згідно з міжнародним стандартом ISO 12647, а також ряд шкал для контролю якості друку Ugra/Fogra Digital Print Scale Control, що включають елементи ковзання, розтискування, відтворення дрібних деталей, радіальної міри, поля півтонів, суміщення фарб, текстові елементи тощо [10]. Для вимірювання оптичної густини використовувався спектроколориметр GRETAG SPM 50. Процес каширування здійснювали на запатентованому розробленому пристрої для каширування мікрогофрокартону (патент України № 83440) [11].

Для досліджень було вибрано картонні заготовки лайнера і мікрогофрокартону форматом $190 \times 190 \text{ мм}$. Каширування проводилось з середньою швидкістю 10 аркушів за хвилину (по 20 зрізів для кожного окремого варіанту). Готові зрізи витримували протягом 24 годин до повного висихання клею.

Для визначення зусилля розшарування і міцності склеювання кашированого мікрогофрокартону використовували розривну машину марки РМБ–30–2М [12]. Дослідження на стійкість кашированого мікрогофрокартону до подвійних перегинів проводили з використанням приладу «фальцер» типу ДФК. Для дослідження зміни структури мікрогофрокартону після процесу каширування використовували метод цифрової мікроскопії, який включає мікроскоп МБИ-3 із об'єктивом 15-тиразового збільшення та встанов-

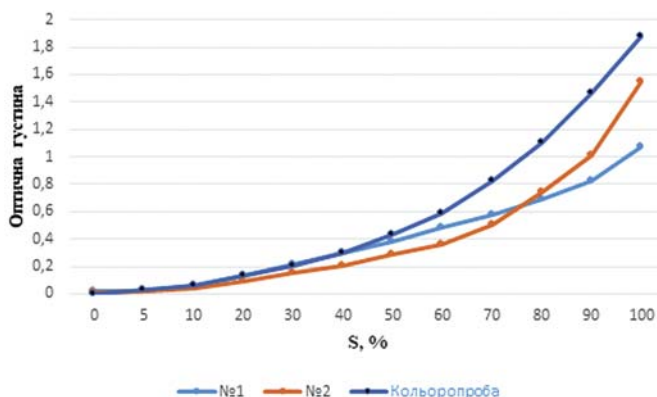
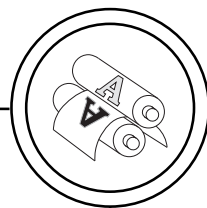


Рис. 1. Градаційна передача голубої фарби CYAN досліджуваних зрізців № 1, № 2 і кольоропроби

лену на ньому цифрову камеру CCTV CameraVizion. Для достовірності отриманих результатів було передбачено проведення 8–10 досліджень кожного зрізця.

Результати проведених досліджень

На основі статистичної обробки результатів експериментальних досліджень було побудовано графічні залежності градаційної передачі фарб кольоропроби та відбитків офсетного і цифрового друку (рис. 1–4).

Аналіз отриманих графічних залежностей тоновідтворення фарб на відбитках показав, що градаційна передача голубої фарби досліджуваних зрізців № 1 та № 2 (рис. 1) більш-менш відповідає кольоропробі в світлих ділянках, у півтонах оптична густина зрізців починає падати, ця тенденція спостерігається в темних ділянках і для зрізця № 1. Натомість зрізець № 2, починаючи з півтонів до темних ділянок, демонструє зріст площі растрових елементів, яка є нижче показників кольоропроби.

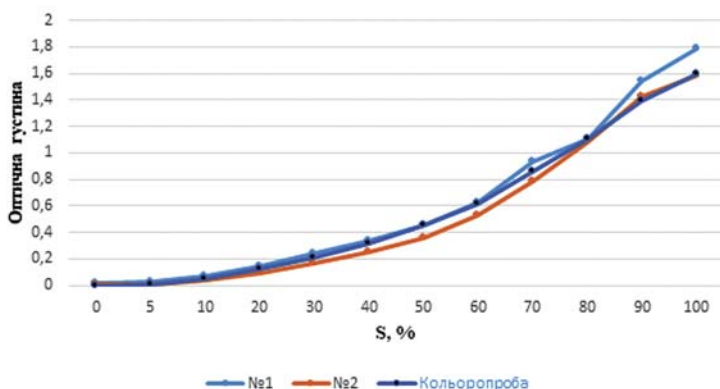


Рис. 2. Градаційна передача пурпурної фарби MAGENTA досліджуваних зрізців № 1, № 2 і кольоропроби

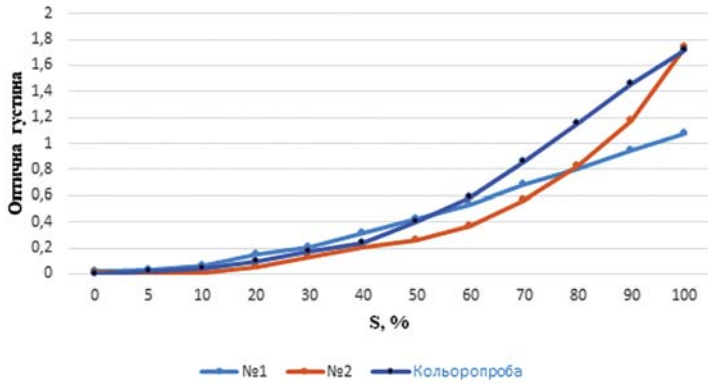
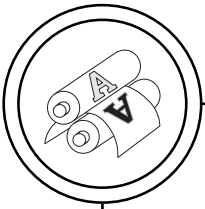


Рис. 3. Градаційна передача жовтої фарби YELLOW досліджуваних зрізків № 1, № 2 і кольоропроби

На рис. 2 для пурпурної фарби спостерігається аналогічна картина у світлих ділянках, де оптична густина зразків є наближеною до кольоропроби. У півтонах найбільше еталонного відбитку є зрізків № 1, незначне зменшення густини зареєстроване у зрізків № 2. У темних ділянках зрізків № 1 і № 2 показують приблизно однаковий результат, наближений до кольоропроби, причому стабільніший вигляд кривої на графіку у зрізків № 2.

Градаційна передача жовтої фарби в світлих ділянках досліджуваних зрізків (рис. 3) демонструє стабільну передачу густини з незначними відхиленнями при наближенні до півтонів. Падіння оптичної густини досліджуваних зрізків спостерігається починаючи з півтонових ділянок. У темних ділянках, оптична густина зрізків № 1 продовжує спадати, а зрізків № 2 демонструє зростання площі растрових елементів і зрівнюється на ділянці 100 % з кольоропробою.

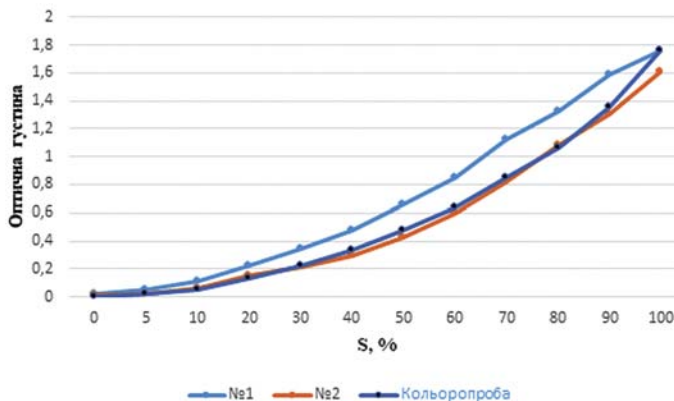


Рис. 4. Градаційна передача чорної фарби BLACK досліджуваних зрізків № 1, № 2 і кольоропроби

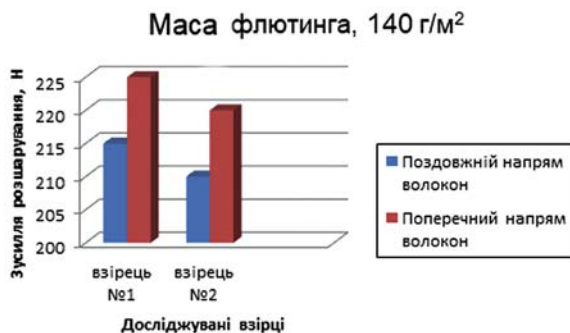
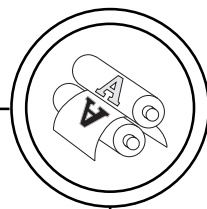


Рис. 5. Діаграма стійкості до розшарування досліджуваних зрізів

На рис. 4 показано залежності оптичної густини для чорної фарби, де спостерігається більш-менш стабільна передача градації по всьому діапазону густини у зріз № 2. Зріз № 1 демонструє зростання густини на всіх ділянках, а співпадіння реєструється тільки в секторі 0 % і 100 %. Найбільш наближений до кольоропроби є зріз № 2.

Отже, виходячи з вищевикладеного аналізу отриманих результатів, можна зробити висновок, що в нашому дослідженні найбільш стабільний результат градаційної передачі, наближений до кольоропроби, при друці показав зріз № 2, віддрукований цифровим способом.

У результаті опрацювання даних дослідження експлуатаційних показників кашированого віддрукованими офсетним та цифровим друком лайнерами мікрогофрокартону побудовано гістограми стійкості до розшарування (рис. 5) та подвійних перегинів (рис. 6) досліджуваних зрізів.

Як видно з рис. 5 існує суттєва різниця між міцнісними властивостями в машинному і поперечному напрямку досліджуваних зрізів. Це явище необхідно враховувати при проектуванні пакувань, тому напрям слід витримувати перпендикулярно до висоти пакування. Так, найменше зусилля розриву показав зріз № 2 в поздовжньому напрямі волокон — 210 Н. Найбільше зусилля

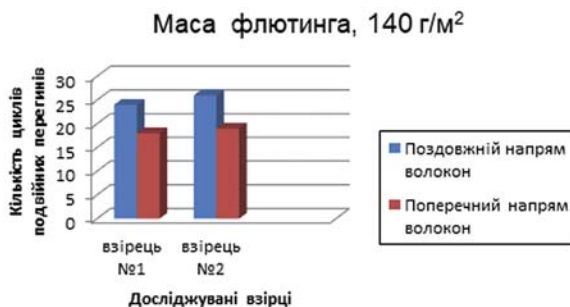
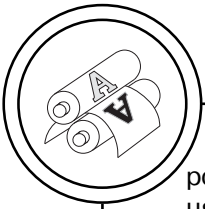


Рис. 6. Діаграма стійкості до подвійних перегинів досліджуваних зрізів



розриву було зафіксоване у взірця № 1 в поперечному напрямі волокон — 225 Н. Узагальнюючи, можна сказати, що досліджувані взірці володіють приблизно однаковими стійкостями до розриву з незначними відхиленнями.

З представлених на рис. 6 результатів досліджень експлуатаційної стійкості зразків кашированого мікрографокартону, видно, що найбільшу кількість циклів подвійних перегинів — 26 показав взірець № 2 у поздовжньому напрямі волокон, а найменшу 18 — витримав взірець № 1 в поперечному напрямі волокон.

Аналіз представлених на рис. 7 мікрофотографій кашированого мікрографокартону до і після проведених випробувань вказує на наявність розшарування в місцях

клеювих з'єднань у всіх досліджуваних взірцях. Зафіксовано, що руйнування відбувається по структурі лайнера і флютинга.

Висновки

Використання у виробничому ланцюгу якісного офсетного та цифрового друку, врахування технологічних та експлуатаційних характеристик мікрографокартону, паперу та клеїв для кашировання дозволяє досягнути бажаних результатів.

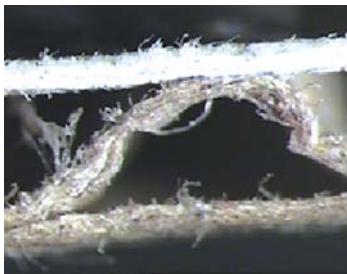
Проведені експериментальні дослідження показали, що в світлих ділянках всі досліджувані взірці демонструють результат, наближений до кольоропроби. В півтонах найбільш нестабільною, як видно з графічних залежностей, виявилася передача градацій у



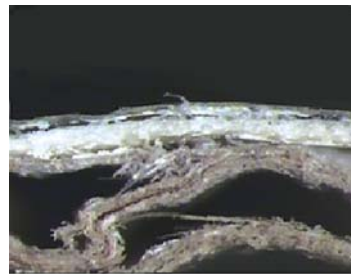
а



б

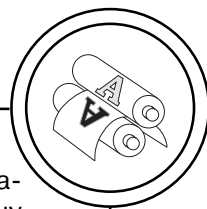


в



г

Рис. 7. Мікрофотографії кашированого мікрографокартону [×100]: взірець № 1: а — до випробувань, б — після випробувань; взірець № 2: в — до випробувань, г — після випробувань



взірця № 1 для фарби Cyan і Black. В темних ділянках взірець № 2 продемонстрував стабільну передачу для фарб Magenta і Black. Найбільш стабільною виявилася тонопередача досліджуваних взірців № 1 і № 2 для фарби Magenta. Таким чином, проаналізувавши отримані результати, можна сказати, що найбільш наблизений результат до кольоропроби показав взірець № 2, віддрукований на цифровій машині XEROX 700i Digital Color Press.

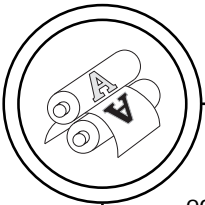
З досліджень стійкості до розриву кашированого мікрографокартону помітно, що найменшу стійкість показав взірець № 2 в поздовжньому напрямі волокон, а найбільше зусилля розриву було зафіксоване у взірця № 1 в поперечному напрямі волокон. Очевидно, що різниця міцнісних характеристик у машинному напрямку зростає, що потрібно враховувати при проектуванні пакувань — слід витримувати напрям перпендикулярно до висоти пакування.

Аналіз мікрофотографій кашированого мікрографокартону після багаторазових перегинань вказує на наявність розшарування в місцях клейових з'єднань у всіх досліджуваних взірцях, а руйнування відбувається по структурі лайнера і флютинга. Найбільшу стійкість до подвійних перегинів показав взірець № 2 у поздовжньому напрямі волокон, а найменшу — взірець № 1 в поперечному напрямі волокон.

Аналізуючи отримані результати, можна сказати наступне: в нашому експерименті для досягнення максимальної якості виготовлення кашированого пакування невеликим обсягом краще підходить друк на цифровій машині XEROX 700i Digital Color Press, на якій зображення відтворилось максимально наближено до оригіналу. При друкуванні тиражу понад 300 аркушів, коли цифровий друк стає економічно не вигідним, рекомендованим є використання офсетного способу репродукування.

Список використаної літератури

1. Регей І. І. Картонне пакування / Іван Іванович Регей // Упаковка. 2006. № 5. С. 26–28.
2. Гофрокартон и картонная тара: настоящее и будущее [б/а] // Тара и упаковка. 2006. № 6. С. 28.
3. Гавенко С. Ф. Технологія кашірування мікрографокартону: монографія / С. Ф. Гавенко, В. В. Бернацек. Л.: УАД, 2013. 132 с.
4. Printing on Cardboard Boxes: An Inkjet future for Corrugated Substrates [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.kaocollins.com/inktank/printing-on-cardboard-boxes-inkjet-corrugated/?fbclid=IwAR2HAAGp6A8Fn8TsQj5bfUcJZoq0TNmcwLH-lbopoDSG2awi5tGQYuLYsKY>.
5. Greasley S. Printing on corrugated boxes / S. Greasley [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://howtobuypackaging.com/printing-on-corrugated-boxes/?fbclid=IwAR3XqpcqsDaaBsRDgSrgV7N38AVcK0Ajqz9AiDv4zGndJpGH-6uKh5s0ILE>.
6. Mason D. Printed cardboard packaging — what are your options? [Електронний ресурс]. 2020. Режим доступу: <http://www.gwp.co.uk/guides/printed-cardboard-packaging/?fbclid=IwAR2ibXWGPjNEGvYDYJ0tR8O0iuPV2jLhQ2slqO8AWaf44AxFQgeLhJidf5c>.



7. Investigation of Quality of Packaging Made of Laminated Micro-corrugated Cardboard / S. Havenko, V. Bernatsek, P. Ryvak, M. Labetska // Технологія і техніка друкарства. 2018. № 4(62). pp. 18–26. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(62\).2018.157773](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(62).2018.157773).

8. С. Ф. Гавенко. Дослідження градаційних характеристик відбитків цифрового друку / Гавенко С. Ф., Бернацек В. В., Ривак П. М., Лабецька М. Т. // 36. наукових праць «Квалілогія книги». 2019. № 1(35). С. 5–11. Львів: НВЕД УАД. (Фах. вид).

9. Bernatsek V. Prospects of the offset printing of environmental packaging for food products / V. Bernatsek, M. Labetska // тези X міжнародної науково-практичної конференції «Квалілогія книги» (12 вересня 2019 року): матер. конф. Львів: УАД, 2019. С. 51–54.

10. ISO 12647-2: 2004 / Amd 1: 2007 — Управління процесами виробництва кольороподілених напівтонових зображень, пробних і накладних відбитків — Частина 2: Офсетний аркушевий друк.

11. Пат. № 83440 Україна. Клейовий апарат каширувальної машини / Гавенко С. Ф., Бернацек В. В., Регей І. І.; заявник і патентовласник Українська академія друкарства. Заявл. 26.02.2007; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13.

12. Розривная машина для бумаги РМБ–30–2М / [б/а] // Паспорт. 1996. 10 с.

References

1. Rehei, I. I. (2006). Kartonne pakuvannia [Cardboard packaging]. *Journal of Upakovka*, 5, 26–28 [in Ukrainian].

2. (2006). Gofrokarton i kartonnaya tara: nastoyashchee i budushchee [Corrugated board and cardboard packaging: present and future]. *Journal of Tara i upakovka*, 6, 28 [in Russian].

3. Havenko, S. F. & Bernatsek, V. V. (2013). *Tekhnolohiia kashyruvannia mikrohofrokartonu [Technology of laminating microcorrugated cardboard]*. L.: UAD, 132 p. [in Ukrainian].

4. *Printing on Cardboard Boxes: An Inkjet future for Corrugated Substrates*. Retrieved from <http://www.kaocollins.com/inktank/printing-on-cardboard-boxes-inkjet-corrugated/?fbclid=IwAR2HAAGp6A8F8TsQj5bfUcJZoq0TNmcwLH-lbopoDSG2awi5tGQYULySKY> [in English].

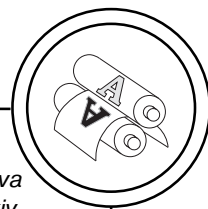
5. Greasley, S. *Printing on corrugated boxes*. Retrieved from <http://howto-buy-packaging.com/printing-on-corrugated-boxes/?fbclid=IwAR3XqpcqsDaaBsRDgSrgV7N38AVcK0Ajgz9AiDv4zGndJpGH-6uKh5s0ILE> [in English].

6. Mason, D. (2020). *Printed cardboard packaging – what are your options?* Retrieved from <http://www.gwp.co.uk/guides/printed-cardboard-packaging/?fbclid=IwAR2ibXWGPjNEGVYDYJ0tR8O0iuPV2jLhQ2slgO8AWaf44AxFQgeLhJidf5c> [in English].

7. Havenko, S. & Bernatsek, V. & Ryvak, P. & Labetska, M. (2018). Investigation of Quality of Packaging Made of Laminated Micro-corrugated Cardboard. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4(62), 18–26. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(62\).2018.157773](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(62).2018.157773) [in English].

8. Havenko, S. F. & Bernatsek, V. V. & Ryvak, P. M. & Labetska, M. T. (2019). Doslidzhennia hradatsiinykh kharakterystyk vidbytkiv tsyfrovoho druku. *Journal of Kvalilohiia knyhy*, № 1(35), 5–11. Lviv: NVED UAD [in Ukrainian].

9. Bernatsek, V. & Labetska, M. (2019). Prospects of the offset printing of environmental packaging for food products. *Journal of Kvalilohiia knyhy*, Lviv: UAD, С. 51–54 [in Ukrainian].



10. ISO 12647-2: 2004 / Amd 1: 2007. *Upravlinnia protsesamy vyrobnytstva koloropodilenykh napivtonovykh zobrazhen, probnykh i nakladnykh vidbytkiv. Chastyna 2: Ofsetnyi arkushevyi druk [Management of production processes of color-separated halftone images, trial and overhead prints. Part 2: Offset sheet printing]* [in Ukrainian].

11. Havenko, S. F. & Bernatsek, V. V. & Rehei, I. I. *Kleiovyi aparat kashyruvalnoi mashyny [Glue machine of the laminating machine]* // Patent №83440 UA. Publish 10.07.2008 [in Ukrainian].

12. (1996). *Rozryvnaya mashina dlya bumagi RMB-30-2M [Slitting machine for paper RMB-30-2M]*, 10 p. [in Russian].

The paper presents the results of the study of the influence of the printing method on the quality of laminated microcorrugated cardboard packaging, obtained by determining the reproduction and graphic parameters of liners printed by offset and digital methods; technological and operational characteristics of laminated microcorrugated cardboard, which provided for determining the force of its stratification and bond strength. Based on the obtained results of experimental research, recommendations for the choice of consumables and a method of applying a high-quality printed image on a package of laminated microcorrugated cardboard.

Keywords: offset printing; digital printing; lamination; microcorrugated cardboard; fluting; liner; imprint; cardboard.

Рецензент — О. В. Зоренко, канд. техн. наук,
доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції 18.06.20