

© **І. В. Гурська**, магістр, **О. В. Зоренко**, канд. техн. наук,  
доцент, **Т. В. Розум**, канд. техн. наук, доцент,  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДРУКУВАННЯ НА ГОФРОВАНОМУ КАРТОНІ ФЛЕКСОГРАФІЧНИМ СПОСОБОМ

**Розглянуто сучасний стан техніко-технологічних особливостей та досліджено одиничні показники якості відтворення текстово-ілюстративної інформації на гофрованому картоні флексографічним методом друку.**

**Ключові слова:** гофрований картон; флексографічний друк; анілоксовий валик; флексографічна фотополімерна друкарська форма; пакування; тара; контроль якості.

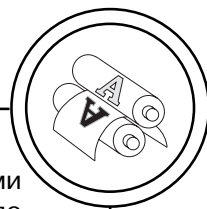
### Постановка проблеми

Нині застосування у флексографічному способі друку високолінійних фотополімерних друкарських форм (ФПДФ) та анілоксових валів, різних видів малов'язких фарб, дозволяє отримати широке колірне охоплення як на всотувальному, так й на невсотувальному задруковуваному матеріалах (ЗМ), а також виконувати у лінію різні технологічні операції: високошвидкісне друкування з невеликим тиском у зоні друкарського контакту на рулонних та аркушевих друкарських машинах та післядрукарські/оздоблювальні (ламінування, лакування, тиснення, висікання, фальцювання, склеювання тощо) [1, 2]. З огляду на це, особливо значення набуло питання підвищення якості, повторюваності та стабільності технологічних процесів виготовлення ФПДФ та отримання відбитків з них. Це визначає актуальність вирішення проблеми контролю якості

на етапах: виготовлення ФПДФ, друкування для забезпечення вимог до якості готової продукції: етикетко-паковальної, тари з гофрованого картону, газетної, книжково-журнальної тощо.

### Аналіз попередніх досліджень

Нині як на світовому, так і на українському ринках пакування найбільш поширеною є тара з гофрованого картону. Зокрема, виробництво гофрованого картону у світі складає 26 % від обсягу випуску всіх пакувальних матеріалів, а лідерами у виробництві пакування з гофрованого картону є США, Японія, Канада, Німеччина, країни Північної Європи [3]. В Україні виробництво складників для гофрованого картону становить близько 55 % [4] від усіх видів паперу та картону, і тільки у 2012 році на підприємствах галузі було досягнуто найбільшого



обсягу виробництва та споживання (848,6 млн м<sup>2</sup>) тари з гофрованого картону [5].

Інтенсивне використання гофрованого картону пояснюється його низькою вартістю, екологічністю, можливістю багаторазового використання, оригінальністю конструкцій, придатністю до нанесення друкованих зображень та різноманітних видів оздоблення. До переваг гофрованого картону і паковань з нього належать: висока міцність при стискуванні; стійкість до дії ударних і вібраційних навантажень; стійкість до вологи і жирів; простота утилізації і повторної переробки відпрацьованого пакування і тари, як вторинної сировини тощо.

За складом гофрований картон різниться кількістю шарів (від двох до семи) гладкого картону (лайнер) та гофрованих шарів паперу (флютинг), зокрема, найчастіше використовують тришаровий картон (табл. 1). При цьому зовнішні плоскі шари за-

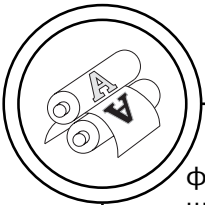
безпечують збереження форми матеріалу та стійкість тари до експлуатаційних навантажень; флютинг створює проміжок між лайнерами та забезпечує стійкість до деформування. Гофрований картон типів «Т», «П» і «С» випускається тільки у виді листів. Діапазони розмірів висоти та ширини хвиль (профіль гофру) групують за основними класами, що позначаються латинськими літерами А, В, С і Е (табл. 2) та додатковими: F, G, N, E + C, B + C тощо [6–9].

Для друкування на гофрованому картоні застосовують різні методи як класичні (офсетний, флексографічний, трафаретний), так і цифрові (струминний, електрофотографічний тощо). Зазвичай листовий гофрований картон задруковується на аркушевих офсетних/флексографічних машинах; картон — на аркушевих офсетних, рулонних флексографічних; трафаретний друк найчастіше комбінується з офсетним/

Таблиця 1

Типи гофрованого картону

№ п/ч	Кількість шарів гофрованого картону	Тип, літерне позначення та призначення
1	Двошаровий (single faced); складається з одного плоского та одного гофрованого шарів	Клас «Д», марки: Д-22; Д-23. Виготовлення допоміжних паковальних засобів
2	Тришаровий (single wall); складається з двох плоских та одного гофрованого шару	Клас «Т» найбільш вживані марки: Т-21; Т-22; Т-23; Т-24; Т-25; Т-26. Виготовлення тари та допоміжних паковальних засобів для упакування продукції, що не здатна сприймати навантаження
3	П'ятишаровий (double wall); складається з трьох плоских (двох зовнішніх та одного внутрішнього) та двох гофрованих шарів	Клас «П», марки: П-3; П-32; П-33; П-34; П-35. Виготовлення великогабаритної високоміцної, жорсткої тари
4	Семишаровий (triple wall); складається з трьох гофрованих та чотирьох плоских шарів	Клас «С». Виготовлення надвисокоміцних коробок та ящиків



флексграфічним методами, розширюючи технологічні можливості друкарського процесу. Способи опорядження: лакування, припресування плівки (ламінування), гаряче тиснення фольгою, що виконуються на потокових друкарсько-обробних лініях або на поопераційному устаткуванні. Для автоматизованої збирання пакування застосовують фальцювально-склеювальні лінії [1, 2, 7, 10].

Дослідження якості друкування відбитків флексграфічним способом [1, 2, 10, 11] виявили вплив технологічних режимів друкування та сушіння, реологічних характеристик фарби та її температури у фарбовому апараті, поверхневих характеристик АВ, ДФ та ракеля, особливостей прилагодження друкарської машини на якість відтворення фарбового зображення. Дестабілізація друкарського та опоряджувального процесів спричиняє низьку якість друкованої продукції, зокрема у зміні оптичної густини, спектральних характеристик відбитків тощо.

Тому до чинників впливу на якість друкування можна віднес-

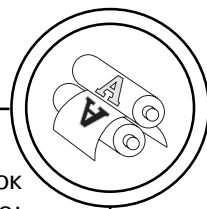
ти такі: репродукційно-графічні характеристики ДФ; друкарсько-технічні показники ЗМ, фарби, АВ, ракельного пристрою; взаємна узгодженість між ДФ, ЗМ та друкарською фарбою; відповідність співвідношення лініатури ДФ та АВ; тип та характеристики друкарської машини; оптимальні параметри навколишнього середовища тощо. Згідно з [12] для флексграфічного друку на гофрованому картоні рекомендовано такі кути повороту растру: блакитна — 7,5°, пурпурна — 67,5°, жовта — 82,5°, чорна — 37,5°; роздільна здатність відтворюваного зображення — 24–48 лін./см; оптимальне співвідношення лініатури «ДФ–АВ» 1:4, причому лініатура АВ має бути 180–200 лін./см.

Отже, сучасні тенденції розвитку технологічних процесів, устаткування, витратних матеріалів свідчать про розширення асортименту друкованої продукції флексграфічного способу, зокрема з гофрованого картону, тому особливого значення набуває контроль якості його поліграфічного оформлення задля підвищення конкурентоспроможності на споживчому ринку.

Таблиця 2

Типи профілю гофрованого шару

Позначення	Умове позначення	Висота гофру, мм	Крок гофру, мм
A	Великий гофр	4,5–5,5	8,0–9,5
C	Середній гофр	3,2–4,5	6,5–8,0
B	Тонкий гофр	2,2–3,2	4,5–6,4
E	Мікрогофр	1,1–1,6	3,2–3,6
F	413–415 хвиль/1 м.п.	0,75	2,4
G	553–555 хвиль/1 м.п.	0,55	1,8
N	565 хвиль/1 м.п.	0,50	= >1,8



### Мета роботи

Визначення перспективних напрямів технологій друкування та дослідження якості кольоровідтворення друкованого зображення на гофрованому картоні флексографічним методом задля розробки пропозицій щодо оптимізації процесу його виготовлення.

### Результати проведених досліджень

Для дослідження якості продукції, надрукованої флексографічним способом, використано тришаровий гофрований картон (шар—гофра—шар) різного профілю та товщини: профіль Е, товщина 1,1–1,6 мм, профіль В, товщина 2,2–3,2 мм, профіль С, товщина 3,2–3,4 мм (Т-22: целюлоза — 60 %, навантаження до 30 кг, Т-23: целюлоза — 75 %, навантаження до 35 кг, Т-24: 100 % целюлоза, поліпшена вологостійкість, велике навантаження до 70 кг); флексографічна спирторозчинна високонасичена (термостійка) фарба Flexo Printing Starflex RX для друкування на PE, PP, фользі, целофані, папері, картоні (гофрованому картоні).

Досліджувані зразки продукції було віддруковано на автоматичній лінії Martin Midline FFG 924 (Франція) призначеної для виготовлення чотириклапанних ящиків з гофрованого картону. Основні технічні характеристики лінії: тип матеріалу гофрований картон товщиною 1,2...10 мм (типи профілів: А, В, С, D, Е, EF, EB, BC, AC, AB), ширина листа заготовки: 600...2490 мм, довжина листа заготовки: 255...920 мм, макс. ширина друку: 2400 мм, макс. довжина друку: 1000 мм, макс. продуктивність: 18000 ц/год. Комплек-

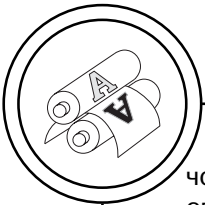
тація лінії: самонаклад заготовок Martin з вакуумною подачею; станція вирівнювання заготовок; три флексодрукарські секції; пристрій проміжної сушки; моторизована слоттерна секція; фальцесклеювальна машина; лічильник-ежектор; укладальник; секція обв'язування готових коробок пропіленою стрічкою [13].

Вимірювання одиничних показників якості на листах гофрованого картону (оптичну густину, градаційну передачу) здійснювали з використанням спектрофотометра SpectroEye (X-Rite), за допомогою лупи — точність суміщення, чіткість відтворення штрихів.

Результати аналізу, вимірюваних підсумкових даних з вибірки різних замовлень, градаційної передачі тонів блакитної, пурпурової, жовтої та чорної фарб, суміщення фарб на відбитку, рівномірності розподілення фарби на відбитку, чіткості відтворення графічних елементів наведено на рис. 3.1–3.4.

Дослідження виявили загальні закономірності взаємодії гофрованого картону і фарби в друкарському контакті, що відповідає усталеним явищам та полягає у впливі кількості фарби на гофрованому картоні на оптичні показники відбитка. Зокрема, аналіз колірних показників відбитків виявив найбільші спотворення блакитної та пурпурової фарб у всьому градаційному діапазоні, зокрема втрати у світлих ділянках та півтонах (рис. 1, а, б).

Інтервал розподілу оптичної густини СМҮК фарб впродовж друкування накладу в різних місцях аркушів був досить неоднорідним (рис. 2) і складав для жовтої та блакитної в межах 0,16–0,65 Б, пурпурної — 0,65–1,0 Б,



чорної — 1,03–1,4 Б [14]. Це свідчить про те, що подача блакитної та жовтої фарби порівняно з чорною та пурпурною є недостатньо нормованою в межах різних накладів. Ймовірно найбільше коригування в процесі друкування здійснювалося за блакитною та жовтою фарбами, що у наслідку й призвело до високого рівня коливання оптичної густини за різними зональними ділянками на тиражних відбитках.

Відповідно до рис. 3 на 1–3, 6, 7 зразках гофрованого картону з вибірки різних замовлень спостерігається найбільше несуміщення фарб як у повздовжньому, так і в поперечному напрямках, оптимальний показник суміщення фарб мають 4 та 5 зразки.

Якість друкарського контакту за розміром і формою плями в центрі радіальної міри елемента визначали вимірюванням товщини проміжка та штриха, які повинні відтворюватись з однаковою товщиною. Відповідно до отриманих результатів коливання товщини спостерігається на всіх зразках у всіх фарбах і складає для проміжка — 0,01–0,03 мм, штриха — 0,02–0,05 мм, що свідчить про проковзування та затягування пробілів. Наявність про-

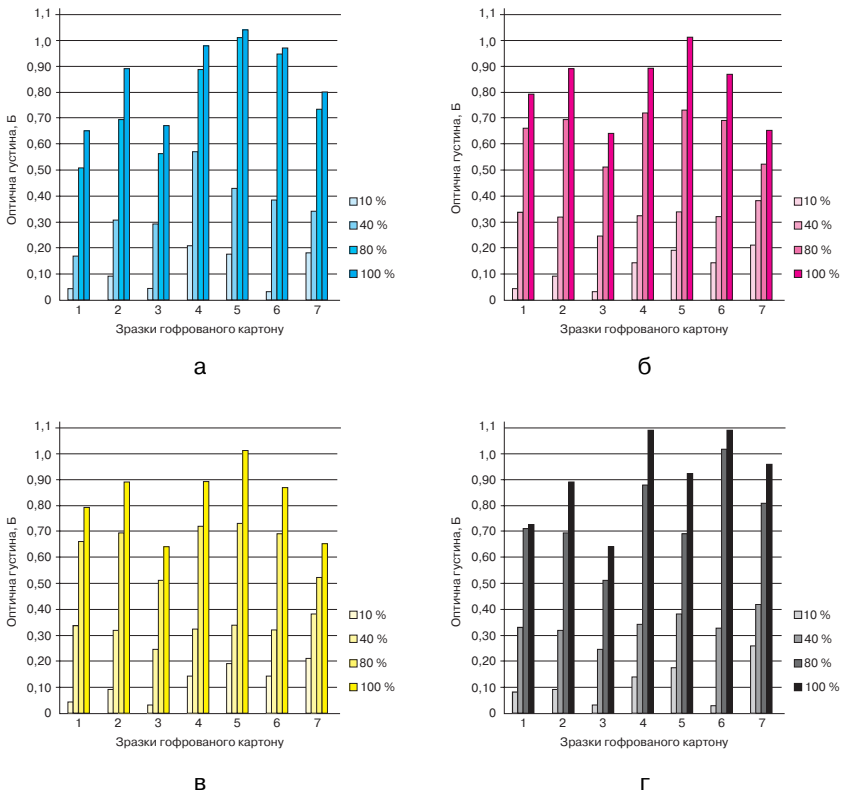


Рис. 1. Якість градаційної передачі тонів а — блакитної фарби, б — пурпурової фарби, в — жовтої фарби, г — чорної фарби

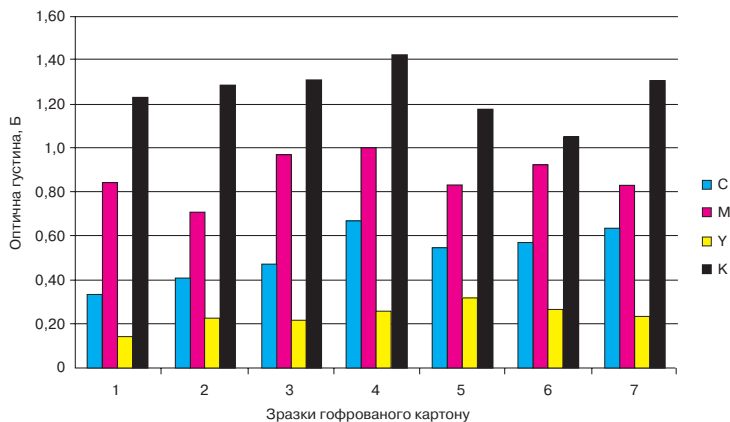
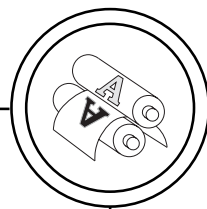


Рис. 2. Рівномірність розподілення фарби на відбитку

ковзування проявляється утворенням секторів різних за світлістю, затягування пробілів — за великої товщини фарбового шару (деякі з кілець з'єднуються перемичками). Поява хрестоподібного муару в кільцях свідчить про зниження роздільної здатності друку.

Згідно аналізу даних експериментального дослідження якості друку флексографічним методом на відбитках гофрованого картону виявлено дефекти та спотво-

рення кольоровідтворення (рис. 1–4). За результатами проведеного аналізу визначено ряд основних чинників, що впливають на процес флексографічного друку на гофрованому картоні, які відображено на розробленій причинно-наслідковій діаграмі (рис. 5).

Основними чинниками, які впливають на якість відбитків при друкуванні на гофрованому картоні є характеристики використовуваних витратних матеріалів,

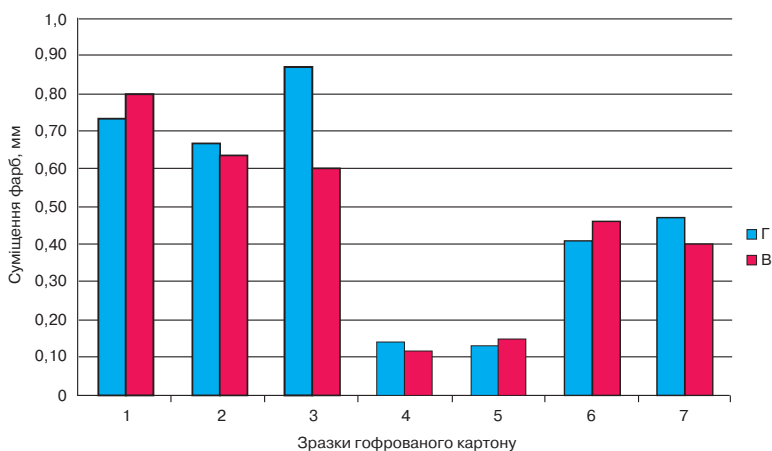
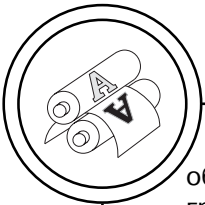


Рис. 3. Суміщення фарб на відбитку



обладнання, відповідного програмного забезпечення та цехові умови. Врахування даних чинників покращує якість проведення флексографічного друку, сприяє використанню оптимальних методів і засобів як вхідного, так і поопераційного контролю та в цілому управлінню якістю друкованої продукції.

Ретельно підібрані витратні матеріали та технологічні режими є запорукою стабільності технологічного процесу друкування і, як наслідок, високої якості кінцевого виробу. Поряд із цим використання колориметричних методів контролю разом з дотриманням балансу по сірому і стабілізацією градаційних характеристик сприятиме досягненню максимальної об'єктивності в оцінці якості від-

битків і стабільності відтворення кольору друкованої продукції, зокрема, тари з гофрованого картону.

Для вирішення проблеми якості друку також необхідна раціональна експлуатація поліграфічного обладнання, досягнення найбільш повної відповідності його налаштувань паспортним даним, підтримання високої культури виробництва, оснащення виробничих ділянок сучасними контрольно-вимірювальними пристроями й засобами автоматичного контролю та регулювання показників якості.

### Висновки

1. Розглянуто перспективні напрями розвитку сучасних технологій виготовлення тари з

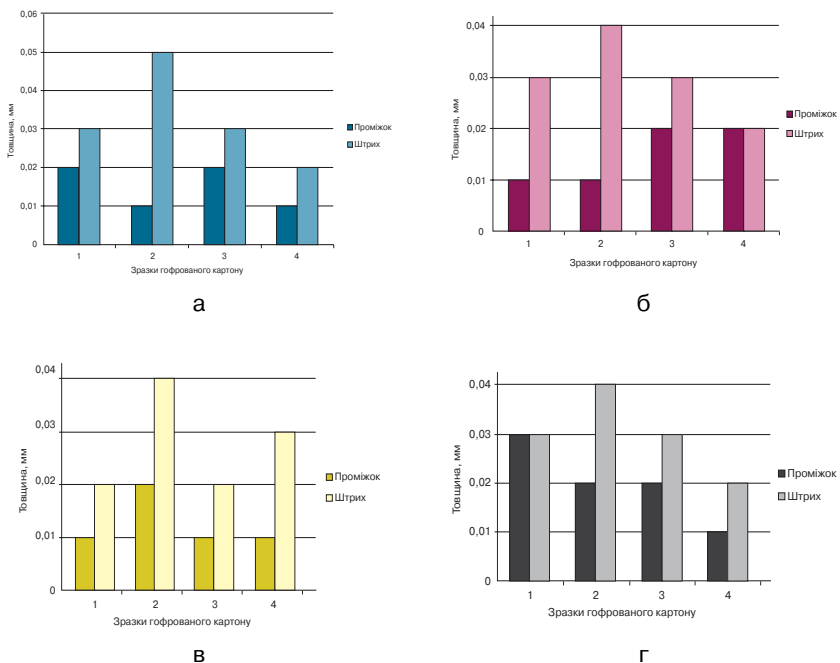


Рис. 4. Чіткість відтворення графічних елементів: а — блакитної фарби, б — пурпурової фарби, в — жовтої фарби, г — чорної фарби

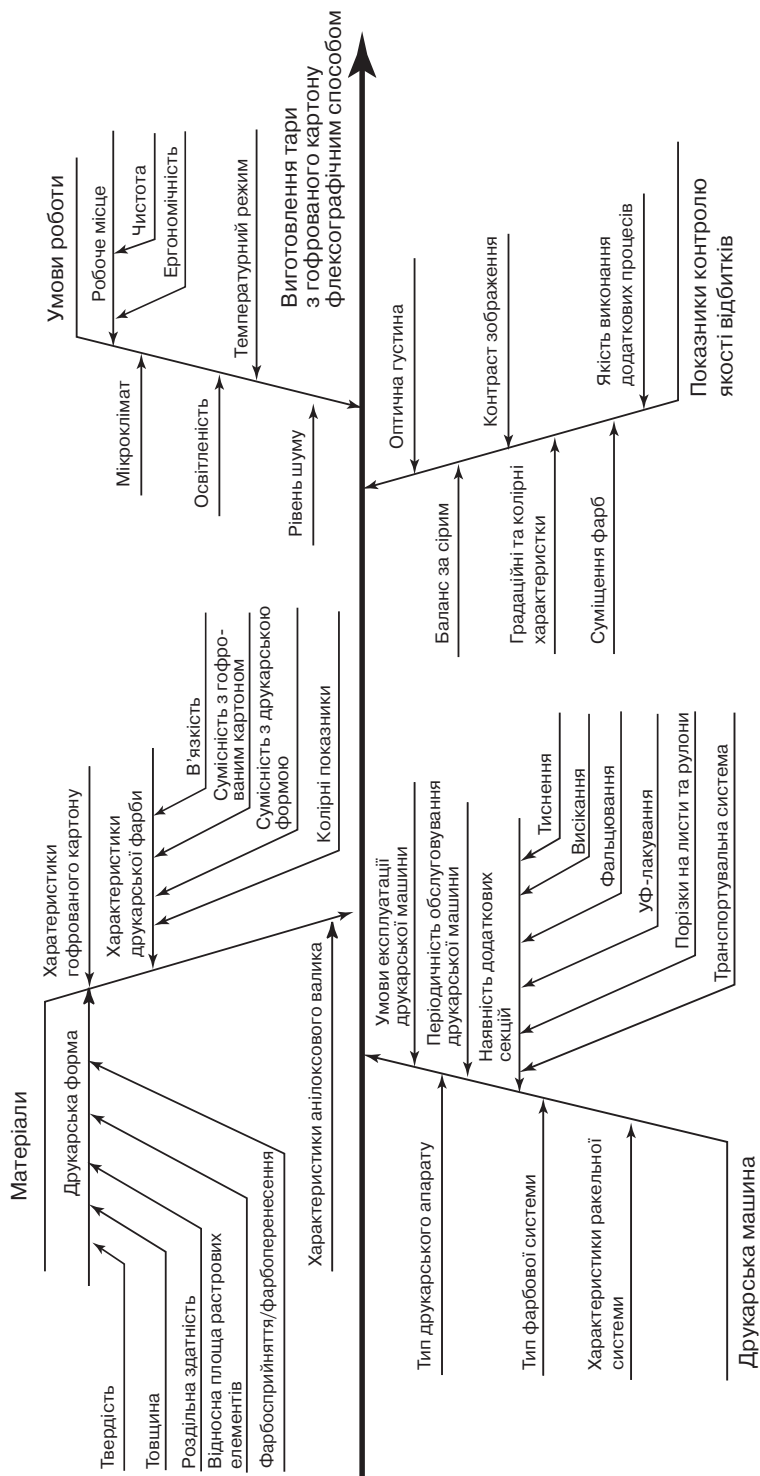
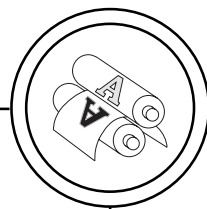
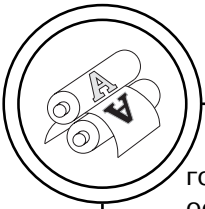


Рис. 5. Діаграма чинників впливу на якість виготовлення тари з гофрованого картону, оформленої флексографічним способом друку





гофрованого картону, зокрема, оформленої флексографічним способом друку.

2. Проведено аналіз якості флексографічного друку на тиражних зразках тари з гофрованого картону за одиничними показниками, зокрема, кольоровідтворенням та графічною точністю.

3. В результаті інструментальної оцінки друкованої продукції з гофрованого картону встановлено відхилення від якісних параметрів, що може бути пов'язано з неузгодженим налагодженням друкарського устаткування, невідповідними до технологічних

умов робочими режимами, невірною передачею даних від одного технологічного виробничого етапу до іншого тощо.

4. Виявлені дефекти та спотворення кольоровідтворення дозволили визначити основні чинники впливу на процес флексографічного друку на гофрованому картоні, що в подальшому у виробничих умовах сприятиме використанню оптимальних методів і засобів як вхідного, так і поопераційного контролю та в цілому управлінню якістю друкованої продукції, зокрема тари з гофрованого картону.

### Список використаної літератури

1. Blagodir O., Velychko O. Badanie wpływu geometrii komórek wałka rastrowego na objętość farby dr ukowej przenoszonej na formę drukową. Study of anilox cell geometry impact on the ink volume transferred to the printing plate // Przegląd Papierniczy. 2016. № 7. pp. 443–447. DOI: 10.15199/54.2016.7.2. Available at: <http://www.sigma-not.pl/publikacja-99907-badanie-wp%C5%82ywu-geometrii-kom%C3%B3rek-wa%C5%82ka-rastrowego-na-obj%C4%99to%C5%9B%C4%87-farby-dr-ukowej-pr-zenoszonej-na-form%C4%99-drukowa-przegl%C4%85d-papierniczy-2016-7.html>.

2. А. К. Дорош. Контроль якості технологічних процесів та устаткування флексографічного способу друку: монографія / А. К. Дорош, Т. В. Розум. К.: НТУУ «КПІ», 2007. 202 с.

3. Jaakko P. World paper markets up to 2020 / P. Jaakko // Executive report 2005. Jaakko Poyry Consulting, 2005, 241 p.

4. Колчина И. А. Рынок картона в Украине (состояние и проблемы) / И. А. Колчина // Упаковка. 2013. № 2. С. 22–26.

5. Офіційний сайт асоціації «Укрпапір» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrpapir.org/news.php>.

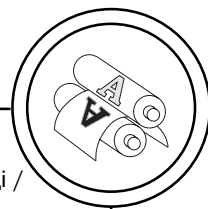
6. Упаковка из картона / В. Л. Шредер, С. Ф. Пилипенко. К.: ИАЦ «Упаковка». 2004. 560 с.

7. Ф. Мартинюк. У центрі уваги — пакування з гофрованого картону / Ф. Мартинюк // Друкарство. 2005. № 5(64). С. 11–15.

8. Международный каталог гофрированной упаковки FEFCO-ASSCO [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pack.ua/articles/sprav-ochnaya-informatsiya/mezhdunarodnyy-katalog-gofrirovannoy-upakovki-fefco/>.

9. Классификация гофрокартона [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://karton.zp.ua/docs/ser/28-info1>.

10. Т. В. Розум. Контроль якості друкування на пакуванні / Т. В. Розум, Я. В. Зоренко, К. І. Савченко, В. М. Скиба // Упаковка. 2012. № 3. С. 63–66.



11. Т. В. Розум. Комплексна система якості у флексографічному друці / Т. В. Розум // Друкарство. 2002. № 2(43). С. 66–67.

12. О. Варакина. Флексографская печать на гофрокартоне / О. Варакина // Флексо Плюс. 1999. № 2(8). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.flexoplus.ru/archive/08/seminar1.html>.

13. Линия для производства гофротары Martin Midline 924 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://post-press.net/tag/ffg-924-fp>.

14. ISO 12647-6: Process control for the manufacture of half-tone colour separations, proof and production prints. Part 6: Flexographic printing.

## References

1. Blagodir, O. & Velychko, O. (2016). Badanie wpływu geometrii komórek wałka rastrowego na objętość farby dr ukowej przenoszonej na formę drukową. Study of anilox cell geometry impact on the ink volume transferred to the printing plate. *Journal of Przegląd Papierniczy*, 7, 443–447. DOI: 10.15199/54.2016.7.2. Retrieved from <http://www.sigma-not.pl/publikacja-99907-badanie-wp%C5%82ywu-geometrii-kom%C3%B3rek-wa%C5%82ka-rastrowego-na-obj%C4%99to%C5%9B%C4%87-farby-dr-ukowej-pr-zenoszonej-na-form%C4%99-drukowa-przegl%C4%87-papierniczy-2016-7.html> [in Polish].

2. Dorosh, A. K. & Rozum, T. V. (2007). *Kontrol yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta ustatkuvannia fleksohrafichnoho sposobu druku*. Kyiv: NTUU 'KPI', 202 p. [in Ukrainian].

3. Jaakko, P. (2005). World paper markets up to 2020. *Journal of Executive report*, 241 p. [in English].

4. Kolchina, I. A. (2013). Rynok kartona v Ukraine (sostoyanie i problemy). *Journal of Upakovka*, 2, 22–26 [in Russian].

5. *Ofitsiyni sait asotsiatsii 'Ukrpapid'*. Retrieved from <http://www.ukrpapid.org/news.php> [in Ukrainian].

6. Shreder, V. L. & Pilipenko, S. F. (2004). *Upakovka iz kartona*. Kyiv: IATS 'Upakovka', 560 p. [in Russian].

7. Martyniuk, F. (2005). U tsentri uvahy — pakovannia z hofrovanoho kartonu. *Journal of Drukarstvo*, 5(64), 11–15 [in Ukrainian].

8. *Mezhdunarodnyy katalog gofrirovannoy upakovki FEFKO-ASSCO*. Retrieved from <https://pack.ua/articles/spravochnaya-informatsiya/mezhdunarodnyy-katalog-gofrirovannoy-upakovki-fefko/> [in Russian].

9. *Klassifikatsiya gofrokartona*. Retrieved from <http://karton.zp.ua/docs/ser/28-info1> [in Russian].

10. Rozum, T. V. & Zorenko, Ya. V. & Savchenko, K. I. & Skyba, V. M. (2012). Kontrol yakosti drukuvannia na pakovanni. *Journal of Upakovka*, 3, 63–66 [in Ukrainian].

11. Rozum, T. V. (2002). Kompleksna sistema yakosti u fleksohrafichnomu drutsi. *Journal of Drukarstvo*, 2(43), 66–67 [in Ukrainian].

12. Varakina, O. (1999). Fleksografskaya pechat' na gofrokartone. *Journal of Flekso Plyus*, № 2(8). Retrieved from <http://www.flexoplus.ru/archive/08/seminar1.html> [in Russian].

13. *Liniya dlya proizvodstva gofrotary Martin Midline 924*. Retrieved from <http://post-press.net/tag/ffg-924-fp> [in Russian].

14. ISO 12647-6: Process control for the manufacture of half-tone colour separations, proof and production prints. Part 6: Flexographic printing [in English].



**Рассмотрено современное состояние технико-технологических особенностей и исследованы единичные показатели качества воспроизведения текстово-иллюстративной информации на гофрокартоне флексографическим методом печати.**

**Ключевые слова:** гофрокартон; флексографическая печать; анилоксый валик; флексографическая фотополимерная печатная форма; упаковка; тара; контроль качества.

**The present state of technical and technological peculiarities is considered and the unit quality indicators of reproduction of text and illustrative information on corrugated cardboard by flexographic printing method are investigated.**

**Keywords:** corrugated cardboard; flexographic printing; anilox roller; flexographic photopolymer printing form; package; container; quality control.

Рецензент — О. М. Величко, д-р техн. наук,  
професор, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції 27.12.18