

УДК 655.3.022.7 + 659.131

DOI: 10.20535/2077-7264.2(88).2025.324921

© І. М. Назар, канд. техн. наук, доц., П. М. Ривак,
канд. техн. наук, доц., І. І. Карпа, асп., Інститут
поліграфії та медійних технологій НУ «Львівська
політехніка», Львів, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ВІДБИТКІВ ОФСЕТНОГО СПОСОБУ ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАКУВАЛЬНОЇ ТА РЕКЛАМНОЇ ПРОДУКЦІЇ*

Проведено експериментальні дослідження якості відбитків: колірної відмінності на відбитках, оптичної густини, контрасту, розтискування, суміщення. На основі досліджень побудовано графічні залежності, які ілюструють зміни основних показників якості відбитків залежно від виду поліграфічних матеріалів.

Ключові слова: картон; крейдований папір; пакування; рекламна продукція; технологія офсетного друку; оптична густина; контраст; колірна відмінність; розтискування; якість відбитків.

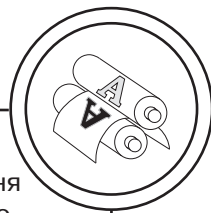
Постановка проблеми

На сучасному етапі пакувальна та рекламна галузь знаходяться на рівні провідних світових індустрій. Сталий розвиток пакувальної промисловості, бажання виробників виготовляти високоякісну поліграфічну продукцію, яка задовольнятиме очікування споживачів, змушує вдосконалювати поліграфічні технології, а також розробляти та впроваджувати новітні матеріали [1–3]. Основною передумовою розвитку пакувальної промисловості та сучасної друкованої реклами є зростання підвищення культури тор-

гівлі, а також споживання [4]. Відомо, що пакування — це інструмент реклами. Тому, сучасне пакування повинно бути «німим» продавцем, створювати індивідуальний образ товару та підтримувати торгову марку фірм-виробників [5].

Аналіз практичного досвіду поліграфічних підприємств в Україні та світі показує, що якість друкованої продукції, безумовно, залежить від вибору типу паперу, картону, фарб та різновиду устаткування. Разом із тим, найважливішими залишаються папір, фарба, швидкість друкування [6].

*Автори статті висловлюють подяку директору поліграфічного підприємства «Victoria Print» (Болгарія) Стояну Тодорову Златанову за сприяння в написанні статті.



Сучасна поліграфічна продукція неодмінно повинна відповідати таким основним вимогам, як: якісне поліграфічне виконання, надійність, екологічність. У процесі виробництва високоякісної пакувальної та рекламної продукції важливу роль відіграє контроль всього технологічного процесу їх виготовлення [7].

Аналіз попередніх досліджень

Офсетний спосіб друку завоює позиції для виготовлення сучасного пакування та друкованої реклами. Цьому сприяє оптимізація технологічних процесів, також використання різноманітного асортименту новітніх поліграфічних матеріалів.

Сучасний дизайн, якісне поліграфічне оформлення пакувань та друкованої реклами є визначальним для впізнавання торгової марки та, відповідно, і збільшення обсягів продажу товарів на ринку.

Виготовлення пакувальної та рекламної продукції офсетним способом друку невпинно зростає. Позитивним є те, що, це в свою чергу, згідно прогнозів фірми Smithers, до 2027 року буде і надалі становити стратегічний пріоритет для фірм-виробників устаткування, фарб та друкарських послуг. Серед головних завдань, які стоять перед поліграфічною галуззю можна виділити наступні:

— еволюція способів друку і моделей бізнесу з метою використання можливостей швидких продажів товарів;

— автоматизація друкарських, а особливо післядрукарських

ких процесів для забезпечення відмінної якості поліграфічної продукції;

— створення та впровадження в серійне виробництво нових пакувальних матеріалів, зокрема паперів з бар'єрними властивостями, що дає змогу розширювати їхні функції [1, 2, 7].

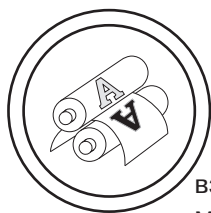
У виробництві пакувальної та рекламної продукції використовується широкий асортимент поліграфічних матеріалів, а саме: стандартизовані види паперу з матовим та глянцевою покриттям різної маси, дизайнерські сорти картонів та паперів тощо. Пакування покликане належним чином зберігати товар та підтримувати його характерні властивості. Тому особливу увагу слід приділяти вибору матеріалу для відповідного виду продукції [5, 7].

Мета роботи

Отримати відбитки на паперах різної маси 1 м², г офсетним способом друку на аркушевій машині у виробничих умовах. Здійснити порівняльний аналіз якості відбитків для виготовлення сучасної пакувальної та рекламної продукції шляхом побудови графічних залежностей зміни основних показників їх якості.

Результати проведених досліджень

Технологія офсетного друку призначена для друкування великими накладками як пакувальної, так і рекламної продукції. При застосуванні цієї технології використовують широкий асортимент паперів та картонів, враховуючи технологічні режими друкування. Тому для друкування вибрано наступні матеріали:



взірець 1 — крейдований папір масою 1 м² 70 г; взірець 2 — крейдований папір масою 1 м² 170 г; взірець 3 — картон масою 1 м² 295 г. Об'єктами дослідження вибрано відбитки офсетного плоского друку, отримані на аркушевій офсетній машині ROLAND 500 фірми Man Roland на паперах різної маси 1 м², г.

Для контролю якості друкованого зображення взірців використано шкали СМУК із різним відсотком насичення фарби на кожному полі (від 1 % до 100 %). Шкала для контролю якості офсетного способу друку Prinect/Fogra Digital Print Scale Control, яка включає елементи контрасту, трепінгу, колірного балансу, двоїння і ковзання, розтискування, відтворення дрібних деталей, радіальної міри, поля півтонів, суміщення фарб, текстові елементи тощо.

Дослідження градаційних характеристик проводились на спектроденситометрі GRETAG SPM 50.

Статистичну обробку отриманих результатів експериментальних досліджень проводили з використанням пакету програмного забезпечення Microsoft Office Excel 2019. На основі результатів досліджень побудовано графічні залежності зміни колірної відмінності на відбитках ΔE , оптичної густини D , розтискування DG , контрасту PC та суміщення X .

Значення колірної відмінності відповідає візуальній різниці між двома ідентичними кольорами та виражається в числовому вимірі. При визначенні показника колірної відмінності за еталон обрано контрольний відбиток.

Для взірця 1 отримано найкращі результати числових значень для трьох фарб: С, М, К. Як видно з рис. 1 для цього ж взірця показник для фарби Y дещо завищений та виходить за межі допуску. Для взірця 2 найкращі результати отримали для двох фарб С, М, а для фарб Y та К значно виходять за межі допуску. Відпо-

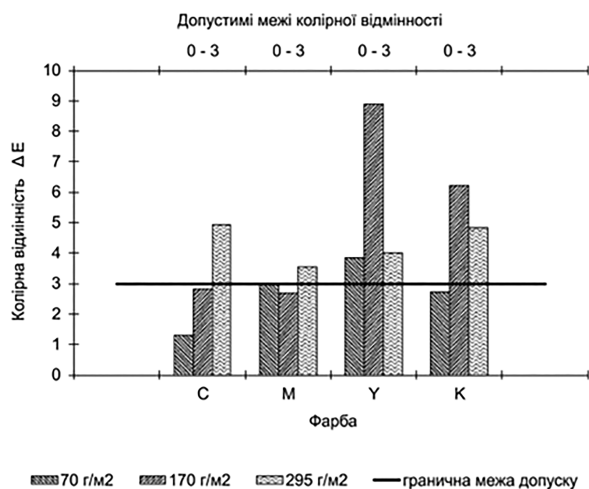
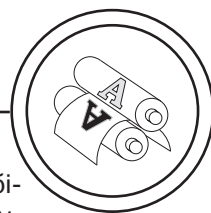


Рис. 1. Графічна залежність колірної відмінності для фарб СМУК досліджуваних взірців: 1 — 70 г/м², 2 — 170 г/м², 3 — 295 г/м²



відно до Європейського стандарту значення колірної відмінності ΔE не повинно перевищувати 3.

Стосовно взірця 3 можна стверджувати, що результати вимірювань для фарб СМҮК знаходяться за межами допуску числових значень (вище 3 одиниць).

Таке явище, ймовірно, можна пояснити дисбалансом системи «друкарська фарба—зволожувальний розчин», розтискуванням друкувальних елементів, а також фізико-хімічними властивостями матеріалів.

Для оцінювання якості отриманих відбитків офсетного друку у виробничих умовах, побудовано графічні залежності зміни їх градаційної передачі рис. 2, а–г.

Аналізуючи отримані графічні залежності градаційної передачі зображення досліджуваних взірців, можна зазначити наступне: передача оптичних густин блакитної фарби (С) у світлих ділянках дещо збігається для взірців 1 та 2 у світлих ділянках градацій, а для взірця 3 знаходиться за межами допуску. Починаючи з півтіней, оптична густина зростає для усіх досліджуваних взірців. Причому, для взірця 3 помітно незначне відхилення за нижньої межі допуску. У темних ділянках для усіх досліджуваних взірців спостерігається вихід за допустимі значення (рис. 2, а).

Як видно з рис. 2, б найкращі значення оптичної густини в світлих ділянках отримали для пурпурної фарби (М) на взірці 1. Дещо гірші показники характерні для взірця 2. Стосовно взірця 3 можна стверджувати, що отримані значення виходять за нижню допустиму межу. У півтемних ділянках у взірців 1 та 2 передача

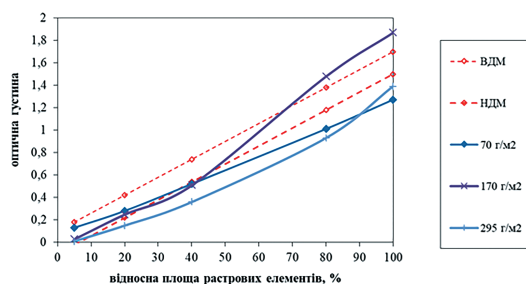
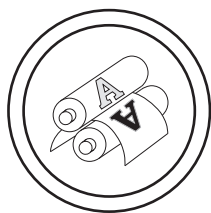
оптичних густин більш-менш збігається і виходять за межі допуску. У темних ділянках для взірця 2 оптична густина починає зростати і знаходиться в межах допуску. Для взірця 3 оптична густина зростає у півтемних та темних ділянках і спостерігається вихід за межі допуску.

Аналіз рис. 2, в показує, що у світлих ділянках градацій отримані найкращі результати для взірця 2. Для взірців 1 та 3 значення оптичної густини дещо нижчі та знаходяться за межами допуску. У півтінях найкращі значення оптичної густини для жовтої фарби (У) характерні для взірця 2. Можна стверджувати, що для взірців 1 та 3 значення збігаються і є достатньо низькими.

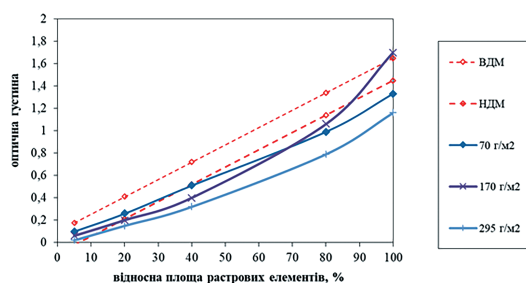
Градаційна передача чорної фарби (К) для взірця 1 як у світлих ділянках, так і півтінях знаходиться в межах допуску. У темних ділянках для цього ж взірця частково спостерігається зменшення оптичної густини, що призводить до виходу за межі допуску. Результати вимірювань взірців 2 та 3 показують, що в світлих ділянках є дещо наближеними, а в півтінях і тінях хоча і зростають, але є суттєво заниженими (рис. 2, г). Тому, в реальних промислових умовах для досягнення прийнятого нормативу необхідно збільшити подачу фарби.

Це, ймовірно, можна пояснити дисбалансом системи «друкарська фарба—зволожувальний розчин», розтискуванням друкувальних елементів та властивостями матеріалів.

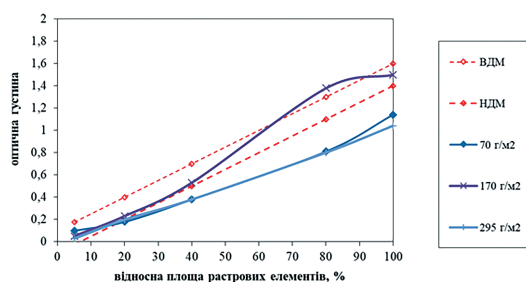
Каландрування надає поверхні паперу гладкої структури і тому, при друкуванні на глянцевому папері шар фарби є рівномірним.



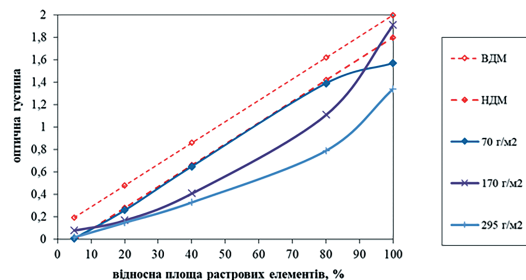
а



б

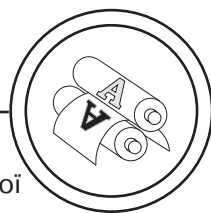


в



г

Рис. 2. Градаційна передача зображення досліджуваних взірців різних мас 1 м², г: а — блакитної (С), б — пурпурної (М), в — жовтої (Y), г — чорної (K) фарб, де ВДМ — верхня допустима межа, НДМ — нижня допустима межа



Верхній більший шар фарби залишається на гладкій поверхні паперу, утворюючи рівномірну поверхню, а менший всотується в структуру паперу. Тому, при вимірюванні оптичної густини плашки світловий промінь в гладкому шарі фарби менше розсіюється та більше поглинається, аніж відбивається.

У крейдованому матовому картоні відбувається всотування більшого шару фарби в структуру самого картону, а отже, при вимірюванні оптичної густини плашки простежуються явища заломлення та розсіювання променю світла, внаслідок чого знижується коефіцієнт поглинання [8, 9].

Як видно з рис. 3, для всіх досліджуваних зрізів паперів та кольорів фарб спостерігається відносно підвищення контрасту растрового зображення. Слід однак підкреслити, що всі описані зміни контрасту для досліджуваних зрізів не перевищують допустимих норм. Найнижчі результати отримані для зрізів 1

голубої фарби (С) та пурпурної фарби (М). Для цього ж зрізів результати вимірювань контрасту жовтої фарби (У) та чорної фарби (В) дещо вищі та виходять за межі допустимих норм. Для зрізів 2 спостерігаються найкращі результати вимірюваних значень, особливо для пурпурної фарби (М) та чорної фарби (К). У результаті аналізу даних зрізів 3 можна стверджувати, що найнижчий результат отримали для жовтої фарби (У). Для трьох інших фарб: блакитної (С), пурпурної (М) та чорної (К) спостерігаються значно вищі показники контрасту зображення, які знаходяться в допустимих межах [10]. Враховуючи вище сказане, слід особливо підкреслити, що ці значення контрасту є незначними для всіх видів паперу.

При максимально допустимому значенні контрасту досягається оптимальне співвідношення накочування фарби і величини розтискування. Ці величини тісно пов'язані між собою. Розтискування

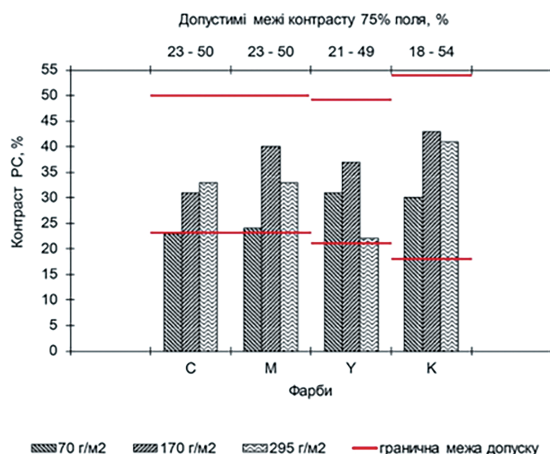
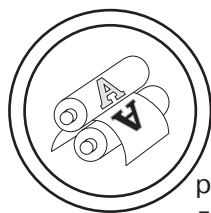


Рис. 3. Контраст зображення досліджуваних зрізів

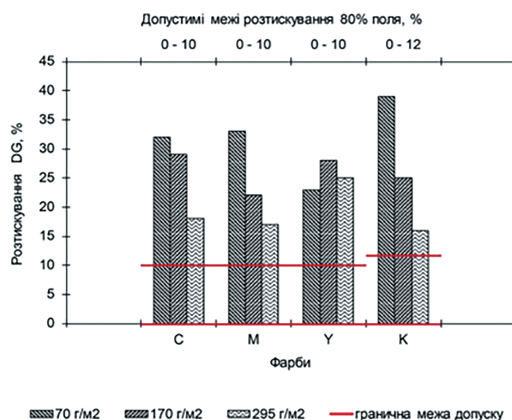


растрових елементів призводить до зменшення пробільних ділянок, внаслідок чого знижується контраст при друкуванні.

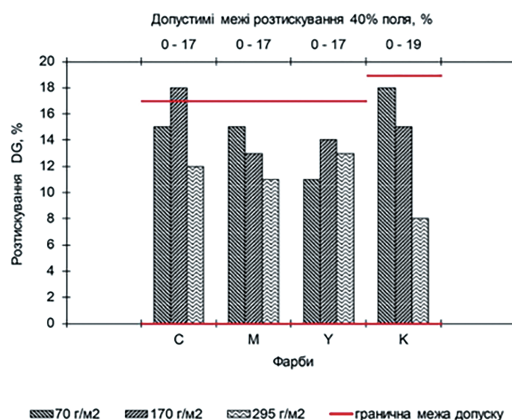
Крім цього, суттєвий вплив на зниження контрасту має і нестабільна емульсія балансу «фарба—зволожувальний розчин». Збільшення концентрації зволожувального розчину в фарбі призводить до зменшення її в'язкості, збільшення часу її висихання.

Як видно з рис. 4 (а) найменший показник розтискування от-

римали для зрізця 3, хоча і виходять за межі допустимих значень [10]. Для зрізця 1 характерні високі значення для фарб С та М, дещо нижчий показник спостерігається для фарби У, а для фарби К значення знаходиться далеко за межами допуску (40 %). Для зрізця 2 отримали дещо кращий показник для фарби М, а для фарб С, У, К значення не входять в межі допуску. Такі результати, ймовірно, можна пояснити надлишком тиску між циліндрами при

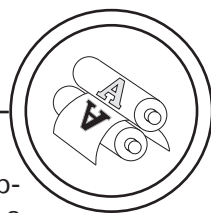


а



б

Рис. 4. Графічні залежності розтискування друкувальних елементів на: а — 80 % та б — 40 % полів для досліджуваних зрізців



друкуванні і відповідно, завеликою абсолютною деформацією офсетного гумовотканинного полотна [8–10].

Аналіз рис. 5 показує, що для зрізців 2 та 3 суміщення усіх фарб (СМУК) знаходяться в допустимих межах. Для зрізця 1 спостерігається частково вихід за допустимі межі суміщення фарб.

Процес позиціонування аркушів паперу на накладному столі та їх транспортування в друкарській машині досить складний. Це обумовлено як умовами роботи механізмів (швидкість підходу аркушів до упорів, конструкція механізму подачі аркушів, ступеня його регулювання та фізичне зношення), так і властивостями паперів та режимами технологічного процесу друкування (деформація форми, яка виникає на стадії друкування; відхилення від встановлених розмірів у товщині гумово-тканинного полотна; коливання температури та вологості у виробничих приміщеннях тощо). Ці чинники істотно впливають на точність позиціонування аркушів

на накладному столі та транспортування в друкарській машині, а відповідно і на точність суміщення фарб на відбитках [8, 9].

Усі числові значення показника суміщення фарб, крім паперу масою 70 г/м², знаходяться в межах максимально допустимого відхилення між центрами хрестів-міток двох будь-яких фарб, тобто не перевищують 0,12 мм. Фізико-механічні і хімічні характеристики паперу (маса, формат, товщина, вологість, структура волокна, склад наповнювача, крейдоване покриття) характеризують твердість та гладкість паперу, впливають на стійкість паперу до деформацій і на ковзання аркушів паперу по накладному столі. Тому при подаванні в машину паперу невеликої товщини, як правило, збільшується зминання країв упорами.

Висновки

Аналіз графічних залежностей, представлених на рис. 1–5 показує відносно належне підтримання якості відбитків, про що свідчить

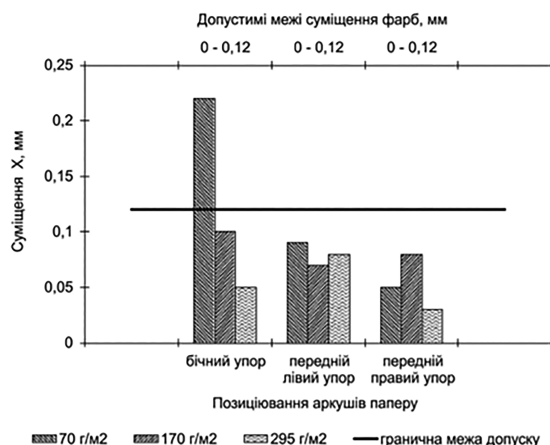
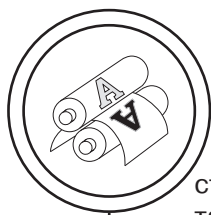


Рис. 5. Суміщення фарб на досліджуваних зрізках

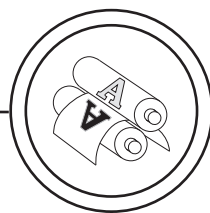


стабільність денситометричних та колориметричних вимірювань. Зміни колірної відмінності, оптичної густини, контрасту, розтискування та суміщення відбитків при оптимальних умовах налагодження друкарської машини і процесу друкування, використання ідентичних фарб, друкарських форм та витратних матеріалів, а також стандартних кліматичних умовах в друкарській дільниці, очевидно, залежать від властивостей паперів, що задруковуються. Ці чинники обов'язково потрібно враховувати під час вибору ма-

теріалу для виготовлення сучасної пакувальної та рекламної продукції, особливо на друкарському етапі. Проведені дослідження репродукційно-графічних показників відбитків, отриманих на аркушевій офсетній машині ROLAND 500 фірми Man Roland на паперах різної маси 1 м², г, підтвердили вплив зміни фізико-механічних і хімічних властивостей задруковуваних матеріалів, а саме: маса, формат, товщина, вологість, структура волокна, склад наповнювача, крейдоване покриття на якість тоновідтворення відбитків.

Список використаної літератури/References

1. (2021). Więcej możliwości w zakresie zrownwazonych opacowań. *Poligrafika*, 9, 34–35 [in Polish].
2. (2022). Wszystko o opakowaniach. *Poligrafika*, 6, 12–14 [in Polish].
3. (2022). Przyszłość druku na opakowaniach. *Poligrafika*, 9, 24–25 [in Polish].
4. Kotmalova, O. H., Kulik, L. Y., Labetska, M. T., & Ryvak, P. M. (2023). Doslidzhennia yakosti markuvannia farmatsevtichnykh pakovan tsyfrovym sposobom druku [Research on the quality of pharmaceutical packaging labeling using digital printing]. *Naukovi zapysky UAD*, 2(67), 209–215 [in Ukrainian].
5. Durniak, B. V., & Batiuk, A. Ye. (2005). *Rozrobka i dyzain reklamnykh vydan [Rozrobka i dyzain reklamnykh vydan]*. Lviv: UAD, 304 p. [in Ukrainian].
6. Nazar, I. M., Lazarenko, E. T., & Yakutsevych, S. (2009). *Parametry vidbytkiv rulonnoho ofsetnoho druku: faktory upravlinnia i vplyvu [Parametry vidbytkiv rulonnoho ofsetnoho druku: faktory upravlinnia i vplyvu]*. Lviv: UAD, 126 p. [in Ukrainian].
7. Nazar, I. M., & Koniukhov, O. D. (2023). Suchasni tekhnolohii vyhotovlennia tary ta pakovan z kartonu [Suchasni tekhnolohii vyhotovlennia tary ta pakovan z kartonu]. *Kvalilohiia knyhy*, 2(44), 101–107 [in Ukrainian].
8. Velychko, O. M. (2005). *Opratsiuvannia informatsiinoho potoku vzaiemodiieiu elementiv drukarskoho kontaktu [Opratsiuvannia informatsiinoho potoku vzaiemodiieiu elementiv drukarskoho kontaktu]*. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr 'Kyivskiy universytet', 262 p. [in Ukrainian].
9. Ryvak, P. M. (2021). *Tekhnolohiia drukarskykh protsesiv. Laboratornyi praktykum [Printing Process Technology. Laboratory Workshop]*. Lviv: UAD, 224 p. [in Ukrainian].
10. ISO 12647-2: 2013. *Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints. Part 2: Offset lithographic processes*. Publish 01.12.2013. Geneva Switzerland: International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/57833.html> [in English].



Experimental studies of the imprint quality are carried out: colour difference in imprints, optical density, contrast, squeezing, and alignment. Based on the studies, graphical dependencies are constructed that illustrate changes in the main indicators of the imprint quality depending on the type of printing materials.

Keywords: cardboard; coated paper; packaging; advertising products; offset printing technology; optical density; contrast; colour difference; squeezing; imprint quality.

Надійшла до редакції: 17.03.25

Рецензія: 27.04.25

Опубліковано: 30.06.25