

УДК 655.326.1

DOI: 10.20535/2077-7264.2(80).2023.288943

© Б. М. Канєвський, асп., КПІ ім. Ігоря Сікорського,
м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯМ У ФЛЕКСОГРАФІЧНОМУ ДРУЦІ

У статті оцінюється тенденція з розвитку флексографічного друку із застосуванням фарб Pantone, за допомогою аналізу результатів патентного пошуку та аналітичного огляду фахової літератури. Зокрема, розглянуто методи керування відтворенням кольору під час флексографічного друку та основні чинники впливу на його відтворення.

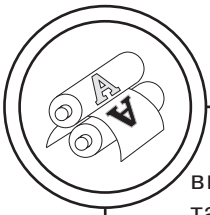
Ключові слова: флексографічний друк; фарби Pantone; управління кольором; кольоровідтворення; анілоксовий вал; патентний пошук.

Постановка проблеми

Стійка тенденція до збільшення асортименту друкованої продукції та зменшення її накладів робить доволі актуальним застосування флексографічного друку, що пояснюється його економічністю для окремих видів друкованої продукції та можливістю друку на більшій номенклатурі матеріалів. Однак, незважаючи на всі переваги флексографічного способу друку, існує стійка проблематика забезпечення якості друку через розтискування фарби. Зокрема можливе зниження точності відтворення кольору, растрової структури, дрібних елементів, градієнтів та деталей в тінях. Також, ускладнюється контроль за якістю відбитків, що залежить від впливу різноманітних чинників: технічних характеристик друкарської машини, режимів дру-

кування, властивостей витратних матеріалів та параметрів анілоксового валу. Особливий вплив на процес контролю якості має людський чинник, який проявляється в коректності підготовки оригінал-макету до друку, процесу змішування фарб та налагодженні обладнання. Результатом некоректного контролю якості є неякісна продукція, яка не відповідає очікуванням клієнта.

Підвищені вимоги до кольоровідтворення потребує продукція, яка надрукована із застосуванням фарб серії Pantone для відповідності фірмовому стилю. Контроль за якістю відтворення кольору ускладнюється тим, що сам технологічний процес виготовлення етикетки, окрім спектрофотометричного та візуального контролю, вимагає включити в себе процеси змішування,



виготовлення кольоропроби та отримання пробного відбитку та підбору витратних матеріалу.

Аналіз попередніх досліджень

В останні роки на ринку етикетко-паковальної продукції все більше помітна тенденція до скорочення накладів, а друк невеликих замовлень на офсетних та цифрових друкарських машинах виявився економічно не вигідним. Тому застосування флексографічного способу друку надає певні переваги: гнучкість виробництва, широкий асортимент матеріалів, швидкість друку, економічність, можливість інтегрувати в лінію відділи післядрукарської обробки тощо. Крім того, на ринку можна знайти спеціалізовані машини для друку на гофрованому картоні та плівці, а також складні вузькорулонні флексографічні машини з модулями трафаретного або офсетного друку та модулями для RFID-міток [1].

За результатами проведеного аналітичного дослідження розроблено систематизацію існуючих напрямів досліджень флексографічного методу друку (рис. 1). Слід зазначити, що більшість досліджень спрямовані на вивчення особливостей друку на різноманітних витратних матеріалах та технологій управління кольором.

Все більше досліджень спрямовані на вивчення та впровадження технології друку з розширеною колірною гамою CMYKOGV для економічного використання ресурсів. Зокрема, в роботі [2] автор зосередився на оцінці ідентичності відтворення плашкових

кольорів за допомогою друку з розширеною гамою. Аналіз такої системи показує збільшення колірної охоплення на 64 % порівняно з профілем CMYK. Також в роботі встановлено, що 85 % кольорів Pantone, надруковані в цій системі знаходять в межах норми колірної відхилення $\Delta E_{00} < 2,5$. Результати вказаного дослідження констатують про переваги при переході від традиційного чотириколірного друку до фіксованого семиколірного друку [2]. Автор зазначає, що запровадження друку з розширеною палітрою кольорів дозволить отримати значну користь підприємствам при модернізації виробництва і скоротити час на налаштування, загальні втрати фарб, субстратів та інших виробничих витрат.

Однак, результати проведеного дослідження [2] мають свої обмеження, зокрема: відмінності в колірному охопленні CMYKOGV на різних пристроях, складність змішування та контролю відповідного кольору.

Також набуває актуальності дослідження впливу різних чинників на відтворення кольору при зміні режимів роботи флексографічної друкарської машини. Зокрема, у роботах [3–6] авторами досліджується обмеженість технології, чинники впливу та можливі дефекти при друці на різних матеріалах. Як результат аналізу цих робіт можна виділити наступні чинники впливу на якість друку: матеріал (фарба, друкарська форма, задруковуваний матеріал), анілоксовий вал, друкарська машина, режими друку (швидкість, температура), деформація форми тощо. Також у роботах розглянуто основні дефекти друку,

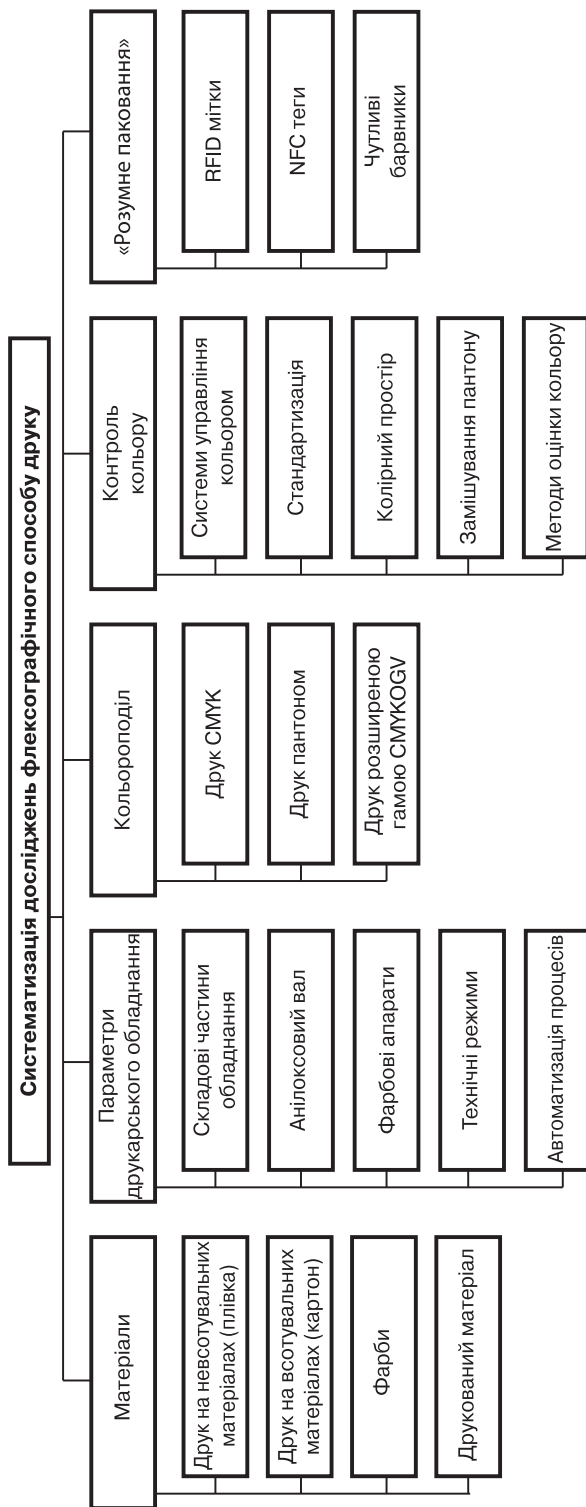
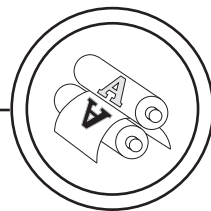


Рис. 1. Систематизація досліджень флексографічного друку



що спричинені здебільшого неправильним прилагодженням устаткування, неузгодженістю технічних режимів (тиск, швидкість, температура), забрудненням анілоксового валу чи в'язкістю фарби.

Кожен матеріал має свій ступінь поглинання фарби, що в свою чергу впливає на чіткість кольору на ньому. Наприклад, картон чи матовий папір має великий ступінь поглинання, що робить колір менш насиченим. Тобто, для чіткого кольору потрібна більша товщина фарбового шару. Плівка має малий ступінь поглинання, тому колір є більш насиченим, проте може виникнути ефект незгортання кольору, що призводить до нечіткого відбитка. На ступінь поглинання зокрема впливає товщина та густина матеріалу. Дослідження на прозорій плівці показали, що кольоропередача є більш кращою при наявності білил, ніж без них, а також що на полімерних плівках найбільш проблематичними кольорами є сині відтінки [3]. Дослідження кольоропередачі на гофрованому папері показали, що найбільшого спотворення зазнають блакитна та пурпурова фарби у всьому градаційному діапазоні, зокрема втрати у світлих ділянках та півтонах [5].

У свою чергу автор іншої роботи [7] зосереджується на оцінюванні ступеня та характеру зміни відтінків плашкового кольору. Результати вказують на зниження точності відтворення відтінків плашкових кольорів з високою та низькою насиченістю. Також є дослідження [8], в якому встановлено основні показники впливу на якість флексографічного дру-

ку: лініатура та складність зображення, швидкість друку, застосовані витратні матеріали, в'язкість фарб та досвід персоналу.

Дослідження систем відтворення кольору, їх побудови та відмінностей між ними залишаються актуальними. У дослідженні [9] розглянуто деякі наслідки впливу на якість друку залежно від вибору фірмових кольорів. Так, встановлено суттєву різницю у кольоровідтворенні між відтінком оригінал-макету та відбитку, що є наслідком відсутності чіткої системи управління та контролю за кольоровідтворенням.

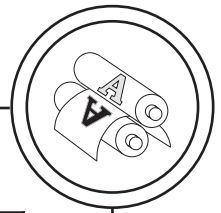
Мета роботи

Оцінка тенденцій з розвитку флексографічного друку із застосуванням фарб Pantone. Визначення основних напрямів розвитку технологічного забезпечення флексографічного друку: технології друкування, методи і системи контролю якості, відтворення плашкових кольорів та кольорів палітри Pantone.

Результати проведених досліджень

В наведеній роботі застосовувалися такі методи досліджень: аналітичний метод аналізу фахової літератури та патентний пошук.

На основі патентного пошуку визначено основні напрями розвитку технологічного забезпечення флексографічного друку: технології друкування, методи і системи контролю якості, відтворення плашкових кольорів та кольорів палітри Pantone. Патентний пошук із глибиною у 15 років проводився з метою визначення тенденцій розвитку методів контролю кольору флек-



Предмет і регламент патентного пошуку

Предмет пошуку	Мета	Країна	Класифікаційні індекси	Ретроспективність	Джерела інформації
1. Управління кольором	Визначення тенденцій розвитку флексографічного друку та методів контролю кольоровідтворення	США, Китай, Корея, Японія, Європа	B41F19/00	15 років (2007–2023)	Інтернет ресурси: ESPACENET, Google Patents
2. Методи контролю			B41F5/22		
3. Фарби для флексодруку			B41F11/00		
4. Задруковувані матеріали			B41F23/00		
5. Кольори Pantone			B41F23/04		
6. Плашкові кольори			B41F33/00		
			B41M1/04		
			B41M1/26		
			G06F3/12		
			G09F3/02		
			G09F3/10		

сографічного методу друку за період 2007–2023 рр. У табл. наведено регламент патентного пошуку.

В ході патентного пошуку проаналізовано 312 патентів. На основі результатів патентного пошуку та аналітичного огляду джерел побудовано діаграми згідно предмету пошуку (рис. 2) та країн (рис. 3), що видавали патенти.

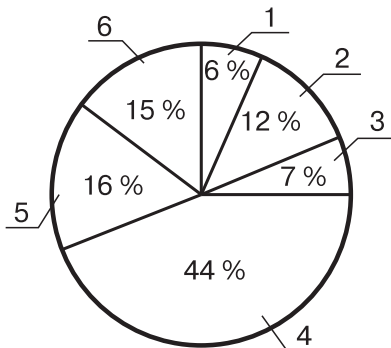


Рис. 2. Діаграма предмету патентного пошуку за тематикою: 1 — управління кольором; 2 — методи контролю кольору; 3 — фарби для флексографічного друку; 4 — матеріали етикеткової продукції; 5 — кольори Pantone; 6 — плашкові кольори

Аналізуючи діаграми з рис. 2, можна зробити висновок, що найбільшу кількість патентів видано в напрямі матеріалів етикеткової продукції, а найменше з напрямку управління кольором та методів контролю. Отже, незважаючи на збільшення номенклатури витратних матеріалів для друку, управління кольором для цих матеріалів є погано вивченим та потребує додаткових досліджень.

В свою чергу, аналізуючи діаграму з рис. 3, можна відзначи-

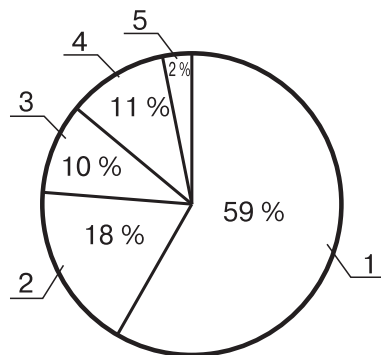


Рис. 3. Діаграма патентних країн за тематикою: 1 — КНР; 2 — Японія; 3 — США; 4 — Європа; 5 — Інші країни

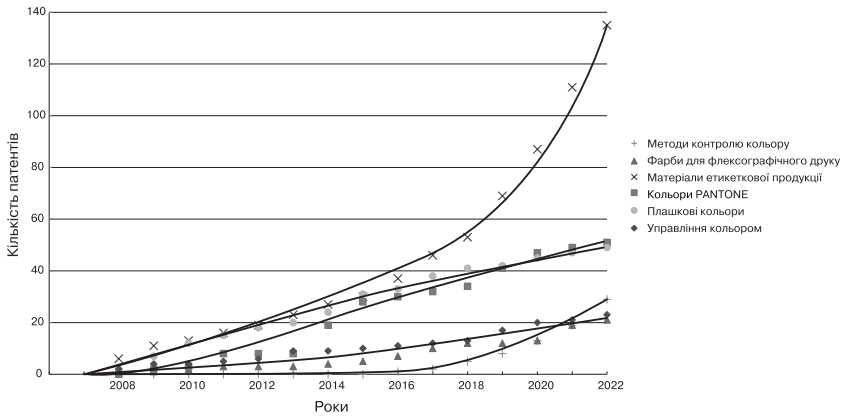
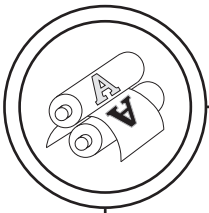


Рис. 4. Кумулятивна крива кількості патентів за напрямками

ти велику кількість патентів виданих у КНР та Японії. Причому більшість патентів в Японії видані компанією Херох та направлені на дослідження матеріалів та систем управління кольором.

Також побудовано графік кумулятивної кривої на суб'єкти пошуку (рис. 4) та років публікації патентів (рис. 5) відповідно патентного пошуку та аналітично огляду джерел.

Аналізуючи тенденцію щодо кількості виданих патентів за 15 років на рис. 4, 5, можна поба-

чити різке підвищення їх кількості за останні чотири роки. Однак, існує зменшення кількості патентів за останні роки у напрямі дослідження якості відтворення плшкових кольорів та кольорів палітри Pantone, що може бути спричинене поступовим переходом друку до технології розширеної гами (Extended Gamut Printing). Тобто дослідження процесів та методів контролю за кольоровідтворенням на різних матеріалах є малодослідженими та потребують подальшого аналізу.

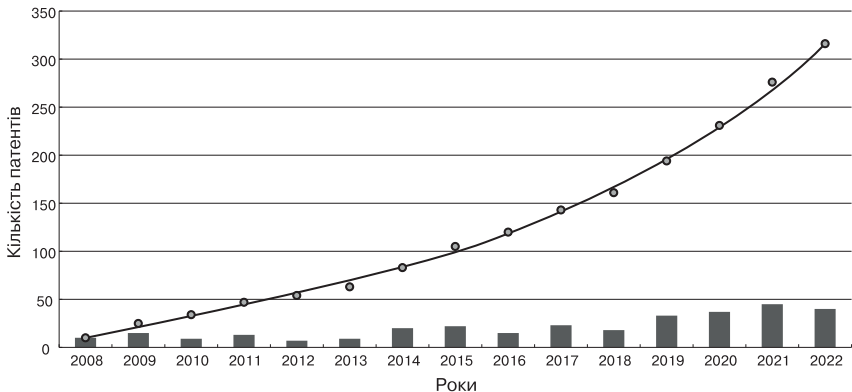
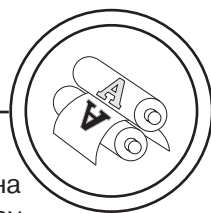


Рис. 5. Кумулятивна крива загальної кількості патентів за роками



На основі аналізу фахової літератури [10–13] можна виділити кілька етапів контролю за якістю відтворення кольору (рис. 6): від додрукарської підготовки макету до видачі готової продукції. Слід зазначити, що кожний етап контролю відбувається в межах CMS (Color Management System) системи для забезпечення одноманітного відображення кольору і дотримання колірною охоплення друкарського обладнання.

Першим етапом виготовлення друкованої продукції є підготовка оригінал-макету, що включає в себе: профілювання монітору відповідно до колірною охоплення друкарського обладнання, адаптації макету до обмежень процесу друку (трепінг та оверпринт) і узгодження кольору з клієнтом. Важливим завданням є узгодження кольору, оскільки колір може відрізнитися залежно від типу матеріалу, постачальника та серії виробництва. Щоб досягти узгодженості кольору більшість поліграфістів користуються стандартизованими віялами Pantone в паперовому та/або електронному виді, що містять понад тисячі кольорів для різної підкладки.

Наступним етапом контролю якості кольоровідтворення є додрукарська підготовка, а саме кольороподіл та виготовлення друкарських форм, після чого проводиться підготовка до друку, що полягає в прилагодженні друкарського обладнання із введенням потрібних параметрів, монтажу друкарської форми та підготовці матеріалів (акліматизація, змішування фарб). Слід відмітити процес змішування потрібної фарби, оскільки надлишок чи нестача певної складової фор-

мули може суттєво вплинути на подальше відтворення кольору з каталогу Pantone. Щоб правильно виготовити фарбу за віялом Pantone, використовують спеціалізоване програмне забезпечення, що здійснює розрахунок складу відповідно до умов друку. Наприклад, програма InkFormulation використовує денситометричні виміри віяла або еталону та здатна розрахувати формулу змішування і товщину фарбового шару відповідно до певного матеріалу. Також задля узгодженості, здійснюється пробний друк замішаним кольором на прободрукарському пристрої, і отриманий в результаті друкований відбиток вимірюють та порівнюють з еталоном.

Після досягнення узгодженості кольору, відбувається друкування накладу. Даний етап потребує чіткого контролю кольоровідтворення. Окрім візуальної оцінки відбитка за допомогою віяла Pantone, проводять спектрофотометричні виміри шкал оперативного контролю відбитку, після чого вираховують колірні відмінності згідно стандарту ISO 12647-6 і оцінюють якість відтворення. Якщо колірні спотворення є вище норми ($\Delta E > 5$) [14], відбувається коригування параметрів друку шляхом підбору лініатури анілоксового валу, зміни формули підбору кольору, технічних режимів друкарського обладнання тощо. Також слід враховувати і післядрукарські процеси, оскільки лакування або ламінування зазвичай здатне дещо затінювати відбиток.

Висновки

Згідно результатів патентного пошуку можна констатувати

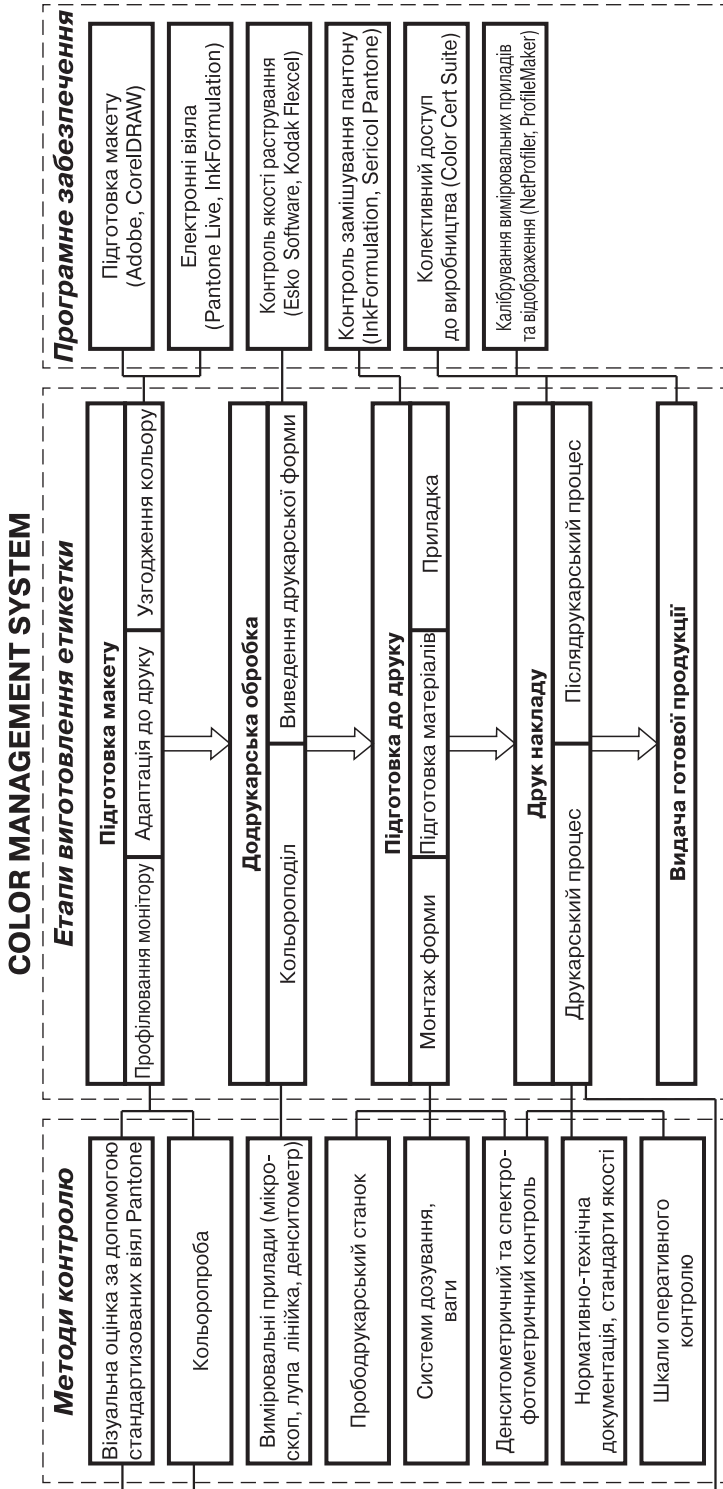
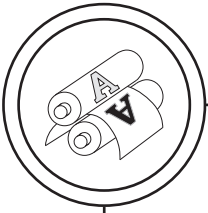
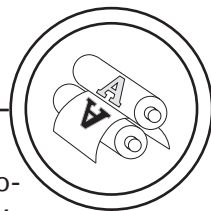


Рис. 6. Методи контролю якості кольоровідтворення



стіжку тенденцію зі збільшення кількості виданих патентів за напрямом флексографічного друку, особливо в КНР та Японії. У свою чергу, наявна найменша кількість патентів за напрямом управління кольором.

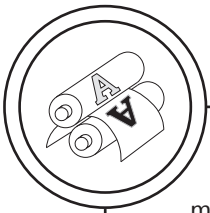
Результатом аналітичного огляду фахової літератури є систематизація існуючих наукових напрямів для флексографічного друку, а саме в галузі витратних мате-

ріалів, контролю кольору, технологій кольороподілу та особливостей друкарського обладнання.

Слід зазначити, що на практиці у виробництві є недостатній рівень використання системи CMS та дотримання вимог стандартів, що пов'язано з недостатнім досвідом та складністю. Це створює основну проблему ринку та стандартизації у флексографічному способі друку [15].

Список використаної літератури

1. Переваги флексодруку. Vostok.dp.ua. URL: <https://www.vostok.dp.ua/ukr/infa1/Etiketka/fleksopechat/>.
2. Akshay V. Joshi. Evaluation of spot color reproduction by extended gamut printing on a narrow web flexography press / Akshay V. Joshi, Prajakta Shetye, Prathamesh Kolte // Acta graphica. 2021. Vol. 30. no. 2. pp. 29–40.
3. І. І. Конохова. Оцінювання якості відбитків флексографічного способу друку на плівкових матеріалах / І. І. Конохова, Р. В. Рибка // Квалілогія книги. 2016. № 2(30). С. 55–59.
4. В. М. Сеньківський. Фактори прогнозування якості флексографічного друку / В. М. Сеньківський, В. Ф. Кохан, О. В. Мельников, О. М. Назаренко // Інформаційні технології у поліграфічному виробництві. 2017. № 1. С. 53–58. URL: <http://pvs.uad.lviv.ua/static/media/3-59/9.pdf>.
5. Гурська І. В. Технологічні особливості друкування на гофрованому картоні флексографічним способом / І. В. Гурська, О. В. Зоренко, Т. В. Розум // Технологія і техніка друкарства. 2018. № 4(62). С. 60–70. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(62\).2018.173872](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(62).2018.173872).
6. Авдяков Є. В. Дефект «фантом друку» при виготовленні друкованої продукції флексографічним способом / Є. В. Авдяков, К. І. Золотухіна // Технологія і техніка друкарства. 2022. № 4(78). С. 39–52. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(78\).2022.271806](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(78).2022.271806).
7. Himanshu R. Evaluating hue shifts in spot color tints in flexographic package printing / R. Himanshu. Clemson: ProQuest LLC, 2020. 96 p.
8. Folea G. V. Considerations on quality assurance for flexographic print products / G. V. Folea, E. Bălan, C. Mohora // Annals of the academy of romanian scientists. 2020. Vol. 12. pp. 33–47.
9. Abildgaard M. The consequences of choosing and specifying brand colors directly from a screen — and the need for brand color management / M. Abildgaard // Print media technol. 2022. Vol. 12. no. 2. pp. 85–97. <https://doi.org/10.14622/JPMTR-2208>.
10. Deshpande K. Gamut evaluation of an n-colour printing process with the minimum number of measurements / K. Deshpande, M. R. Pointer, P. Green // Color research and application. 2014. Vol. 40. no. 4. pp. 408–415. <https://doi.org/10.1002/col.21909>.



11. Reem E. Accuracy of spot color reproduction in a 7-color, expanded gamut, flexographic printing system / E. Reem, M. Habekost, A. Sharma // *Journal of print and media technology research*. 2022. Vol. 11. no. 2. pp. 99–118.

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

13. Valdec D. The influence of printing substrate properties on color characterization in flexography according to the iso specifications / D. Valdec, B. Auguštin, P. Miljković // *Tehnički glasnik*. 2017. Vol. 11. no. 3. pp. 73–77.

14. ДСТУ ISO 12647-6:2007. Поліграфія. Керування процесами виготовлення растрових кольороподілених фотоформ, пробних і тиражних відбитків. Частина 6. Флексографічне друкування; чинний від 2009-10-01. Вид. офіц. Київ: Укр. НДІ полігр. пром-сті ім. Т. Шевченка, 2007. 12 с.

15. Martin D. Colour, it's just a constant problem: an examination of practice, infrastructure and workflow in colour printing / D. Martin, J. O'Neill, T. Colombino // *From CSCW to Web 2.0: European Developments in Collaborative Design*. 2010. pp. 21–42.

References

1. Perevahy fleksodruku [Advantages of flexo printing]. *Vostok.dp.ua*. Retrieved from <https://www.vostok.dp.ua/ukr/infa1/Etiketka/fleksopechat/> [in Ukrainian].

2. Joshi, A. V., Shetye, P., & Kolte, P. (2021). Evaluation of spot color reproduction by extended gamut printing on a narrow web flexography press. *Acta graphica*, Vol. 30, no. 2, 29–40.

3. Koniukhova, I. I., & Rybka, R. V. (2016). Otsiniuvannia yakosti vidbytkiv fleksohrafichnogo sposobudruku na plivkovykh materialakh [Evaluation of the quality of imprints of the flexographic method of printing on film materials]. *Kvalitohiia knyhy*, 2(30), 55–59 [in Ukrainian].

4. Senkivskiyi, V. M., Kokhan, V. F., Melnykov, O. V., & Nazarenko, O. M. (2017). Faktory prohnouzuvannia yakosti fleksohrafichnogradruku. *Informatsiini tekhnologii u polihrafichnomu vyrobnytstvi*, 1, 53–58. Retrieved from <http://pvs.uad.lviv.ua/static/media/3-59/9.pdf> [in Ukrainian].

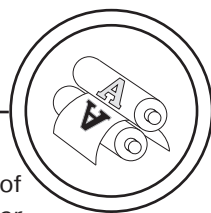
5. Hurska, I. V., Zorenko, O. V., & Rozum, T. V. (2018). Tekhnolohichni osoblyvosti drukuvannia na hofrovanomu kartoni fleksohrafichnym sposobom [Technological features of flexographic printing on corrugated cardboard]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, 4(62), 60–70. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(62\).2018.173872](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(62).2018.173872) [in Ukrainian].

6. Avdiakov, Ye. V., & Zolotukhina, K. I. (2022). Defekt 'fantom druku' pry vyhotovlenni drukovanoi produktsii fleksohrafichnym sposobom ['Phantom printing' defect in the production of printed products by the flexographic method]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, 4(78), 39–52. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(78\).2022.271806](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(78).2022.271806) [in Ukrainian].

7. Himanshu, R. (2020). *Evaluating hue shifts in spot color tints in flexographic package printing*. Clemson: ProQuest LLC, 96 p.

8. Folea, G. V., Bălan, E., & Mohora, C. (2020). Considerations on quality assurance for flexographic print products. *Annals of the academy of romanian scientists*, Vol. 12, 33–47.

9. Abildgaard, M. (2022). The consequences of choosing and specifying brand colors directly from a screen — and the need for brand color management. *Print media technol*, Vol. 12, no. 2, 85–97. <https://doi.org/10.14622/JPMTR-2208>.



10. Deshpande, K., Pointer, M. R., & Green, P. (2014). Gamut evaluation of an n-colour printing process with the minimum number of measurements. *Color research and application*, Vol. 40, no. 4, 408–415. <https://doi.org/10.1002/col.21909>.

11. Reem, E., Habekost, M., & Sharma, A. (2022). Accuracy of spot color reproduction in a 7-color, expanded gamut, flexographic printing system. *Journal of print and media technology research*, Vol. 11, no. 2, 99–118.

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

13. Valdec, D., Auguštin, B., & Miljković, P. (2017). The influence of printing substrate properties on color characterization in flexography according to the iso specifications. *Tehnički glasnik*, Vol. 11, no. 3, 73–77.

14. DSTU ISO 12647-6:2007. Polihrafiia. Keruvannia protsesamy vyhotovliannia rastrovnykh koloropodilennykh fotoform, probnykh i tyrazhnykh vidbytkiv. Chastyna 6. *Fleksografichne drukuvannia [DSTU ISO 12647-6:2007. Printing industry. Management of the production processes of raster color-separated photoforms, trial and circulation prints. Part 6. Flexographic printing]*. Publish 2009-10-01. Kyiv: Ukr. NDI polihr. prom-sti im. T. Shevchenka, 12 p. [in Ukrainian].

15. Martin, D., O'Neill, J., & Colombino, T. (2010). Colour, it's just a constant problem: an examination of practice, infrastructure and workflow in colour printing. *From CSCW to Web 2.0: European Developments in Collaborative Design*, 21–42.

The article evaluates the trend in the development of flexographic printing with the use of Pantone inks, using the analysis of patent search results and analytical review of professional literature. In particular, the methods of controlling color reproduction during flexographic printing and the main factors affecting its reproduction are considered.

Keywords: flexo printing; Pantone inks; color management; color reproduction; anilox roller; patent search.

Надійшла до редакції 12.05.23