

УДК: 655.3.024.3

DOI: 10.20535/2077-7264.4(78).2022.275291

© **І. В. Марчук, асп., К. І. Золотухіна, канд. техн. наук, доц.,**
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

**ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ
ПОЛІГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ ЇХ ЗАДРУКОВУВАННЯ**

Перенесення фарби на пористі й невосотувальні матеріали забезпечується не тільки параметрами друку, а й технологічного середовища. Під час вибору методу репродукування та друкування продукції важливо враховувати особливості матеріалів, що задрукуюються. Матеріали повинні відповідати обраній технології друку

Ключові слова: друкування; невосотувальні матеріали; пакування; параметри; технологічне середовище; друкowana продукція.

Постановка проблеми

Поліграфічна та видавнича галузі стикаються з проблемами та можливостями, що пов'язані зі швидким економічним розвитком та різноманітними запитами споживачів. Нова технологія цифрового друку поступово стала основним технічним змістом галузі, оскільки використовує сучасну цифрову систему для передачі інформації на цифрову друкарську машину через мережу. Цифровий друк водночас є більш економічним та екологічним способом. І дозволяє задовольнити потреби споживача у малих накладках продукції. Тому дедалі більше виробників друкованої продукції шукають можливості для переходу до цифрового друку, зберігши основні показники якості на виході. Важливо розуміти, на яких матеріалах можна дру-

кувати цифровим способом, і чи є необхідність у розширенні можливостей цифрового друку.

У статті виконано огляд основних невосотувальних матеріалів та розроблено їх класифікацію, проведено патентний пошук з визначення рівня розвитку цифрового друку на різних задруктованих матеріалах. Також визначено основні зовнішні показники, що можуть впливати на розвиток галузі, та, яким чином.

Аналіз попередніх досліджень

Щодня в роботі поліграфічних підприємств виникають труднощі із правильним відтворенням кольору на обраних поверхнях для задруккування. Існує чимало як зовнішніх, так і внутрішніх чинників, що можуть впливати на це. Серед них і такі: тип оригіналу, його формат



та спосіб створення/передачі, спосіб друку, обладнання, використані матеріали та умови середовища, в якому зберігаються витратні матеріали, відбувається процес друкування та зберігання готової продукції. Всі ці чинники можуть кардинально вплинути на відтворення кольорів при друці [1].

Метою процесу репродукування є точне друковане відтворення оригіналу. Зазвичай клієнт візуально оцінює якість та відповідність продукції оригіналу, який був переданий. Тому точне відтворення неможливо виразити у вимірних значеннях. Лише при візуальній невідповідності необхідно буде проводити дослідження параметрів та визначення чинників, що спричинили наявне відхилення.

Якщо оригінал є багатоколірним фотографічним безперервним зображенням, отримати 100% відповідність друкованого відбитку до оригіналу неможливо. Виділяють декілька причин:

1. Відмінність між оригіналом та матеріалом, на якому відтворено зображення. Це спричиняє відмінності в білизні, блиску та текстурі поверхні.

2. Під час друку макету використано барвники або пігменти, відмінні від оригіналу. Оригінал і надрукований результат можуть візуально збігатися за кольором, але за певних умов освітлення, бо спектральні характеристики первинних барвників відрізняються від друкарських фарб.

3. Різниця в колірному діапазоні між кольоровими фотографічними основними та багатоколірними друкарськими фарбами. Деякі кольори оригіналу можуть не продрукуватися.

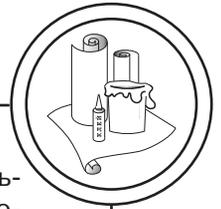
Найочевиднішою проблемою друкованого відтворення оригіналів, особливо прозорих плівок, є перетворення діапазону густини оригіналу в діапазон густини для друку, обмежений технологічним процесом, основою для задруковування та друкарськими фарбами. Основне завдання — зберегти найбільш важливі тональні градації оригіналу. Це потребує спеціального репрографічного контролю градації оригіналу [2].

Кожна характеристика якості може стати більш вагомою в процесі репродукування, залежно від завдання друку та вихідних даних.

Ринок поліграфічних витратних матеріалів надзвичайно широкий. Зазвичай постачальники пропонують друкарські фарби вже готові до використання. Однак водночас існує широкий спектр допоміжних матеріалів, призначених для корегування друкарсько-технічних властивостей фарб і забезпечення стабільних умов друкарського процесу. Різноманітні домішки до фарб дуже часто здатні врятувати ситуацію у разі невідповідності фарби до певного матеріалу, який планується задрукувати, що підтверджено в роботі [3].

Друкарські фарби повинні мати різні реологічні властивості залежно від умов друкарського контакту та відповідати визначеному друкарському обладнанню.

В роботі [4] відзначено, що співвідношення деформації дрібних елементів пов'язане з типом поверхні, що задруковується, і типом режиму відтворення. Аналіз мікроскопічних зображень показав, що деформація дрібних елементів відбувається завдяки ме-



ханізму розтікання та проникнення чорнила. Частка кожного випадку у деформації залежить від характеристик поверхні що задруковується. Оцінка якісних параметрів відтворення дала важливі показники, які можуть значно покращити виробничий процес і призвести до збільшення якості друку дрібних елементів. Тому важливо ретельно підбирати матеріали для задруковування та відповідні технології й режими друку.

У 2020 р. опубліковано патент [5], що стосувався нового процесу друку високоякісних багатоколірних зображень з високою роздільною здатністю на волокнистих, пористих або інших матеріалах, що поглинають фарби, за допомогою рідкого чорнила, і особливо на одязі. Процес здійснюється шляхом нанесення зволожуючої композиції до, одночасно та/або після нанесення композиції чорнила та формування зображень. Далі розкриваються системи попереднього друку та друку для виконання вищезазначеного процесу.

Друк на нерівній поверхні невсотувальних матеріалів має деякі обмеження та недоліки, що проаналізовані в роботі [6]. Для якісної передачі багатоколірного зображення на таких поверхнях винайдено краплинну технологію друку цифрових зображень, зокрема, для друку на пластикових контейнерах. За такої умови система друку передбачає попереднє сканування задруковуваного матеріалу, а в разі потреби його попередню обробку, нанесення базового покриття, друк зображення.

Для отримання якісного багатоколірного зображення на скля-

ній поверхні винайдено спеціальний спосіб, що також включає попередню підготовку скла [7].

Загалом більшість невсотувальних матеріалів потребують додаткової попередньої обробки поверхні перед процесом друкування. Цей етап є важливим у загальній системі друку, оскільки дозволяє покращити відтворення зображення.

Мета роботи

Аналіз ринку матеріалів для друку, визначення їх поточного стану та різновиду, оцінка впливу зовнішніх чинників на їх поточний та подальший розвиток. Здійснення патентного пошуку та визначення на його основі світових тенденцій.

Результати проведених досліджень

Сьогодні існує численна кількість матеріалів, які можна задрукувати тим, чи іншим способом використовуючи нові технології. Кількість таких матеріалів постійно зростає, що дає змогу поліграфічній галузі розвиватися та тісно співпрацювати з іншими напрямками. Особливості поверхні задруковуваного матеріалу здебільшого визначають різновид поліграфічного відтворення зображення на пакованнях, етикетках, вологостійких видах продукції, пластикових картках, рекламних носіях тощо. Дані види поліграфічної продукції здебільшого виготовляються з використанням невсотувального полімерного матеріалу з різним ступенем шорсткості, змочування, характеристик прозорості та колірності. Можна виділити основні характеристики за якими класифікуються невсотувальні матеріали: природа походження (натуральні та синтетичні);



вид друку, за допомогою якого можна задрукувати поверхню; форма задрукованого матеріалу (готові вироби чи заготовки); стійкість води (водостійкі та зі зниженою стійкістю); терміном експлуатації (одноразові, багаторазові, довговічні) та за призначенням. Залежно від форми та природи походження задрукованого матеріалу обирається можливий вид друку. Для друкування на невосотувальних матеріалах використовують цифровий (стікери, наліпки, скло), офсетний (пластикові картки, візитівки, етикетки), флексографічний (цінники, шпалери, пакування), трафаретний (посуд, іграшки, диски), тамподрук (запальнички, клавіатура, ручки) тощо. Поєднання інших основних матеріалів із задруковуванням, наприклад, УФ-фарб дозволяє отримати різні вироби, як культурного так і побутового призначення (керамічна плитка, таблички, дзеркала).

В результаті аналізу літератури, можливостей друку окремих підприємств та наявності на ринку продукції із нанесеними зображеннями створено класифікацію невосотувальних матеріалів для друку (рис. 1). Виділено основні критерії, за якими відрізняються матеріали. Визначено властивості, які мають матеріали та можливості, що вони надають для друку. Всі матеріали поділено за попередньо визначеними характеристиками та сформовано їх у групи.

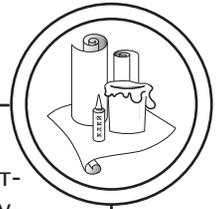
Визначено основні чинники, що у наш час впливають на розвиток друкарської справи та матеріалів, що в ній використовуються.

1. Пандемія. Спостерігалось помітне зменшення замовлень. Компанії, які раніше виготовляли пакування, етикетки, сувенірну та рекламну продукцію, скоротили бюджет, і, відповідно, значно зменшили обсяги замовлень. Це пов'язано зі скасуванням масових офлайн заходів: конференцій, презентацій, вебінарів, та переходом до організації онлайн-івентів. І після пандемії не всі повернулись до цього, оскільки перейшли до цифрового формату [8].

2. Екологічність, зменшення використання одноразових матеріалів. Тенденція до свідомого споживання також має свій вплив на розвиток поліграфічної галузі. Замовники або відмовляються, або значно зменшують кількість одноразової продукції. Відповідно постає питання заміни такої продукції на більш довготривалу у користуванні, а в деяких випадках — довговічну. Наприклад, це стосується одноразових пакетів. На заміну їм приходять або одноразові пакети з екологічним складом, або багаторазове пакування.

У США дослідження показали, що 40 % всієї їжі там не споживається, а стає харчовим сміттям. Близько 30 % їжі псується по всьому світу. Вдосконалений та оптимізований дизайн пакування може зменшити кількість харчових відходів [9]. Основним методом зменшення кількості харчових відходів є удосконалення пакування:

1. Забезпечення багаторазового відкриття. Наявність zip lock, застібки, кришечки, наліпки, затискачів чи інших елементів, які



допоможуть продукту всередині залишатися свіжим якомога довше.

2. Розміри пакування.

3. Видимість продукту. Важливо для тих продуктів, де необхідно визначити свіжість вмісту за кольором та станом (наприклад, зелень).

Всі ці критерії впливають на розвиток поліграфічних матеріалів та можливості їх задрукування [10].

Для визначення рівня розвитку цифрового друку на невсотувальних та пористих матеріалах виконано патентний пошук. Цифровий друк, струминний та електрографічний друк, обладнання цифрового друку, друк на невсотувальних та на пористих матеріалах, методи та засоби контролю виступають предметом цього патентного пошуку. У результаті патентного пошуку знайдено

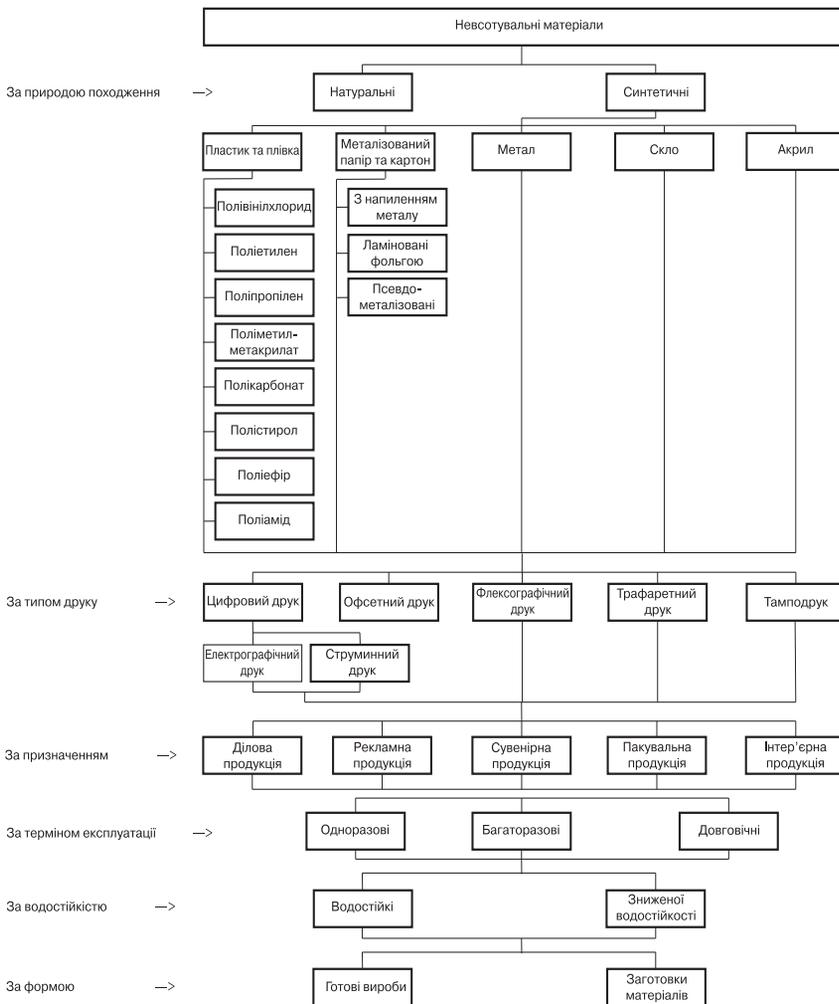


Рис. 1. Класифікація невсотувальних задруковуваних матеріалів

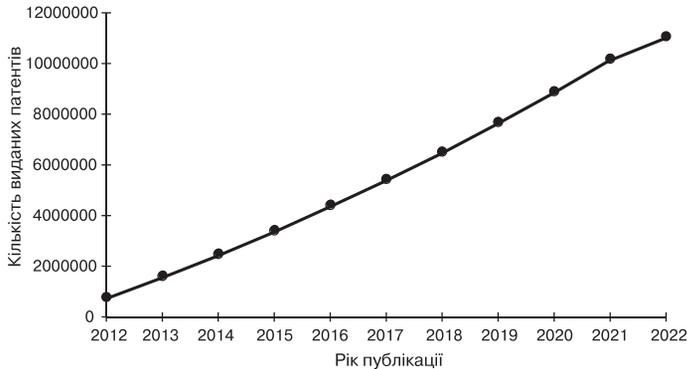


Рис. 2. Кумулятивна крива патентів

понад 120000 найменувань за обраною темою дослідження, з них обрано найбільш відповідні та актуальні і проаналізовано детальніше.

За результатами патентного пошуку визначено тенденції розвитку технологій та способів друку на пористих та невсотувальних матеріалах, обладнання цифрового друку та методів контролю якості.

Відповідно до аналізу отриманих результатів патентного пошуку, побудовано кумулятивну криву патентів (рис. 2), стовпчикову та секторну діаграми розподілу

патентів за роками (рис. 3), країнами, що їх видали (рис. 4), країнами заявника (рис. 5) та секторну діаграму розподілу патентів за напрямками дослідження (рис. 6).

Проаналізувавши побудовані діаграми можна зробити висновки:

1. Дослідження тематики технологій цифрового друку за останні десять років розвивалось рівномірно. Кількість виданих патентів щороку плавно зростала. Найбільшу кількість патентів було видано за 2020–2021 рр. (рис. 1–3).

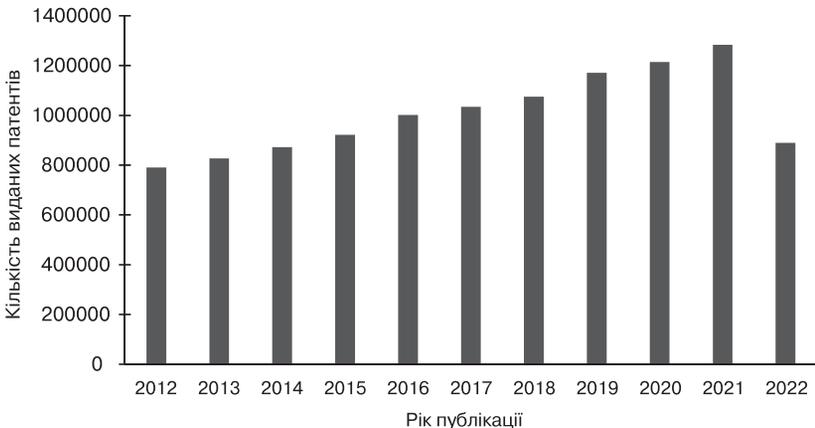
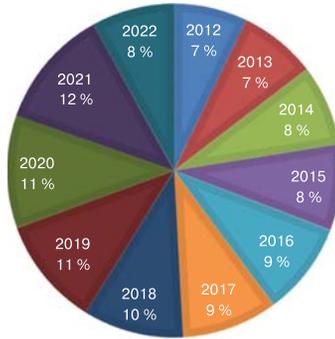
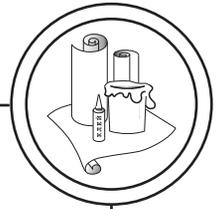


Рис. 3. Діаграма розподілу патентів за роками



■ 2012 ■ 2013 ■ 2014 ■ 2015 ■ 2016 ■ 2017 ■ 2018 ■ 2019 ■ 2020 ■ 2021 ■ 2022

Рис. 4. Діаграма розподілу патентів за роками (у %)

2. З огляду на загальну кількість виданих патентів та зростання їх числа щороку, можна зробити висновок, що тематика є актуальною та активно розвивається.

3. За обраний проміжок часу найбільше патентів було видано США та Японією, а власниками патентів переважно є відомі компанії на ринку поліграфічних та цифрових технологій (рис. 4).

4. Найбільша кількість патентів, що були знайдені, стосуються тематики цифрового друку, технології CtP та методів і засобів контролю якості.

друкування та розширення кількості матеріалів, які можливо задрукувати.

З подальшим розвитком технологій цифровий друк на невисотувальних матеріалах буде збільшувати свої можливості і, відповідно, попит серед споживачів.

Поліграфічним компаніям, що хочуть не лише зберегти свою частку на ринку, а й розвиватися, необхідно крокувати в ногу з часом та активно впроваджувати передові технології друку. Також важливо враховувати побажання

Висновки

Зі стрімким розвитком економіки, переходом до більш екологічного життя та свідомого споживання змінюються й запити від людей. Поступово споживач переходить від дешевого та швидкого рішення до прагнення покращити якість та забезпечити довговічність продукції. Ці чинники продукують нові вимоги до якості друкованої продукції та стимулюють розвиток технологій

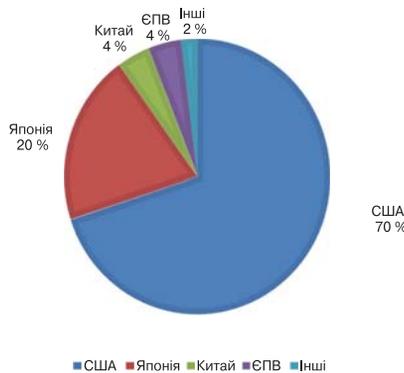


Рис. 5. Діаграма розподілу патентів за країнами, які їх видали (у %)

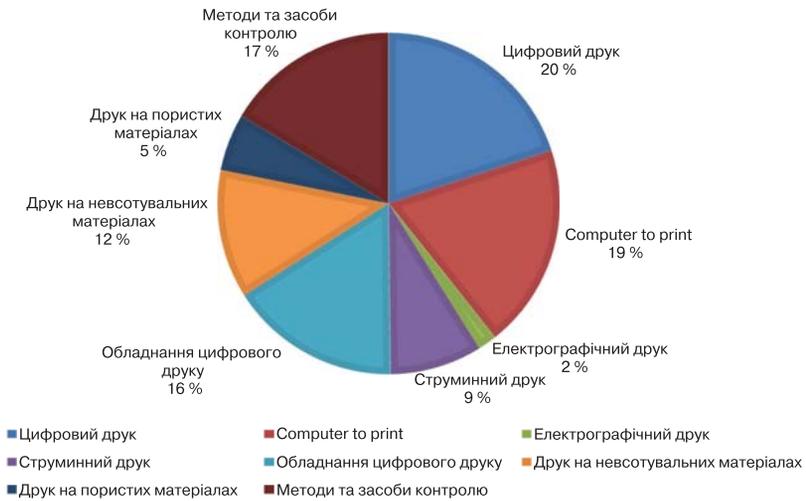


Рис. 6. Діаграма розподілу патентів за напрямками дослідження (у %)

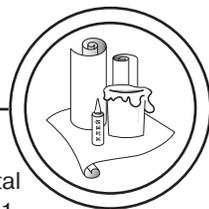
замовників та за першої можливості освоювати необхідні технології.

Саме технологія цифрового друку сприяє стабільному майбутньому в галузі виготовлення

поліграфічної продукції. Все це можливо завдяки високій ефективності, якості, роздільній здатності, швидкості, надійності, довговічності та захисту навколишнього середовища.

Список використаної літератури

1. Bestmann G. Expert Guide Color Management Heidelberger Druckmaschinen AG Heidelberg / G. Bestmann, B. Utter, K. Höhn 2003. pp. 5–34.
2. Khadzhynova S. Sposoby zabezpieczenia opakowan / S. Khadzhynova, K. Zolotukhina // Przegląd papierniczy. 2019. № 12. pp. 737–741. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.przegl-pap.com.pl/assets/roczny-spis-2019.pdf>.
3. Zolotukhina K. The reflectance spectra of the model printing inks / Kateryna Zolotukhina, Iryna Soltys // The 15 International Conference on Correlation Optics, «Correlation Optics'2021». Proc. of SPIE. Chernivtsi. Chernivtsi National University. September 13–16, 2021. Vol. 12126 1212610-1. 1212610-6. doi: 10.1117/12.2615558. <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-SPIE/12126.toc?SSO=1#FifteenthInternationalConferenceonCorrelationOptics>.
4. Valdec D. Influence of Printing Substrate on Quality of Line and Text Reproduction in Flexography / D. Valdec, K. Hajdek, I. Majnari'c, D. Cerepinko // Appl. Sci. 2021. 11. p. 7827. doi: 10.3390/app11177827.
5. Пат. US2020157367 (A1) США, C09D11/10, C09D11/30, C09D11/322, C09D11/38, C09D11/40, D06P1/52, D06P1/62, D06P1/651, D06P5/20, D06P5/30; Process and system for printing images on absorptive surfaces [Текст] / Ben-Zur Ofer. заявл. 16.01.2020; опубл. 21.05.2020. 45 с.



6. Пат. JP6272275B2 Японія, В41J2/01, В41J2/175, В41M5/0088; Digital printing of plastic containers [Текст] / Uptergrove, Ronald El. заявл. 22.11.2006; опубл. 31.01.2018. 9 с.

7. Пат. US10926290B2 США, C03C17/3405, В41J3/407, В32В17/10266, C03C17/34; Methods for printing on glass [Текст] / Jeffrey John Domey, Matthew Wade Fenton, Govindarajan Natarajan, Paul John Shustack, Jian-Zhi Jay Zhang. заявл. 13.02.2014; опубл. 23.02.2021. 26 с.

8. Bara A. The Effectiveness of Advertising Marketing in Print Media during the Covid 19 Pandemic in the Mandailing Natal Region / A. Bara, F. Affandi, A. Farid, A. Marzuki // Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal). 2021. Volume 4. pp. 879–886.

9. Explore solutions to food waste [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. ReFED, 2022. Режим доступу: <https://insights-engine.refed.org/solution-database?dataView=total&indicator=us-dollars-profit> (дата звернення 02.06.2022). Назва з екрана.

10. Davis D. The Role of Packaging in Preventing — and Causing — Food Waste. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. Sustainable Packaging Coalition. 2021. Режим доступу: <https://sustainablepackaging.org/the-role-of-packaging-in-preventing-and-causing-food-waste/> (дата звернення 11.10.2022). Назва з екрана.

References

1. Bestmann, G., Utter, B., & Höhn, K. (2003). *Expert Guide Color Management Heidelberger Druckmaschinen AG Heidelberg*, 5–34.

2. Khadzhynova, S., & Zolotukhina, K. (2019). Sposoby zabezpieczenia opakowan. *Przegląd papierniczy*, 12, 737–741. Retrieved from <http://www.przegl-pap.com.pl/assets/rocny-spis-2019.pdf>.

3. Zolotukhina, K., & Soltys, I. (September 13–16, 2021). The reflectance spectra of the model printing inks. *Proc. of SPIE. The 15 International Conference on Correlation Optics, 'Correlation Optics'2021'*, Vol. 12126 1212610-1, Vol. 12126 1212610-6. doi: 10.1117/12.2615558. <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-SPIE/12126.toc?SSO=1#FifteenthInternationalConferenceonCorrelationOptics> [in English].

4. Valdec, D., Hajdek, K., Majnari'c, I., & Cerepinko, D. (2021). Influence of Printing Substrate on Quality of Line and Text Reproduction in Flexography. *Appl. Sci*, 11, 7827. doi: 10.3390/app11177827.

5. Ofer, B.-Z. *Process and system for printing images on absorptive surfaces* // Patent US2020157367 (A1) USA. Publish 21.05.2020.

6. Uptergrove, Ronald El. *Digital printing of plastic containers* // Patent JP6272275B2 Japan. Publish 31.01.2018.

7. Domey, J. J., Fenton, M. W., Natarajan, G., Shustack, P. J., & Zhang, J.-Z. J. *Methods for printing on glass* // Patent US10926290B2 USA. Publish 23.02.2021.

8. Bara, A., Affandi, F., Farid, A., & Marzuki, A. (2021). The Effectiveness of Advertising Marketing in Print Media during the Covid 19 Pandemic in the Mandailing Natal Region. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*, Vol. 4, 879–886.

9. (2022). Explore solutions to food waste. *ReFED*. Retrieved from <https://insights-engine.refed.org/solution-database?dataView=total&indicator=us-dollars-profit> [in English].



10. Davis, D. (2021). The Role of Packaging in Preventing — and Causing — Food Waste. *Sustainable Packaging Coalition*. Retrieved from: <https://sustainablepackaging.org/the-role-of-packaging-in-preventing-and-causing-food-waste/> [in English].

Ink transfer to porous and non-absorbed materials is provided not only by the printing parameters but also by the technological environment. When selecting a method of reproduction and printing, it is necessary to consider the characteristics of the materials to be printed. The materials should comply with the preferred printing technology.

Keywords: printing; non-woven materials; packaging; parameters; technological environment; printed products.

Надійшла до редакції 10.11.22