



УДК 655.354

DOI: 10.20535/2077-7264.2 (72).2021.239333

© П. О. Киричок, д-р техн. наук, проф., К. О. Чепурна,
канд. техн. наук, доц., М. В. Коробка, асп., О. В. Назаренко,
асп., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ТАМПОННОГО ДРУКУ НА ПОЛІМЕРНИХ ОСНОВАХ

В роботі визначено ключові чинники впливу на якісні показники відбитків у тампонному друці, а саме устаткування, матеріали та експлуатаційні. Встановлено, що для забезпечення оптимального співвідношення якості—продуктивності виготовлення продукції, найбільш впливовими є експлуатаційні фактори, а саме параметр швидкості друку. Швидкість друку діє комплексно, так як безпосередньо впливає на продуктивність виготовлення продукції та опосередковано якісні показники відбитків, а саме графічну точність відтворення штрихових елементів.

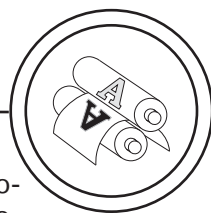
Встановлено, що оптимальна робоча швидкість друку складає 600–700 цикл./год, що дозволяє отримати продукцію з мінімальними графічними спотвореннями. Експериментально встановлено, що збільшення швидкості призводить до виникнення на відбитках значних фарбових ниток, які візуально знижують різкість сприйняття зображення.

Ключові слова: тампонний друк; розтискування;
фарбова нитка; різкість зображення; штрихові елементи.

Постановка проблеми

Завдяки технологічним особливостям перенесення зображення тампонний друк є незамінним при нанесенні зображень на виробі нестандартної геометричної форми (опуклої, ввігнутої тощо). Сучасний асортимент продукції, яка опоряджується тампонним способом надзвичайно широкий. Насичення ринку новими задруковуваними матеріалами викликає певні технологічні труднощі, які часто спричинені інертністю

задрукованої поверхні і призводять до сповільнення виробництва, так як вимагають додаткових технологічних операцій, таких як активація методом коронних розрядів, вогнева активація або додаткове нанесення праймеру [1]. Використання матеріалів, без їх всебічного випробування у виробничих умовах, призводить до стохастичності виробництва, отримання неякісних показників відбитків та унеможливає їх прогнозування.



Якість відтворення зображення у тампонному друці оцінюється комплексним показником, який складається з точності відтворення кольору, графічної точності, стійкості фарбового шару до фізико-механічних дій. Кожен з наведених показників оцінюється за одиничними показниками: оптичною густиною, насиченістю, рівномірністю розподілу фарбового шару, чіткістю, розтискуванням. Критичним є показник розтискування, адже він впливає на читабельність, сприйняття та розпізнавання інформації, що є принциповим для тампонного друку, який дозволяє відтворити надтонкі штрихові елементи, товщиною від 200 мкм. Оскільки, переважно, сферою застосування тампонного друку є виготовлення сувенірної продукції в стилі строки, визначення критичного параметру впливу на показник розтискування є доцільним й актуальним.

Аналіз попередніх досліджень

Оцінювання якості відтворення зображень відбувається шляхом визначення та співставлення їх одиничних показників якості зі значеннями на пробному відбитку або оригіналі. За умови відповідності контрольованих показників необхідним, які відповідають встановленим на виробництві або затвердженим замовником, відбувається друк накладу і якість відбитків буде залежати від стабільності друкарського процесу.

На практиці досягнути стабільного друкарського процесу неможливо, тому що під впливом різних технологічних факторів змінюються режими друку, в результаті це при-

зводить до зміни показників якості. Кожний технологічний процес характеризується набором факторів, які впливають на якісні показники продукції, до них відносяться: обладнання, технологія, матеріали, персонал, засоби вимірювання та навколишнє середовище [2, 3]. Відповідно, кожна з груп має свої ключові фактори впливу, періодичний контроль яких дозволяє отримувати продукцію прогнозованої якості.

У роботах [4, 5] досліджено вплив різних способів активації інертних поверхонь на адгезійні показники фарбових шарів. Узагальнені технічні та технологічні параметри основних технологічних факторів, від яких залежить якість кінцевої продукції, наведено у роботі [6]. Крім технологічних факторів на якісні показники продукції, а особливо на колірну складову, значний вплив мають режими нанесення зображення [7].

Мета роботи

Визначення технологічних чинників тампонного друку, які впливають на якісні показники відбитків та встановлення впливу швидкості друку на графічну точність відтворення зображення.

Результати проведених досліджень

На основі проведеного аналітичного огляду виражено фактори впливу на якісні показники відбитків у тампонному друці [8–10]. На рис. 1 наведено схему взаємозв'язку факторів, які визначають стабільність технологічного процесу тампонного друку і впливають на якість продукції. Контроль та дотримання умов навколишнього



середовища, визначення та налаштування тиску, швидкості друку, виготовлення та контроль якісних показників друкарської форми — відносяться до керованих факторів, управління якими дозволяє стабілізувати друкарський процес. Частково керовані фактори: друкарсько-технічні властивості фарб та задруковуваних матеріалів, також дозволяють впливати на якість відбитків.

Для дослідження використано тестове зображення, яке містить штрихи різної товщини та розташування (рис. 2). У табл. 1 наведено розміри контрольних полів у цифровому файлі і на фотоформі. Різниця розмірів контрольних

полів на фотоформі знаходиться в допустимих межах, від'ємне значення свідчить про зменшення розмірів контрольних полів. Так як відхилення розмірів контрольних полів на фотоформі в допустимих межах, прийнято рішення проводити оцінку графічної точності відтворення штрихових елементів відносно цифрового файлу.

Дослідження проводилося з метою встановлення впливу швидкості друку на величину графічного спотворення штрихів. Для оцінювання графічної точності зображення віддруковано наклад пластикових ручок, основні технологічні параметри, такі як тиск в зоні контакту, в'язкість

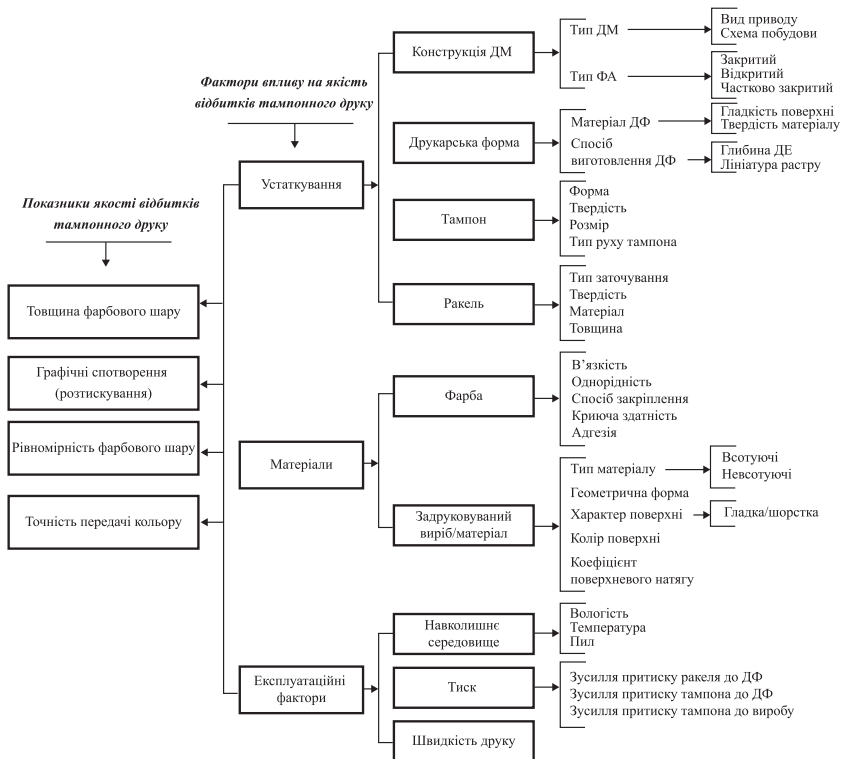


Рис. 1. Взаємозв'язок факторів, які визначають стабільність технологічного процесу тампонного друку і впливають на якість продукції (ДМ — друкарська машина; ФА — фарбовий апарат; ДЕ — друкарський елемент)

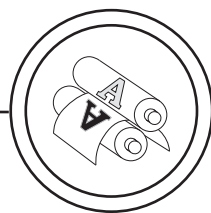


Рис. 2. Тестове зображення з контрольними полями

друкарської фарби, друкарська форма були незмінними, як змінний параметр обрано швидкість друку. Дослідження здійснювали на двофарбовому півавтоматичному пристрої тампонного друку; використано фотополімерну друкарську форму, лініатура растру 250 lpi; для друку обрано тампон твердістю 4 од. за Шором; робоча поверхня — прямокутна; зусилля притиску тампону обрано оптимальне, тобто мінімально необхідне для перенесення зображення без спотворення; швидкість

друку: 600 цикл./год, 720 цикл./год, 900 цикл./год, 1200 цикл./год.

Визначення графічної точності та значень графічного спотворення контрольних полів проводили шляхом замірювання розмірів штрихових елементів на відбитках. Для оцінки продрукування штрихових полів використано цифровий USB мікроскоп Sigeta Expert. Величину графічної точності розраховували відносно значень контрольних полів цифрового файлу. Оптимальним є значення показника графічної

Таблиця 1

Розмірні показники контрольних полів

№ контроль-ного поля	Розміри контрольного поля в цифровому файлі, мм	Розміри контрольного поля на фотоформі, мм	Різниця розмірів контрольних полів, мм
1	0,44	0,45	0,01
2	0,64	0,64	0,00
3	0,66	0,65	-0,01
4	1,72	1,71	-0,01
5	0,75	0,74	-0,01
6	0,63	0,65	0,02
7	1,10	1,11	0,01
8	0,18	0,20	0,02
9	0,09	0,11	0,01
10	0,25	0,26	0,01

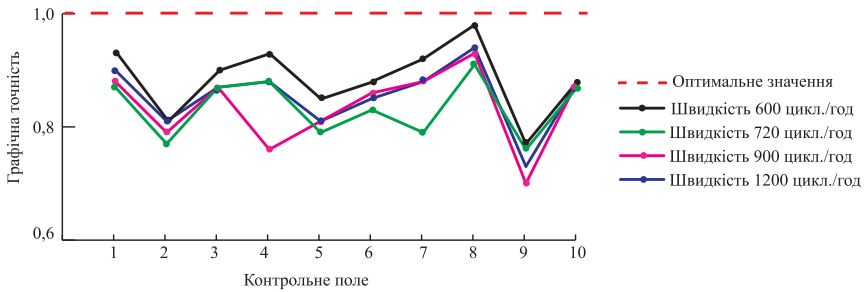
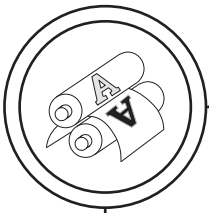


Рис. 3. Залежність графічної точності від швидкості друку

точності, яке дорівнює одиниці, тобто геометричні розміри зображення на відбитку повністю ідентичні значенням у цифровому файлі (рис. 3). З рис. 3 можна зробити висновок, що найбільш прийнятний показник графічної точності відповідає швидкості 600 цикл./год, що також підтверджується величиною графічних спотворень для досліджуваних полів (рис. 4).

Від'ємне значення графічного спотворення свідчить про зменшення геометричних розмірів контрольних полів, і відповідно, ця тенденція зберігається на всіх досліджуваних швидкостях (рис. 4, 5).

Загалом показник графічного спотворення не перевищує 0,3 мм, що вкладається в допустимі межі точності відтворення для глибокого друку 0,35–0,5 мм. Збільшення величини спотворення на вищих швидкостях, а саме 900 та 1200 цикл./год можна пояснити, тим, що тампону на таких швидкостях, недостатньо часу для стабілізації положення, тому при нанесенні фарбового шару на виріб присутня залишкова вібрація, яка і призводить до змазування зображення.

Також було проаналізовано тенденцію до спотворення вертикальних (поля 2, 5, 6, 9, рис. 4) та горизонтальних (поля 1, 3, 4,

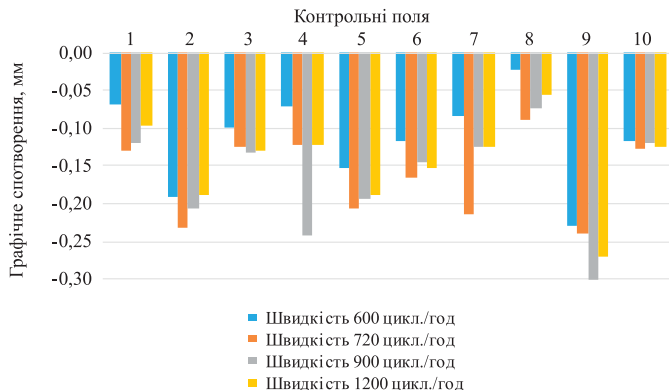
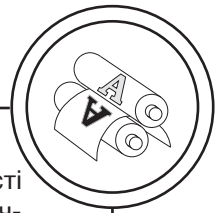


Рис. 4. Залежність графічного спотворення контрольних полів від швидкості друку



7, 8, 10, рис. 4) контрольних полів. Величина графічного спотворення для вертикальних контрольних полів є вищим ніж для горизонтальних (рис. 4, 5), що обумовлено циліндричною формою виробу. Так як, горизонтальні штрихи, паралельні твірній виробу, і знаходяться практично на рівній поверхні, спотворення є мінімальним, особливо на низьких швидкостях (600 цикл./год), а вертикальні штрихи, які розміщуються вздовж розгортки циліндра, і повторюють геометрію виробу, піддаються змазуванню по вертикальній осі в більшій мірі. На рис. 5 також прослідковується залежність графічного спотворення при підвищенні швидкості друку.

Чіткість країв друкувальних елементів, рівномірність фарбового шару, наявність непродрукованих ділянок визначали візуально за допомогою цифрового мікроскопу. У табл. 2 наведено цифрові фотознімки досліджуваних контрольних полів.

На основі візуального аналізу контрольних полів можна зробити наступні висновки:

— чіткість країв досліджуваних контрольних полів є найкращими при друці на швидкостях 600–700 цикл./год;

— при збільшенні швидкості на відбитках спостерігаються значні фарбові нитки, які візуально знижують різкість сприйняття зображення;

— рівномірність фарбового шару для всіх досліджуваних швидкостей є практично однаковою, але спостерігається загальна тенденція до непродрукування нижньої частини зображення, яка повторює геометрію виробу, тому відбувається змазування.

Висновки

Визначено чинники впливу на якісні показники відбитків у тампонному друці: устаткування, матеріали та експлуатаційні. Встановлено, що для забезпечення оптимального співвідношення якості—продуктивності виготовлення продукції, найбільш вагомим експлуатаційним чинником є швидкість друку. Саме швидкість друку діє комплексно, так як впливає і на продуктивність виготовлення продукції, і на якісні показники відбитків, а саме графічну точність відтворення штрихових елементів.

За результатами аналізу проведених досліджень сформульовано наступні рекомендації з виготовлення продукції тамподруком:

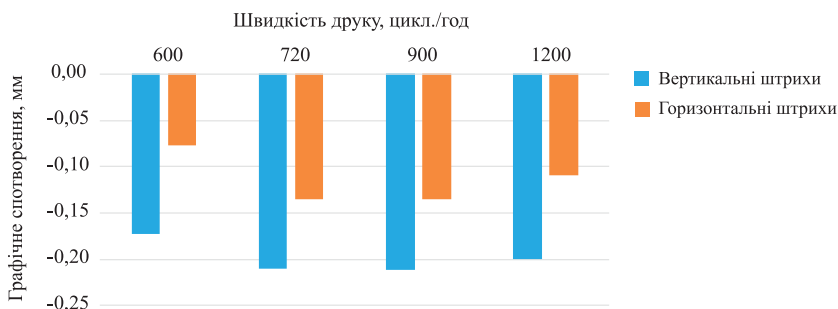
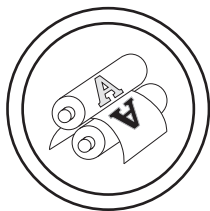


Рис. 5. Залежність графічного спотворення вертикальних та горизонтальних контрольних полів від швидкості друку



Таблиця 2

Цифрові фотознімки досліджуваних контрольних полів

Швидкість друку, цикл./год	Фотознімки контрольних полів		
600			
720			
900			
1200			

— друк на швидкостях 600—700 цикл./год дозволяє отримати продукцію з мінімальними графічними спотвореннями;

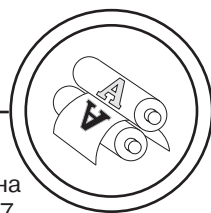
— збільшення швидкості призводить до виникнення на відбитках значних фарбових ниток, які візуально знижують різкість сприйняття зображення;

— графічне спотворення вертикальних контрольних полів є вищим ніж для горизонтальних,

так як, горизонтальні штрихи, паралельні твірній виробу, і знаходяться практично на рівній поверхні, спотворення є мінімальним, особливо на низьких швидкостях (600 цикл./год), а вертикальні штрихи, які розміщуються вздовж розгортки циліндра, і повторюють геометрію виробу, піддаються змазуванню по вертикальній осі в більшій мірі.

Список використаної літератури

1. Тамподрук / Е. Мудрак, Р. Рибка, Л. Рудник, Б. Сорокін. Львів: УАД, 2001. 64 с.
2. Гавенко С. Ф. Оцінка якості поліграфічної продукції / С. Ф. Гавенко, О. В. Мельников. Львів: Афіша, 2000. 120 с.
3. Сеньківський В. М. Метод ранжування факторів впливу на якість технологічних процесів / В. М. Сеньківський, І. В. Піх, О. В. Мельников // Поліграфія і видавнича справа. 2013. № 1–2(60–61). С. 33–41.



4. Конюхова І. І. Дослідження якості відбитків тампонним друком на плівкових матеріалах / І. І. Конюхова, Р. В. Рибка // Квалілогія книги. 2017. № 1(31). С. 20–24.

5. Снігур Н. С. Вплив активації поверхні поліпропіленової плівки на якість відбитків тамподруку / Н. С. Снігур // Технологія і техніка друкарства. 2008. № 3–4(21–22). С. 34–37. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4\(21-22\).2008.58802](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4(21-22).2008.58802).

6. Тампонная печать: дефекты и способы их устранения. Компьюарт. 2003. № 8. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://compuart.ru/article/9058>.

7. Чепурна К. О. Вплив способів нанесення фарби на колірний тон відбитків, отриманих на тонованих пластиках при виготовленні пакувань / К. О. Чепурна, М. О. Карась // XVIII Науково-практична конференція молодих вчених «Новітні технології пакування». 2019. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/29375/1/packing.pdf>.

8. Сорокин Б. А. Тампонная печать / Б. А. Сорокин. Москва: МГУП, 2001. 82 с.

9. Макеева Т. А. Изучение характеристик фотополимерных форм тампонной печати / Т. А. Макеева, Е. Б. Надирова // Потенциал современной науки. Липецк. 2016. № 9(26). С. 12–18.

10. Сорокин Б. Тампонная печать: формы и краски / Б. Сорокин // Компьюарт. 2007. № 12. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://compuart.ru/article/18480>.

References

1. Mudrak, E., Rybka, R., Rudnyk, L., & Sorokin, B. (2004). *Tampodruk [Pad Printing]*. Lviv: UAD, 64 p. [in Ukrainian].

2. Havenko, S. F., & Melnykov, O. V. (2000). *Otsinka yakosti polihrafichnoi produktsii [Evaluation of the Quality of Printing Products]*. Lviv: Afisha, 120 p. [in Ukrainian].

3. Senkivskiy, V. M., Pikh, I. V., & Melnykov, O. V. (2013). Metod ranzhuvannia faktoriv vplyvu na yakist tekhnolohichnykh protsesiv [Method of Ranking Factors Influencing the Quality of Technological Processes]. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 1–2(60–61), 33–41 [in Ukrainian].

4. Koniukhova, I. I., & Rybka, R. V. (2017). Doslidzhennia yakosti vidbytkiv tamponnym drukom na plivkovykh materialakh [Investigation of the Quality of Imprints by Pad Printing on Film Materials]. *Kvalihohiia knyhy*, 1(31), 20–24 [in Ukrainian].

5. Snihur, N. S. (2008). Vplyv aktyvatsii poverkhni polipropilenovoi plivky na yakist vidbytkiv tampodruku [The Effect of Surface Activation of Polypropylene Film on the Quality of Pad Printing]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 3–4(21–22), 34–37. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4\(21-22\).2008.58802](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4(21-22).2008.58802) [in Ukrainian].

6. (2003). Tamponnaya pechat': defekty i sposoby ikh ustraneniya [Tampon Printing: Defects and Ways to Eliminate Them]. *Komp'Art*, 8. Retrieved from: <http://compuart.ru/article/9058> [in Russian].

7. Chepurna, K. O., & Karas, M. O. (2019). Vplyv sposobiv nanessenia farby na kolirnyi ton vidbytkiv, otrymanykh na tonovanykh plastykakh pry vyhotovleni pakovan [Influence of Methods of Ink Application on the Color Tone of Imprints Obtained on Tinted Plastics in the Manufacture of Packaging]. *XVIII Naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh 'Novitni tekhnolohii pakuvannia'*. Retrieved from: <https://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/29375/1/packing.pdf> [in Ukrainian].



8. Sorokin, B. A. (2001). *Tamponnaya pechat' [Tampon printing]*. Moskva: MGUP, 2001, p. 82 [in Russian].

9. Makeeva, T. A., & Nadirova, E. B. (2016). Izuchenie kharakteristik fotopolimernykh form tamponnoy pechaty [Study of the Characteristics of Photopolymer Forms of Pad Printing]. *Potentsial sovremennoy nauki*, 9(26), 12–18 [in Russian].

10. Sorokin, B. (2007). Tamponnaya pechat': formy i kraski [Tampon Printing: Plates and Inks]. *Kompu'Art*, 12. Retrieved from: <https://compuart.ru/article/18480> [in Russian].

The scientific work identifies key factors that affect the quality of imprints in pad printing, namely equipment, materials and operational factors. It is established that to ensure the optimal ratio of quality—productivity of manufacturing, the most influential are operational factors, namely the parameter of print speed. Print speed is complex, as it directly affects the productivity of manufacturing and indirectly the quality of the imprints, namely the graphic accuracy of the reproduction of line art information. It is established that the optimal working printing speed is 600–700 cycles/h, which allows to obtain products with minimal graphic distortion.

Keywords: pad printing method; dot gain; ink threads; sharpness of image; line art information; rub-off.

Надійшла до редакції 28.05.21