

УДК 655.36+676.264

**ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ЛАМІНУВАННЯ НА ОПТИЧНУ ЩІЛЬНІСТЬ  
ЗОБРАЖЕННЯ, НАДРУКОВАНОГО ЦИФРОВИМ ДРУКОМ НА КАРТОНІ**

А. В. Довганич

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Подані результати досліджень оптичної щільності відбитків, надрукованих цифровим способом друку та припресованих плівкою. На основі проаналізованих досліджень показано характеристики відбитка картону, фарби (тонера), технологічних режимів обладнання.*

*Зразки, які були предметом дослідження, описані в цій статті — крейдовані папери однієї граматири, але з різною припресованою плівкою та без неї. Оптична щільність залежить не тільки від інтенсивності фарби та її загальної маси у ( $г/м^2$ ), а й від в'язкості та рівномірності товщини її шару, якості поверхні матеріалу, який задруковується, та умов друкування.*

*Особливу увагу приділяється технологічним режимам ламінатора, а саме: температурі каландрів — 120 °С, швидкості — 8 акрушів за 1 хвилину, подача ручна, силі притискування — валами із силіконовим покриттям 25–35 кН. Передбачається, що картон, коли піддається графічному відтворенню та припресуванню плівки, повинен залишатися незмінним в усіх аспектах, зокрема у візуальному аспекті, який є предметом дослідження.*

*У результаті дослідження побудовано графіки, які демонструють різні показники оптичної щільності фарби на папері з ламінацією та без ламінації.*

**Ключові слова:** *ламінування, картон, оптична щільність, цифрові відбитки, технологічні режими.*

**Постановка проблеми.** Інтенсивний розвиток пакувальної індустрії в Україні та світі спонукає виробників пакувань до пошуку нових та удосконалення наявних технологій оздоблення пакувальної продукції. Однією з таких технологій є ламінування, яке часто використовується сьогодні під час виготовлення пакувань і яке захищає пакувальну продукцію від впливу зовнішніх факторів, зокрема вологи, перепадів температур, а також збільшує бар'єрні властивості [5].

Технологію ламінування використовують не тільки для механічного захисту поліграфічної продукції від підробки, а й оздоблення, зокрема рекламних листівок, акцидентної продукції, документів, які виготовляються класичними, цифровими чи комбінованими техніками друку [1]. Також розширилась сфера застосування цієї технології: рекламна аркушева продукція, яка припресована плівкою з двох сторін, книжково-журнальна продукція, яка припресована плівкою з однієї сторони, а також календарі, папки, каталоги, посвідчення, упаковка тощо.

Отже, дослідження технологічних факторів, які забезпечують адгезійні з'єднання плівок з пакувальними картонами, прогнозування їх експлуатаційної довговічності є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Окремі питання дослідження процесу ламінації паперової продукції в Україні та серед іноземних науковців, які здійснювали огляд пакувальних матеріалів, описано у працях [2–4].

Увагу дослідників привертають проблеми оптимізації технологічних режимів процесу ламінування: температури, тиску і швидкості ламінування. Так, встановлено, що з підвищенням цих параметрів зменшується міцність ламінування, погіршується адгезійне з'єднання відбитка з плівкою, що своєю чергою викликає небажане скручування готового ламіната [1, 5, 6]. У праці [10] висвітлено проблеми підбору устаткування та матеріали для ламінування продукції, вплив способів ламінування на якість ламінатів. Дослідники виявили, що під час ламінації фарбовий шар, який є між плівкою та відбитком, має суттєвий вплив на якість ламіната [7–9]. Однак сучасний ринок має в своєму асортименті різноманітні плівки для ламінування, які відрізняються своїми фізико-хімічними властивостями, по-різному реагують на температурні режими ламінування, негативно впливають на колірні характеристики відбитків. Аналіз наукових джерел вказує на недостатність проведення таких досліджень. Тому вплив ламінування на колірні показники відбитків, закономірності їх зміни під час ламінування різними за структурою плівками є актуальним завданням.

Отже, процес припресування плівкою відбитків, надрукованих цифровим способом друку, й надалі залишається недостатньо дослідженим.

**Мета статті** — дослідження технологічних факторів, які забезпечують адгезійні з'єднання плівок з пакувальними картонами.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Технологія ламінування передбачала отримання ламінатів з відбитків цифрового друку на машині XEROX 700i Digital Color Press. Відбитки були надруковані на картоні фірми UPM Digi Color (Фінляндія) з граматурою — 200, 300, 320 г/м<sup>2</sup> і містили тест-форму з елементами градації основних кольорів СМΥК та балансу по сірому для оцінювання кольорних характеристик. Ламінування здійснювалось на рулонному ламінаторі Foliat 520 за температури 120 °С біаксіально-орієнтованими поліпропіленовими плівками (виробник Cosmo, Індія). Було використано матову плівку товщиною 27 мкм та глянцевою — 24 мкм. Технологічні режими ламінування — тиск та швидкість обирали залежно від характеристик плівки — 8 акрушів за 1 хвилину. Для дослідження оптичної щільності використовували денситометр марки GRETAG SPM 50.

Баланс по сірому дає уявлення про узгодженість кольорів основних тріадних фарб і їх накладань у світлих, напівтонових та темних ділянках, тобто збалансованість зображення за ахроматичною складовою.

Дослідження підтвердили, що вид плівки впливає на психологічне сприйняття кольору відбитка. Так, однакові зразки, заламіновані глянцевою і матовою плівками по-різному сприймаються читачем: більш блискучі завжди виглядають темнішими і насиченішими, менш блискучі — світлішими. Отже, припресування плівки суттєво впливає на колір зображення на відбитку: під час використання глянцевої

плівки він стає яскравішим, а матової — більш тьмяним. Проведені дослідження градацій основних кольорів СМУК та балансу по сірому: від 100 % до 5 % показали (за середніми значеннями замірів), що на відтворення градацій основних кольорів має вплив структура плівки, зокрема її приналежність до глянцевої чи матової. Наведені на рис. 1 залежності оптичної щільності зображення на відбитку, утворені голубою фарбою, порівняно зі стандартизованими верхньою допустимою (ВДМ) і нижньою допустимою (НДМ) межами.

Для дослідження використовувалися стандартизовані дані ВДМ та НДМ.

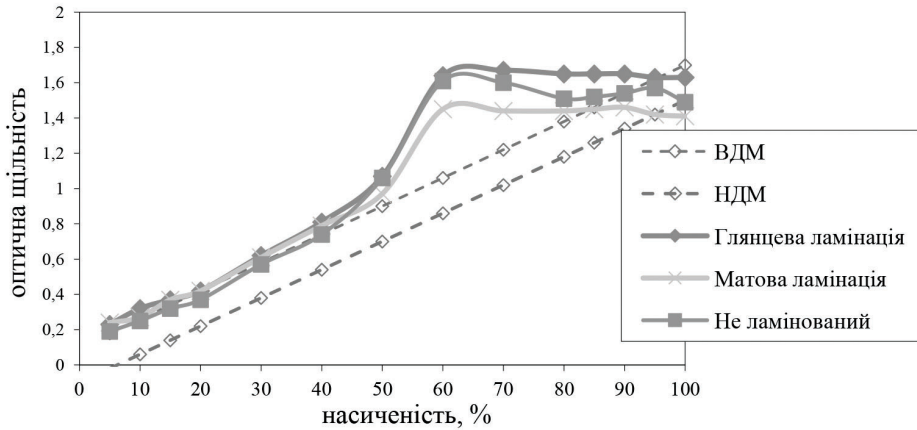


Рис. 1. Залежність оптичної щільності зображення на відбитку, утворене голубою фарбою

Як видно з рис. 1, при передачі голубої фарби на відбитках на картоні з граматурою 200 г всі значення градацій у світлих ділянках лежать в допустимих значеннях. У півтонах спостерігається значне відхилення і підвищення даних, переходячи в темну ділянку дані коригуються до допустимих значень, натомість глянцева ламінація має незначний спад.

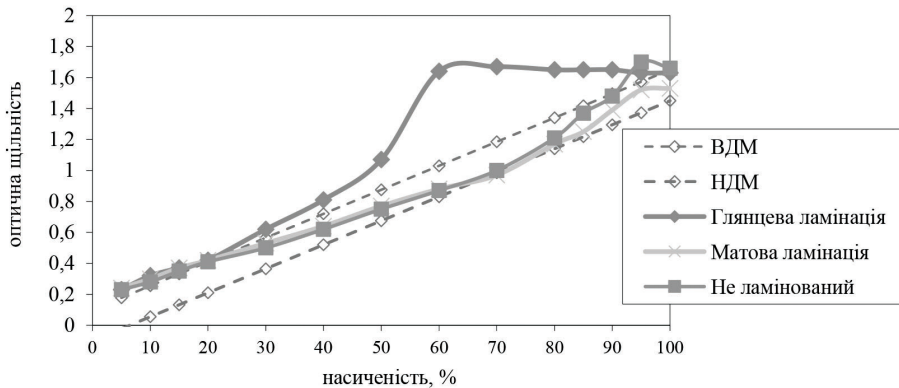


Рис. 2. Залежність оптичної щільності зображення на відбитку, утворене пурпурною фарбою

На рис. 2 при градаційній передачі пурпурної фарби на картоні 200 г стабільну кольоропередачу демонструє матова ламінація та неламінований картон, який в темних ділянках виходить за допустимі межі. Натомість глянцева ламінація має відхилення від півтонових до темних ділянок, які згодом стабілізуються до допустимих даних.

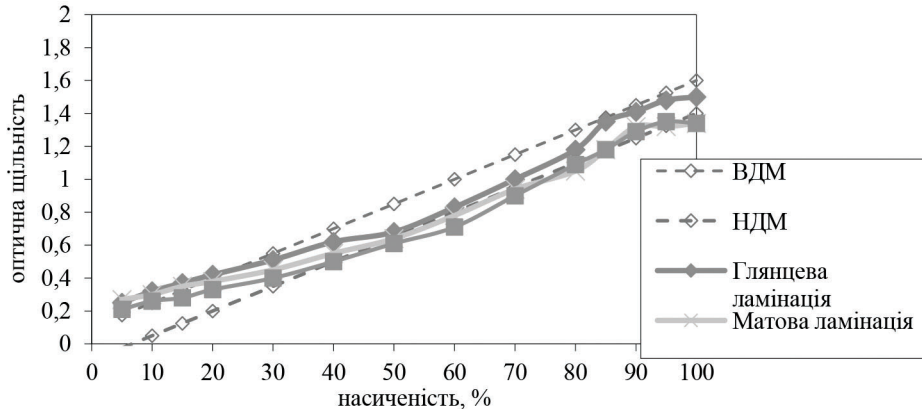


Рис. 3. Залежність оптичної щільності зображення на відбитку, утворене жовтою фарбою

Найкращі характеристики передачі градацій тонів наведено на рис. 3, де для всіх досліджувальних взірців оптична щільність зображень, утворених жовтою фарбою, лежить в допустимих межах, з незначними відхиленнями в півтонових ділянках.

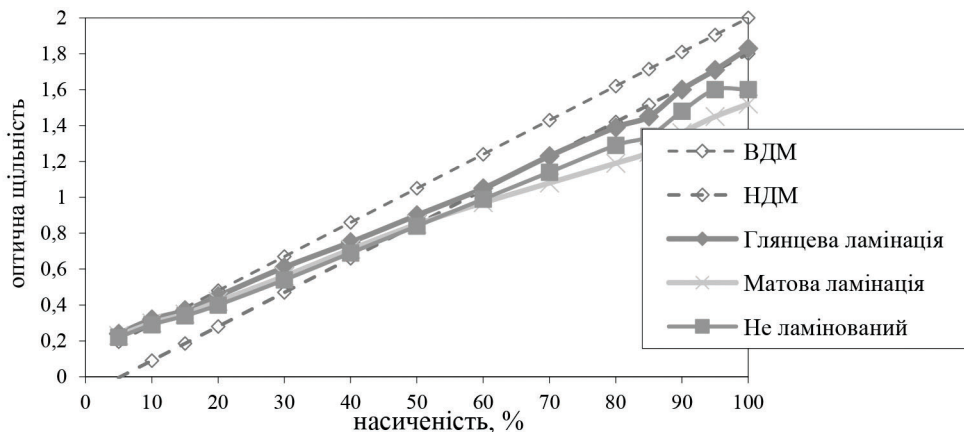


Рис. 4. Залежність оптичної щільності зображення на відбитку, утворене чорною фарбою

Аналіз графічних залежностей (рис. 4) показав, що глянцева ламінація не спотворює кольорові характеристики відбитка, утвореного чорною фарбою, виміряні значення  $\epsilon$  в допустимих межах, практично збігаються з характеристиками неламінованих відбитків. Водночас градаційні характеристики відбитків з матовою ламінацією виходять за допустимі межі у півтонових і темних ділянках.

**Висновки.** Проведені дослідження показали, що якість ламінування залежить від технологічних факторів. Це підтверджується, що якість ламінування відбитків і експлуатаційні характеристики готової продукції істотно залежать від виду паперу, його гладкості і мікроструктури поверхні. Результати експериментальних досліджень показали, що найкращі результати оптичної щільності серед всіх досліджувальних зрізів картону показав крейдований картон 300 г/м<sup>2</sup> з матовою ламінацією. Наближені оптимальні результати допустимих значень також показав крейдований картон 320 г/м<sup>2</sup> та 200 г/м<sup>2</sup> з матовою ламінацією, маючи незначні відхилення в півтонових ділянках голубої та чорної фарби.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кирилюк А. В., Зоренко О. В., Розум Т. В. Технологічні особливості ламінування листівок. Поліграфія і видавнича справа. 2011. № 4. С. 90–101.
2. Cherpurna K. O., Oliianenko O. S. Doslidzhennia adhezii polipropilenovykh plivok do poverkhni vidbytkiv elektrografichnogo druku v protsesi laminuvannia. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*. 2016. 4. 39–48. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titd\\_2016\\_4\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titd_2016_4_8).
3. Baidak O. Yu., Havrysh A. P., Khokhlova R. A., Kalinichenko V. V. Suchasnyi stan rozvytku dekoratyvnogo lakuvannia. *Journal of Polihrafiia i vydavnycha справа*. 2011. 3. 162–169. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs\\_2011\\_3\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2011_3_21).
4. Осика В., Комаха В., Шульга О. Світовий ринок паперових пакувальних матеріалів. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(30\)01](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(30)01).
5. Попадинець Н. М. Ринок целюлозно-паперової промисловості: тенденції, проблеми та напрямки розвитку. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. № 8. С. 10–16.
6. Jones P. The forest, paper and packaging industry and sustainability. *International Journal of Sales, Retailing and Marketing*. 2017. Vol. 6. N 1. Pp. 3–21.
7. Nosarka A. Packaging review. *South African Food Review*. 2017. Vol. 44. N 6. Pp. 31–32.
8. Azevedo A. Recycling paper industry effluent sludge for use in mortars: A sustainability perspective. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 192. Pp. 335–346.
9. Toppinen A. The European pulp and paper industry in transition to a bio-economy. *Futures*. 2017. Vol. 88. Pp. 1–14.
10. Havenko S., Dohhanych A. Research of factors influencing the quality of imprints lamination. «Zagadnienia Poligraficzne». DOI: 10.15199/54.2021.11.4.

#### REFERENCES

1. Kyryliuk, A. V., Zorenko, O. V., & Rozum, T. V. (2011). Tekhnolohichni osoblyvosti laminuvannia lystivok. *Polihrafiia i vydavnycha справа*, 4, 90–101 (in Ukrainian).
2. Cherpurna, K. O., Oliianenko, O. S. (2016). Doslidzhennia adhezii polipropilenovykh plivok do poverkhni vidbytkiv elektrografichnogo druku v protsesi laminuvannia. *Journal of Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4, 39–48. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titd\\_2016\\_4\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titd_2016_4_8) (in Ukrainian).
3. Baidak, O. Yu., Havrysh, A. P., Khokhlova, R. A., & Kalinichenko, V. V. (2011). Suchasnyi stan rozvytku dekoratyvnogo lakuvannia. *Journal of Polihrafiia i vydavnycha справа*, 3, 162–169. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs\\_2011\\_3\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2011_3_21) (in Ukrainian).

4. Osyka, V., Komakha, V., & Shulha, O. Svitovyi rynek paperovykh pakuvalnykh materialiv. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(30\)01](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(30)01) (in Ukrainian).
5. Popadynets, N. M. (2011). Rynok tseliulozno-paperovoi promyslovosti: tendentsii, problemy ta napriamky rozvytku. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 8, 10–16 (in Ukrainian).
6. Jones, P. (2017). The forest, paper and packaging industry and sustainability. *International Journal of Sales, Retailing and Marketing*, 6, 1, 3–21 (in English).
7. Nosarka, A. (2017). Packaging review. *South African Food Review*, 44, 6, 31–32 (in English).
8. Azevedo, A. (2018). Recycling paper industry effluent sludge for use in mortars: A sustainability perspective. *Journal of Cleaner Production*, 192, 335–346 (in English).
9. Toppinen, A. (2017). The European pulp and paper industry in transition to a bio-economy. *Futures*, 88, 1–14 (in English).
10. Havenko, S., & Dovhanych, A. Research of factors influencing the quality of imprints lamination. «Zagadnienia Poligraficzne». DOI: 10.15199/54.2021.11.4 (in English).

doi: 10.32403/2411-3611-2022-2-42-41-47

## INFLUENCE OF LAMINATION PROCESS ON IMAGE OPTICAL DENSITY PRINTED BY DIGITAL PRINTING ON CARDBOARD

A. V. Dovhanych

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
dovganich.anna@ukr.net*

*The results of research on the imprint optical density printed by digital printing and pressed with film are presented. On the basis of the analyzed researches the characteristics of an imprint of a cardboard, ink (toner), technological modes of the equipment are shown.*

*The samples that were the subject of the study described in this article are coated papers of the same weight, but with different pressed film and without. Optical density depends not only on the intensity of the ink and its total mass in (g/m<sup>2</sup>), but also on the viscosity and uniformity of the thickness of its layer, the surface quality of the material to be printed, and printing conditions.*

*Particular attention is paid to the technological modes of the laminator; namely the temperature of the calenders – 120°C, speed – 8 acres per 1 minute, manual feed, pressing force – automatic. It is assumed that the cardboard, when subjected to graphic reproduction and compression of the film, should remain unchanged in all aspects, including the visual aspect, which is the subject of research. As it is known, pressing the film inevitably leads to some color changes: when using a glossy film, it becomes brighter, and when matte – duller. The effect of gloss after lamination of the imprint is due to the high smoothness of the surface, due to which the reflected light flux becomes more orderly, the colors are perceived as more saturated and the print seems more contrasting.*

*But as to the matte finish, although it makes the image less bright, in addition, it does not give glare, transmits velvety shades.*

*As a result of optimization, graphs are constructed that confirm the relationship between mode (temperature and speed) and technological (weight, structure of the impression surface) factors that affect the quality of lamination.*

*It is obvious that during the lamination of BOP-films on a paper basis there is an interaction of the molten adhesive layer with the surface of the paper fibers.*

*As a result of optimization, graphs are constructed that show different indicators of optical density of ink on paper with lamination and without lamination.*

**Keywords:** *lamination, cardboard, optical density, digital prints, technological modes.*

*Стаття надійшла до редакції 29.08.2022.*

*Received 29.08.2022.*