

УДК 655.366.72

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ ТА ДЕНСИТОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИБІРКОВИМ ЛАКУВАННЯМ

М. М. Гавенко, І. І. Конюхова, О. Д. Конюхов

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

У статті наведено результати дослідження денситометричних і колориметричних характеристик друкарських відбитків на картонах з вибіркового лакування. Лакування паковань є важливим етапом виробничого процесу, який не тільки забезпечує естетичну привабливість, але й додає функціональні властивості, такі як захист від зовнішніх впливів. Сучасний дизайн паковань зорієнтований на екологічність і безпеку, а саме використання водно-дисперсійних лаків; вибіркового лакування; матові поверхні з тактильними ефектами, інтеграцію з доповненою реальністю (AR) та інші. У статті наведені дослідження оптичної густини 100% плашок кольорів СМУК, визначені кольорні показники Lab, також було розраховано кольорне відхилення ΔE , числовий показник, який характеризує різницю між двома кольорами в тривимірному кольоровому просторі до та після вибіркового лакування водно-дисперсійним і ультрафіолетовим лаком.

Підтверджено, що лакування змінює оптичні та кольорні властивості картону через створення додаткового покриття, яке впливає на відображення та поглинання світла. Тип лаку (водно-дисперсійний або УФ) і текстура картону (макулатурний, глянцева, матова) істотно впливають на кінцеві кольорні характеристики.

Ключові слова: лакування, пакування, картон, кольоровідтворення, денситометричні показники, оптична густина, водно-дисперсійний лак, УФ-лак.

Постановка проблеми. Удосконалення друку спрямоване на отримання привабливого вигляду друкованої продукції і є одним із найважливіших напрямків розвитку сучасної поліграфічної галузі. Крім ламінування, гарячого тиснення, холодного тиснення, тиснення та інших методів модифікації друкарської основи, зазвичай використовують лакування.

Лакування – це покриття поверхні відбитків різними видами лаків з метою покращення їх естетики, підвищення міцності чи бар'єрних властивостей. Лак може бути нанесений на всю поверхню відбитка, в цьому випадку мова йде про лакування по всій поверхні (суцільне лакування) або на окремі місця/елементи відбитка, в цьому випадку мова йде про точкове лакування. При вибіркового лакуванні воно може здійснюватися за технологією трафаретного друку або за допомогою гнучких лакувальних форм на основі фотополімерів, гумових форм з вирізаними

фрагментами поверхні, а останнім часом і штифтовим методом [1, 2]. Останній є новим польським винаходом, який використовується переважно для вибіркового лакування друкованих паперових пакувальних матеріалів. Це набагато дешевше вибіркового способу лакування з використанням фотополімерної форми.

Лакування відбитків може здійснюватися в спеціальних машинах, які називаються лакувальними (off-line) або в друкарських машинах (on-line). Онлайнове лакування може відбуватись в офсетній друкарській машині в друкарській секції за допомогою фарбового або зволожувального апарату (відноситься до офсетної машини) або лакувального вузла, розташованого в торці друкарської машини. Такі агрегати можуть мати різні конструкції на основі валиків або ракеля.

Лаки за онлайн-технологією наносяться не тільки в лакувальній секції офсетних машин, а й на друкарські секції машин конвексного друку (флексографія) і машин глибокого трафаретного друку (ротогравюра). Лаки здатні надавати поверхні ефекту глянцею або матовості, запобігають відмарюванню при проведенні подальшого оздоблення друкованої продукції, створюють термочутливий шар і надають поверхні термостійкість, що важливо при виготовленні блістерних паковань.

Таким чином лакування продукції вирішує кілька завдань, а саме:

- покращує зовнішній вигляд та механічну міцність відбитка;
- підвищує міцність відбитка та паковань до стирання;
- підвищує глянець поліграфічного відбитку на пакуванні. Блискуче пакування привертає увагу, що особливо важливо при реалізації запакованого товару;
- підвищує контраст зображення та тексту на відбитку та пакуванні;
- підвищує стійкість відбитку до вологи, до хімічних агресивних продуктів і середовищ, що особливо важливо для пакування деяких товарів;
- змінює оптичні властивості поверхні задрукованого матеріалу пакування, підвищуючи її матовість або глянець;
- ізолює фарбовий шар відбитка паковань від пакувальних матеріалів, що стикаються з ним, від запакованих продуктів і від прямого контакту з іншими поверхнями, усуваючи таким чином перехід фарбового шару (перетискування);
- створює захист від псування пакування через тертя поверхонь паковань при транспортуванні товару;
- створює шорсткість поверхні пакування, і таким чином запобігає ковзанню запакованого товару один відносно одного.

Сьогодні у виготовленні та використанні лаків досягнуто великих успіхів. Активно створюються нові технології та пристрої для їх нанесення. Фірми-виробники, такі, як Hartmann, Siegwark, VanSon, Vega та інші, постійно оновлюють та вдосконалюють асортимент лаків. Розглянемо основні види лаків, які випускаються цими виробниками.

За зовнішнім ефектом (оптичними властивостями) лаки поділяються на глясові та матові.

За складом лаки класифікують на: олійні (офсетні, друкарські), водно-дисперсійні, лаки на летких розчинниках, лаки УФ-затверджуючі. Для отримання унікальних

ефективі оздоблення застосовують спеціальні лаки: ароматизовані, металізовані, перламутрові, блістерні.

Основна проблема, з якою стикаються друкарні - це проблема стійкості і гладкості лакової плівки [3-5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У статті [6] досліджено фактори впливу на процес лакування друкованої продукції, особливо в технології вибіркового лакування чи лакування спеціальними лаками (золото, срібло). В статті [7] розглянуто питання цілеспрямованого керування якістю вибіркового лакування за допомогою зміни параметрів лакувальних пластин, режимів лакування та типів лаків. У статті [8] досліджуються проблеми визначення зносостійкості цінних видів друкованої продукції оздобленої захисним лаком. Автором визначено, які технологічні параметри (вид лаку, лініатура та фарбоємність анілоксового вала) впливають на якість лакування.

У роботі [9] досліджується УФ-лакування в контексті використання для цього процесу різних формних пластин. Автор наголошує, що сьогодні УФ-лакування є одним з найпопулярніших способів оздоблення поліграфічної продукції, надає відбиткам привабливий зовнішній вигляд. У роботі [10] автори акцентують увагу на широкому асортименті технологій реалізації процесу лакування водорозчинними лаками, наводять оцінювання процесу лакування залежно від поверхневих властивостей матеріалів, що задруковуються.

Аналіз літературних джерел показує, що проблема лакування друкованої продукції привертає увагу широкого кола дослідників. Адже оздоблення методом лакування інтенсивно використовує сучасна пакувальна галузь, а запити щодо якості продукції у споживачів все більше зростають. Тому дослідження процесу лакування є актуальним завданням.

Мета статті – полягала у визначенні денситометричних і колориметричних характеристик друкарських відбитків на картонах з вибірконим лакуванням.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досліджень використовували відбитки офсетного друку на крейдованому картоні Арктика 260 г/м² (глянцевий/матовий) та макулатурний картон 180 г/м². Друк відбувався на офсетній друкарській машині Heidelberg Speedmaster XL 106. За допомогою денситометра визначили оптичну густину 100% плашок кольорів СМУК та порівняли отримані показники із стандартом ISO 12647-2:2004 [11], після чого, для кращої наочності, значення оптичної густини до та після лакування. Також вимірювали колірні показники Lab, де L – показник яскравості кольору, який варіюється від 0 (абсолютно чорний) до 100 (абсолютно білий); a – координати зелено-червоного кольору; b – координати синьо-жовтого кольору. Також було розраховано колірне відхилення ΔE , відхилення якого не повинно перевищувати 4-5 одиниць. За еталонний зразок взято показники Lab для паперу без лакування. Розрахунок проводився за формулою:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2) + (a_1 - a_2) + (b_1 - b_2)^2}.$$

Таблиця 1

Значення оптичної густини відбитку без лакового покриття

Картон	Значення	Оптична густина, D			
		С	М	У	К
Макулатурний 180 г/м2	Вимірне	1,04	1,08	1,13	1,48
	Еталонне	1,00-1,40	1,00-1,40	0,90-1,25	1,20-1,60
Макулатурний з покриттям 180 г/м2	Вимірне	1,27	1,37	1,26	1,73
	Еталонне	1,00-1,40	1,00-1,40	0,90-1,25	1,20-1,60
Глянцевий 260 г/м2	Вимірне	1,46	1,3	1,21	1,64
	Еталонне	1,60	1,55	1,50	1,90
Матовий 260 г/м2	Вимірне	1,19	1,28	1,29	1,55
	Еталонне	1,55	1,50	1,40	1,80

Таблиця 2

Значення оптичної густини відбитку після лакування

Картон	Значення	Оптична густина, D			
			М	У	К
Макулатурний 180 г/м2	ВД-лак	1,07	1,11	1,15	1,5
	УФ-лак	1,09	1,13	1,18	1,52
Макулатурний з покриттям 180 г/м2	ВД-лак	1,32	1,41	1,29	1,74
	УФ-лак	1,41	1,46	1,32	1,8
Глянцевий 260 г/м2	ВД-лак	1,51	1,36	1,26	1,7
	УФ-лак	1,55	1,41	1,29	1,72
Матовий 260 г/м2	ВД-лак	1,21	1,31	1,32	1,56
	УФ-лак	1,27	1,33	1,34	1,59

Дослідження оптичної густини відбитків на макулатурному картоні 180 г/м2 показало такі результати: Cyan – від 1,04 до 1,09; Magenta – від 1,08 до 1,13; Yellow – від 1,13 до 1,18; Black – від 1,48 до 1,52.

Наявність покриття на макулатурному картоні з граматурою 180 г/м2 змінило значення оптичної густини: С – від 1,27 до 1,41; М – від 1,37 до 1,46; Y – від 1,26 до 1,32; К – від 1,73 - до 1,8.

Значення оптичної густини, отриманому на крейдованому глянцевому картоні 260 г/м2 становлять відповідно для відбитків: Cyan – від 1,46 до 1,55; Magenta – від 1,3 до 1,41; Yellow – від 1,21 до 1,29; Black – від 1,64 до 1,72.

При дослідженні оптичної густини відбитків на крейдованому матовому картоні 260 г/м2 отримано такі результати: Cyan – від 1,19 до 1,27; Magenta – від 1,28 до 1,33; Yellow – від 1,29 до 1,34; Black – від 1,55 до 1,59.

Як показали дослідження, наведені таблицях 1 і 2 та на рисунках 1-3, оптична густина на всіх зразках була в межах норм чи стандартів. Незначні зміни оптичної густини можна спостерігати на відбитках з покриттям через додатковий шар, утворений після процесу лакування. Таке покриття змінює здатність світла до відбивання, що, в свою чергу, підвищує або знижує оптичну густину в залежності від типу покриття. Глянцеве покриття зазвичай підвищує контраст і глибину кольорів, роблячи їх більш яскравими та насиченими, в той час як матове покриття може зменшувати відбиття світла, створюючи більш м'який і стриманий ефект.

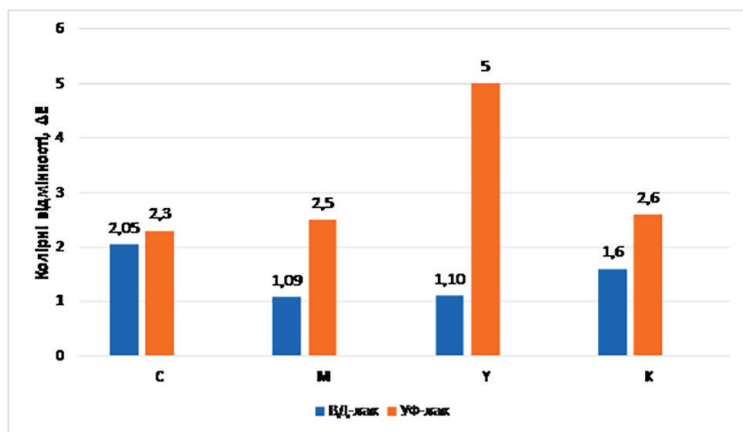


Рис.1. Колірні відмінності відбитків на макулатурному картоні

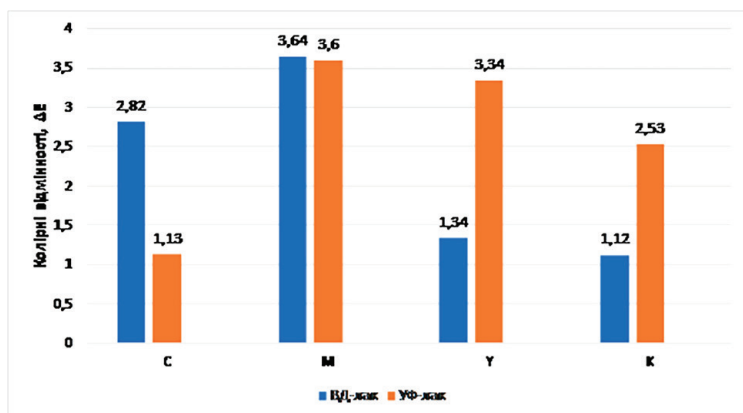


Рис.2. Колірні відмінності відбитку на крейдованому глянцевому картоні

Дослідження показали, що відбитки оздоблені УФ-лаком мають більшу оптичну густину у порівнянні із відбитками покритими водно-дисперсійним лаком. Це очевидно зумовлено тим, що УФ-випромінювання викликає миттєву полімеризацію лаку, утворюючи тверду, гладку плівку. ВД-лак, висихає за рахунок випаровування розчинника, створює менш однорідний шар і, відповідно, забезпечує менший рівень блиску.

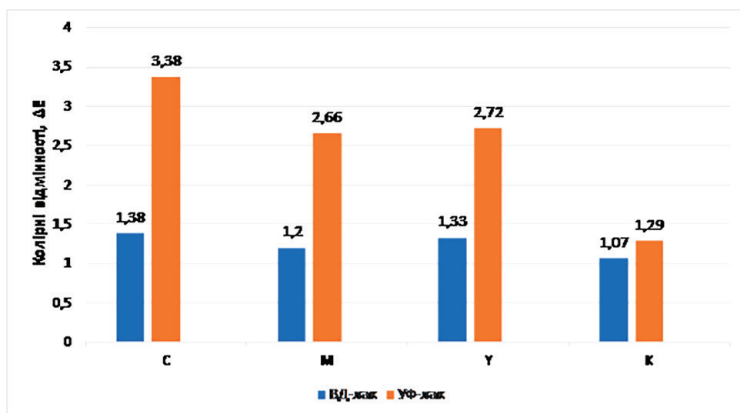


Рис.3. Колірні відмінності відбитку на крейдованому матовому картоні

Із досліджуваних відбитків, найвищу оптичну густину мав відбиток на крейдованому глянцевого картоні. Гладка поверхня картону забезпечує міцне зчеплення фарби, що призводить до більшого відбивання світла. На відміну від нього, пориста структура макулатурного картону сприяє вбиранню фарби, знижуючи її видимість.

Висновки. Дослідження показали, що аналізуючи властивості лаків і картонів, а також технологічні режими їх нанесення, можна оптимізувати процес лакування для підвищення якості готової продукції.

При нанесенні лаку на відбиток необхідно забезпечити оптимальну адгезію лаку до поверхні, що унеможливить або зменшить появу виникнення дефектів, таких як пористість або відшарування. Для цього необхідно привести потужності УФ-ламп або LED -ламп для повного затвердіння лакового шару на відбитку. Для отримання якісних відбитків, оздоблених лакуванням доцільно провести відповідні тести, які дозволять своєчасно виявити можливі недоліки у нанесенні лаку.

Дослідження підтвердили, що для вибіркового УФ-лакування найкраще підходить гляцевий та матовий картон завдяки гладкості його структури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Raport końcowy.2021. Programu Inteligentny rozwój POIR.01.01.01-00-1013/18-00. Opracowanie i wdrożenie nowatorskiego sposobu wytwarzania selektywnych uszlachetnień wydruków offsetowych przy zastosowaniu wymiennych elementów wielokrotnego użytku. 2021. URL: <https://www.drukarnia-beniamin.pl/fundusze-europejskie/>.
2. C. D. Fehling. Reihe: Handbücher für den Einsatz von Social Augmented Learning. Band: 3. Lernmodul–Lackieren in Offsetdruckmaschinen. SIKoM, Wuppertal, 2016. 32p. URL: https://docs.google.com/spreadsheets/d/12_W8pBb_WF0CwkTnt9Sv_AxucMQZ77HgncgLtnBhhH1A4/edit?gid=0#gid=0.
3. Що таке лакування? URL: <https://newmedia.ua/uncategorized-uk/shcho-take-lakuvannya/>.

4. Kipphan H. Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. URL: https://books.google.com.ua/books?id=GpouDwAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
5. «The Complete Guide to Prints and Printmaking Techniques and Materials» by John Dawson and Ron MacGregor. Heidelberg Speedmaster XL 106. URL: https://www.heidelberg.com/global/media/de/global_media/products_sheetfed_offset/2020_20/technical_data_1/technical-data-speedmaster-xl-106.pdf.
6. Цуца Н. М., Антоник М. С., Цуца О. Ю. Лакування: технології та матеріали. Наукові записки. Львів, УАД. №4 (37). 2011. С.322-327. URL: <http://nz.uad.lviv.ua/static/media/4-37/46.pdf>.
7. Несхозієвський А. В. Управління якістю вибіркового лакування на основі зміни параметрів пластин. Технологія і техніка друкарства. К.: №3(45). 2014. С.46-51. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/3c27938d-6c57-45e1-b7d3-08ae26c50730/content>.
8. Киричок Т. Ю. Комплексне оцінювання зносостійкості банкотної продукції із захисним лакуванням. Технологія і техніка друкарства. К.: №2(48). 2015. С.131-137. URL: <https://tpv.vpi.kpi.ua/images/News/Drukarstvo/2-48/Kompleksne%20oznyuvannya%20zno-sostykost%20banknotno%20produkt%20z%20zahisnim%20lakuvannyam.pdf>.
9. Репета В. Б. Взаємодія УФ-лаків з флексографічними формними пластинами. Наукові записки. Львів, УАД. № 1 (13). 2008. С. 109-112. URL: <http://nz.uad.lviv.ua/uk/articles/vzaemodiia-uf-lakiv-z-fleksografichnimi-formnimi-plastinami/>.
10. Хохлова Р. А., Величко О. М. Фактори впливу на продуктивність закріплення відбитка, лакованого водорозчинним лаком. Поліграфія і видавнича справа. Львів, УАД. 2017. № 1(73). С.24-31. URL: <http://pvs.uad.lviv.ua/uk/articles/factors-affecting-the-productivity-of-imprint-consolidation-when-using-water-soluble-varnish/>.
11. Стандарт ISO 12647-2:2004. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28979.

REFERENCES

1. Raport końcowy.2021. Programu Inteligentny rozwój POIR.01.01.01-00-1013/18-00. Opracowanie i wdrożenie nowatorskiego sposobu wytwarzania selektywnych uszlachetnień wydruków offsetowych przy zastosowaniu wymiennych elementów wielokrotnego użytku. 2021. URL: <https://www.drukarnia-beniamin.pl/fundusze-europejskie/>.
2. C. D. Fehling. Reihe: Handbücher für den Einsatz von Social Augmented Learning. Band: 3. Lernmodul–Lackieren in Offsetdruckmaschinen. SIKoM, Wuppertal, 2016. 32r. URL: https://docs.google.com/spreadsheets/d/12_W8pBbWF0CwkTnt9SvAxucMQZ77HgncgLtnBhhH1A4/edit?gid=0#gid=0.
3. Shcho take lakuvannya? URL: <https://newmedia.ua/uncategorized-uk/shcho-take-lakuvannya/>.
4. Kipphan H. Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. URL: https://books.google.com.ua/books?id=GpouDwAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
5. «The Complete Guide to Prints and Printmaking Techniques and Materials» by John Dawson and Ron MacGregor. Heidelberg Speedmaster XL 106. URL: <https://www.heidelberg.com/>

- global/media/de/global_media/productsheetfed_offset/2020_20/technical_data_1/technical-data-speedmaster-xl-106.pdf.
6. Tsutsa N. M, Antonyk M. S., Tsutsa O. YU. Lakuvannya: tekhnolohiyi ta materialy. Naukovi zapysky. L'viv, UAD. №4 (37). 2011. S.322-327. URL: <http://nz.uad.lviv.ua /static/media/4-37/46.pdf>.
 7. Neskhoziyevs'kyy A. V. Upravlinnya yakistyu vybirkovoho lakuvannya na osnovi zminy parametriv plastyn. Tekhnolohiya i tekhnika drukarstva. K.: №3(45). 2014. S.46-51. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/3c27938d-6c57-45e1-b7d3-08ae26c50730/content>.
 8. Kyrychok T. YU. Kompleksne otsynuvannya znosostiykosti banknotnoyi produktsiyi iz zakhysnym lakuvannyam. Tekhnolohiya i tekhnika drukarstva. K.: №2(48). 2015. S.131-137. URL: <https://tpv.vpi.kpi.ua/images/News/Drukarkstvo/2-48/Kompleksne%20otsynuvannya%20z nosostykost%20banknotno%20produktz%20z%20zahisnim%20lakuvannyam.pdf>.
 9. Repeta V. B. Vzayemodiya UF-lakiv z fleksohrafichnymy formnymy plastynamy. Naukovi zapysky. L'viv, UAD. № 1 (13). 2008. S. 109-112. URL: <http://nz.uad.lviv.ua/uk/articles/vzaiemodiia-uf-lakiv-z-fleksografichnimi-formnimi-plastinami/>.
 10. Khokhlova R. A., Velychko O. M. Faktory vplyvu na produktyvnist' zakriplennya vidbytka, lakovanoho vodorozchynnym lakom. Polihrafiya i vydavnycha sprava. L'viv, UAD. 2017. № 1(73). S.24-31. URL: <http://pvs.uad.lviv.ua /uk/articles /factors-affecting-the-productivity-of-imprint-consolidation-when-using-water-soluble-varnish/>.
 11. Standart ISO 12647-2:2004. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28979.

doi: 10.32403/2411-3611-2024-2-46-14-22

RESEARCH ON COLOR REPRODUCTION AND DENSITOMETRIC INDICATORS OF PRINTS WITH SELECTIVE VARNISHING

M. M. Havenko, I. I. Koniukhova, O. D. Koniukhov

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

The article presents the results of a study of densitometric and colorimetric characteristics of printed prints on cardboards with selective varnishing. Varnishing of packaging is an important stage of the production process, which not only provides aesthetic appeal, but also adds functional properties, such as protection from external influences. Modern packaging design is oriented towards environmental friendliness and safety, namely the use of water-dispersion varnishes; selective varnishing; matte surfaces with tactile effects, integration with augmented reality (AR), and others. The article presents studies of the optical density of 100% CMYK color plates, determines Lab color indices, and calculates the color deviation ΔE , a numerical indicator that characterizes the difference between two colors in a three-dimensional color space before and after selective varnishing with water-dispersion and ultraviolet varnish.

It is confirmed that varnishing changes the optical and color properties of cardboard by creating an additional coating that affects the reflection and absorption of light. The type of varnish (water-dispersion or UV) and the texture of the cardboard (waste paper, glossy, matte) significantly affect the final color characteristics. Waste cardboard with a rough texture and uneven color tone and has high porosity.

The surface of glossy cardboard undergoes calendering, which makes it exceptionally smooth and shiny, which may be a disadvantage for good adhesion of printing inks, varnishes.

The surface of matte cardboard undergoes calendering or special chemical treatment with less intensity to maintain the roughness of the surface. The absorption capacity may be higher, which sometimes requires more varnish during varnishing.

Keywords: *varnishing, packaging, cardboard, color reproduction, densitometric indicators, optical density, water-dispersion varnish, UV varnish.*

Стаття надійшла до редакції 08.05.2024.

Received 08.05.2024.