

УДК 655.3.066.11:676.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАДРУКОВУВАНОВОГО МАТЕРІАЛУ НА ОПТИЧНУ ГУСТИНУ ВІДБИТКІВ, ОТРИМАНИХ НА ЦИФРОВІЙ ЕЛЕКТРОФОТОГРАФІЧНІЙ ДРУКАРСЬКІЙ МАШИНИ

СНІГУР Н.С.¹

1. Національний університет «Львівська політехніка», Інститут поліграфії та медійних технологій, вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-0548-7711>, e-mail: Nataliia.S.Snihur@lpnu.ua

У статті представлено результати дослідження впливу виду задруковуваного матеріалу на оптичну густина повноколірних відбитків, отриманих методом цифрового електрофотографічного друку. Актуальність роботи зумовлена необхідністю стабілізації кольоровідтворення та забезпечення передбачуваної якості друкованої продукції на різних паперових носіях. Дослідження виконано на цифровій друкарській машині MeteorDP8700 XL із застосуванням тестової шкали оперативного контролю якості друкування. Для експерименту використано матовий папір ArcticVolumeIvorymatt 90 г/м² та глянцева папір SymbolFreelife 90 г/м². Оптичну густина вимірювали для фарб СМΥК на полях із відносною площею растрових елементів від 10 до 100 % за допомогою денситометра TECHKONSpectroDensPremium. За результатами вимірювань сформовано таблиці експериментальних значень, побудовано графічні залежності для Cyan, Magenta, Yellow та Black, а також виконано порівняльний аналіз впливу типу паперу на насиченість і стабільність відтворення зображення. Встановлено, що глянцева папір SymbolFreelife у більшості випадків забезпечує вищі значення оптичної густини, кращу контрастність і насиченість друку порівняно з матовим папером. Отримані результати можуть бути використані для вибору оптимального задруковуваного матеріалу, налаштування режимів цифрового друку та контролю репродукційно-графічних показників поліграфічної продукції.

Ключові слова: електрофотографія, цифровий друк, оптична густина, денситометричний контроль, тестова шкала, кольоровідтворення, матовий папір, глянцева папір, СМΥК.

Постановка проблеми.

У цифровому електрофотографічному друці стабільність відтворення кольору є одним із ключових показників якості друкованої продукції. На практиці часто виникає невідповідність між кольором, який відображається на моніторі, та кольором, отриманим на відбитку. Додатково на якість впливають особливості прикладних програм, використані колірні профілі, склад і властивості тонера, налаштування друкарського пристрою, температура та вологість у виробничому приміщенні [1, 2].

Одним із найважливіших чинників формування якості відбитка є вид задру-

ковуваного матеріалу. Поверхневі властивості паперу визначають характер закріплення тонера, ступінь насиченості кольору, контрастність, чіткість графічних елементів і стабільність градаційного відтворення. Тому дослідження оптичної густини на різних типах паперу є необхідною умовою обґрунтованого вибору матеріалів для виготовлення поліграфічної продукції цифровим способом друку [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Контроль якості електрофотографічного друку базується на поєднанні візуального оцінювання та інструментальних методів вимірювання. Серед об'єктивних показників особливе значення має оптична густина, яка дає змогу оцінити насиченість друкарського шару, стабільність відтворення плашок і градаційні характеристики зображення. Застосування тестових шкал із вимірювальними елементами забезпечує можливість системного контролю процесу на етапах підготовки макета, друкування та аналізу готових відбитків.

Для електрофотографії характерними є залежність якості зображення від режимів роботи апарата, тривалості друкування, властивостей паперу та кліматичних умов. Саме тому порівняльне дослідження матового й глянцевого паперу на основі однакових тестових об'єктів дає можливість визначити технологічно доцільний матеріал для отримання стабільного кольоровідтворення [4, 6].

Мета статті. Метою статті є дослідження впливу матового та глянцевого паперу на оптичну густину відбитків, отриманих методом цифрового електрофотографічного друку, а також визначення матеріалу, який забезпечує кращі показники насиченості, контрастності та стабільності кольоровідтворення для фарб СМҮК.

Методика досліджень. Дослідження проводили з використанням універсальної тестової шкали оперативного контролю якості друкування на цифрових машинах і пристроях. Тест-об'єкт містив поля з відносною площею растрових елементів від 10 до 100 %, шрифтові елементи, плашки СМҮК, фрагменти для оцінювання плавності півтонових переходів, а також зображення для візуального аналізу якості тексту та графіки. Така структура тестової шкали дала змогу одночасно оцінювати градаційне відтворення, рівномірність друку, насиченість кольору та відсутність небажаного фону.

Друкування здійснювали на кольоровій цифровій друкарській машині MeteorDP8700 XL [5]. Підготовку тестових шкал виконували у програмах Adobe Photoshop CC та Adobe Illustrator CC. Для експерименту використано два види паперу однакової щільності 90 г/м²: матовий ArcticVolumeIvorymatt та глянцевий SymbolFreelife. Перед початком випробувань папір, тонер, картриджі та друкарський пристрій витримували в нормальних умовах експлуатації протягом 24 годин. Температурний режим становив 15–20 °С, відносна вологість повітря – 45–55 %.

Для підвищення достовірності результатів отримували серію контрольних відбитків, а оцінювання виконували після стабілізації режиму роботи друкарського обладнання. Оптичну густину вимірювали на полях із відносною площею растрових елементів від 10 до 100 % із кроком 10 %. Експериментальні дані визначали за допомогою денситометра TECHKON Spectro Dens Premium [7]. Оцінювання здійснювали окремо для фарб Cyan, Magenta, Yellow і Black на матовому та глянцевому папері.

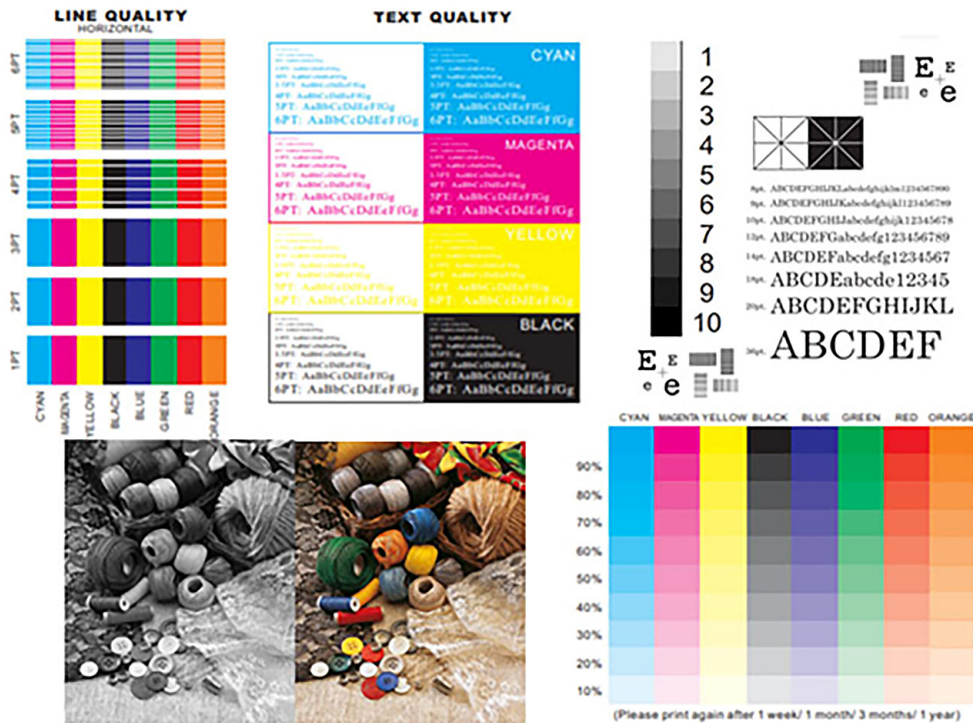


Рис. 1. Тестова шкала зі спеціальними вимірjuвальними елементами

Результати досліджень. Графічне подання результатів дає змогу простежити зміну оптичної густини залежно від відносної площі растрових елементів. Для всіх фарб спостерігається закономірне зростання оптичної густини зі збільшенням насиченості поля від 10 до 100 %. Найбільші відмінності між матовим і глянцеvim папером проявляються в ділянках середніх і високих тонів, де поверхневі властивості матеріалу істотно впливають на формування насиченого зображення.

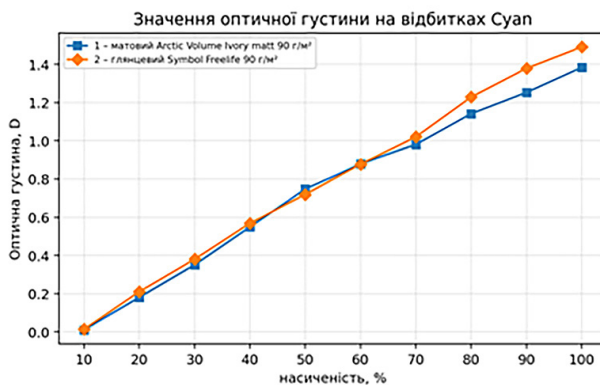


Рис. 2. Значення оптичної густини на відбитках Суан: 1 – матовий Arctic Volume Ivory matt 90 г/м²; 2 – глянцеvий Symbol Freelifе 90 г/м²

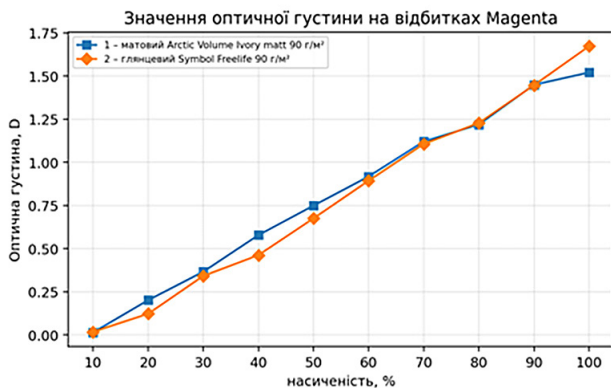


Рис. 3. Значення оптичної густини на відбитках Magenta: 1 – матовий Arctic Volume Ivory matt 90 г/м²; 2 – глянцевий Symbol Freelifе 90 г/м²

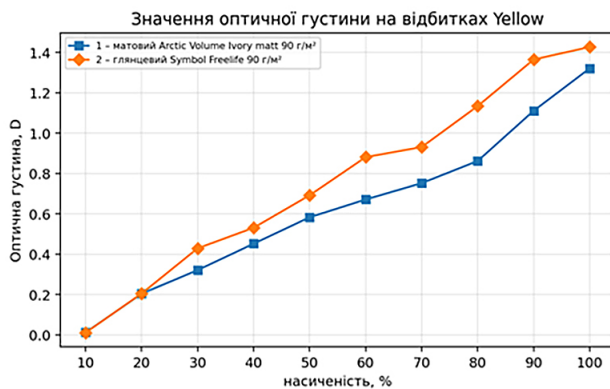


Рис. 4. Значення оптичної густини на відбитках Yellow: 1 – матовий Arctic Volume Ivory matt 90 г/м²; 2 – глянцевий Symbol Freelifе 90 г/м²

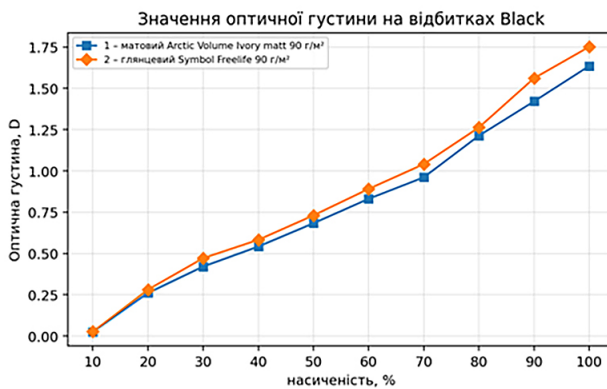


Рис. 5. Значення оптичної густини на відбитках Black: 1 – матовий Arctic Volume Ivory matt 90 г/м²; 2 – глянцевий Symbol Freelifе 90 г/м²

Аналіз середніх значень свідчить, що глянцевий папір SymbolFreelife у більшості випадків забезпечує вищі показники оптичної густини порівняно з матовим ArcticVolumeIvorymatt. Для 100 % плашки значення оптичної густини на глянцево-матовому папері становлять: Cyan – 1,491 D, Magenta – 1,673 D, Yellow – 1,427 D, Black – 1,751 D. Для матового паперу відповідні значення становлять: Cyan – 1,384 D, Magenta – 1,521 D, Yellow – 1,321 D, Black – 1,635 D. Така різниця підтверджує вищу здатність глянцевої поверхні формувати насиченіші кольорові відбитки.

Для фарби Cyan залежність оптичної густини від насиченості має майже лінійний характер на обох видах паперу, проте у зоні високих тонів глянцевий папір демонструє більші значення. Для Magenta різниця між матеріалами особливо помітна на 100 % плашці. Для Yellow глянцевий папір забезпечує вищі значення у більшості тонових ділянок, що впливає на яскравість і чистоту теплих відтінків. Для Black спостерігається стабільне зростання оптичної густини зі збільшенням насиченості, а максимальне значення також отримано на глянцево-матовому папері.

Отримані результати засвідчують, що глянцевий папір доцільно використовувати для продукції, у якій пріоритетними є висока насиченість, контрастність і яскравість зображення. Матовий папір, незважаючи на дещо нижчі показники оптичної густини, може бути рекомендований для виробів, де важливими є стримане візуальне сприйняття, зменшення блиску та м'якість тональних переходів.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що вид задрукуваного матеріалу істотно впливає на оптичну густину відбитків, отриманих методом цифрового електрофотографічного друку. Порівняння матового паперу ArcticVolumeIvorymatt 90 г/м² та глянцевого паперу SymbolFreelife 90 г/м² показало, що глянцевий папір забезпечує вищі значення оптичної густини для більшості фарб СМУК і сприяє формуванню більш насиченого та контрастного зображення.

Денситометричний контроль підтвердив стабільність відтворення тестових шкал і можливість використання оптичної густини як об'єктивного показника якості цифрового друку. Найбільші максимальні значення отримано для Black на глянцево-матовому папері — 1,751 D, що свідчить про кращу насиченість чорного кольору та вищу контрастність відбитка. Результати дослідження доцільно враховувати під час вибору паперу для повноколірної поліграфічної продукції, налаштування параметрів друку та розроблення технологічних рекомендацій для забезпечення стабільного кольоровідтворення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Ткаченко В.П., Чеботарьова І.Б., Киричок П.О., Григорова З.В. Енциклопедія видавничої справи: навч. посібник. Х.: ХНУРЕ, 2008. 320 с.
2. Голубник Т. С., Маїк Л. Я., Дубневич М. М., Снігур Н.С. Дослідження процесу проявлення магнітною шіткою в електрофотографії// Кваліологія книги. Львів, УАД. 2019. №2 (36).doi: 10.32403/2411-3611-2019-2-36-29-35
3. Репета В.Б., Шибанов В. В.. Матеріали і технології цифрового друку. Львів: Укр. акад. друкарства, 2021. - 160 с.
4. Kipphan, H. (2001). Handbook of Print Media: 1st edition. Springer, 1247 p.
5. MGI METEOR-DP8700— URL: <https://kmbs.konicaminolta.us/products/predecessor-products/mgi-meteor-dp8700-x1-plus/>.

6. Digital Press Technology-Part 1: Electrophotography— URL: <https://ordant.com/digital-press-technology-electrophotography/>.
7. Spectro-Densitometer. The new era in color measurement— URL: <https://www.techkon.com/spectrodens-en.html>

REFERENCES

1. Tkachenko V.P., Chebotarova I.B., Kyrychok P.O., Hryhorova Z.V. Entsyklopediia vydavnychoi spravy: navch. posibnyk. Kh.: KhNURE, 2008. 320 s.
2. Holubnyk T. S., Maik L. Ya., Dubnevych M. M., Snihur N.S. Doslidzhennia protsesu proiavlennia mahnitnoiu shehitkoiu v elektrofotografii// Kvalilohiia knyhy. Lviv, UAD. 2019. №2 (36). doi: 10.32403/2411-3611-2019-2-36-29-35
3. Repeta V.B., Shybanov V. V.. Materialy i tekhnolohii tsyfrovoho druku. Lviv: Ukr. akad. drukarstva, 2021. - 160 s.
4. Kipphan, H. (2001). Handbook of Print Media: 1st edition. Springer, 1247 p.
5. MGI METEOR-DP8700 — URL: <https://kmb.konicaminolta.us/products/predecessor-products/mgi-meteor-dp8700-xl-plus/>.
6. Digital Press Technology-Part 1: Electrophotography— URL: <https://ordant.com/digital-press-technology-electrophotography/>.
7. Spectro-Densitometer. The new era in color measurement— URL: <https://www.techkon.com/spectrodens-en.html>.

doi: 10.32403/0554-4866-2026-1-91-183-189

STUDY OF THE INFLUENCE OF SUBSTRATE TYPE ON THE OPTICAL DENSITY OF PRINTS IN DIGITAL PRINTING

Snigur N.¹

1. Lviv Polytechnic National University, Institute of Printing and Media Technologies, 19 Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-0548-7711>, e-mail: Nataliia.S.Snihur@lpnu.ua

The article presents the results of an experimental study of the influence of printing substrate type on the optical density of full-colour prints produced by digital electrophotographic printing. The relevance of the research is determined by the need to ensure stable colour reproduction, predictable print quality and objective control of reproduction and graphic characteristics in modern digital printing processes. In electrophotographic printing, the final quality of the printed image depends not only on the technical parameters of the printing device, toner properties and colour management settings, but also significantly on the surface characteristics of the substrate. Therefore, the comparison of matte and glossy papers is an important stage in determining the optimal material for producing high-quality full-colour printed products.

The research was carried out using a universal test scale containing CMYK colour fields with a relative halftone dot area from 10 to 100 %, text elements, tonal transitions and fragments for visual quality assessment. The test prints were produced on a Meteor

DP8700 XL digital press. Two types of paper with the same basis weight of 90 g/m² were selected for the experiment: matte Arctic Volume Ivory matt and glossy Symbol Freelifе. Before printing, the paper, toner cartridges and printing device were conditioned under normal operating conditions. Optical density measurements were performed using a TECHKON SpectroDens Premium densitometer separately for Cyan, Magenta, Yellow and Black colourants.

The obtained experimental data were systematized in tables and used to construct graphical dependencies of optical density on the relative area of raster elements. The results showed a regular increase in optical density with increasing tone value for all CMYK colours. It was established that glossy Symbol Freelifе paper generally provides higher optical density values compared with matte Arctic Volume Ivory matt paper, especially in the mid-tone and high-tone areas. At 100 % tone value, the highest density values were obtained on glossy paper, particularly for Black, which reached 1.751 D. This indicates better colour saturation, higher contrast and more expressive visual reproduction on glossy substrates.

The study confirms that substrate selection is a significant technological factor in digital electrophotographic printing. Glossy paper is recommended for products requiring high colour saturation, brightness and contrast, while matte paper may be suitable for printed products where reduced gloss, softer tonal transitions and restrained visual perception are preferred. The obtained results can be used for selecting printing materials, optimizing digital printing parameters and improving densitometric quality control in the production of full-colour printed products.

Keywords: electrophotography, digital printing, optical density, densitometric control, colour reproduction, matte paper, glossy paper, CMYK, printing substrate, print quality.



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
© Н. С. Снігур

Стаття надійшла до редакції 10.05.2026.

Received 10.05.2026.

Стаття прийнята 22.05.2026.

Accepted 22.05.2026.

Опубліковано 30.05.2026.

Published 30.05.2026.