

УДК 655.28.022

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ВІДБИТКІВ ПЛАШОК ІЗ МІКРОСТРУКТУРОЮ

В. Е. Никируй, В. З. Маїк

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

*Досліджено можливість виготовлення мікрорастрової структури на поверхні друкарських елементів флексографічної форми методом прямого лазерного гравіювання. З флексоформи, що містить різновиди мікрорастрів, виконано друк на самоклеїмому етикетковому матеріалі з використанням ультрафіолетових фарб. Проведено денситометричні дослідження відбитків мікрорастрових зон, а також виявлено мікрорастр, який значно посилює оптичну щільність відбитка.*

**Ключові слова:** мікрорастрування плашки, пряме лазерне гравіювання, флексографічні форми.

**Постановка проблеми.** Однією з проблем флексографічного друку є погане змочування фарбою поверхні друкувальних елементів, особливо плашок. Буває, що товщина шару фарби на растрованих ділянках із відносною площею растрових точок на 95–98 % є більшою, ніж на плашках. В результаті зображення, що містять області суцільного тону, оточені тінювими ділянками, репродукується некоректно: на відбитку області суцільного заливання оточують темні ореоли. Погане змочування фарбою плашок на формі зазвичай намагаються компенсувати збільшивши подачу фарби і підвищивши тиск друку. Втім, це може спричинити градаційні та інші спотворення на відбитку внаслідок підвищеного розтискування.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Високий рівень вимог до якості вихідної флексографічної продукції спонукає виробників запроваджувати нові технології на базі таких мікроструктур, як: DigiCap NX від компанії Kodak, APS від компанії Альфа, HD Flexo та Microcell від компанії Esko тощо [1–5]. Завдяки формуванню на поверхні друкарських елементів растрової структури (мікрорельєфу) можна збільшити площу контакту формного матеріалу і фарби, що поліпшує умови їх взаємодії. Водночас це сприяє збільшенню і стабілізації товщини шару фарби на поверхні форми. При цьому зменшуються або усуваються ореоли навколо плашок, підвищується оптична щільність суцільних заливок, поліпшується чіткість відтворення штрихових елементів і шрифту, а також знижуються витрати фарби і розтискування [6].

Компанії Esko і Phototype пропонують раструвати великі друкарські елементи форми (плашки, штрихові елементи і шрифт). Технологія від Esko Artwork одержала назву PlateCellPatterning і реалізована у вигляді програмного модуля системи workflow Nexus. Компанія Phototype запропонувала алгоритм растрування NuDot. Сформована

за допомогою цих технологій структура характеризується просторовою частотою, розміром комірок, кутом повороту.

Очевидно, що просторова частота растрової структури повинна бути значно вищою, ніж лініатура основного растру, призначеного для передачі градацій зображення. Її значення вибирають відповідно до максимальної роздільної здатності пластини. Сформовані комірки мають однаковий розмір, тому вигляд растрової структури нагадує поверхню анілоксового валу. Питомий об'єм комірок на поверхні друкарських елементів має бути меншим, ніж об'єм комірок анілоксу. Щоб запобігти виникненню муару, растрову структуру, що сформована на поверхні друкарської форми, треба повернути відносно структури анілоксового валика на кут 15–45°.

Алгоритм DigiCap NX Patterning від Kodak також застосовують у флексографії, збільшуючи щільність суцільних заливок і нівелюючи ореоли на їх межах. На відміну від близьких конкуруючих технологій, зменшується ефект «риб'ячого ока» — світлі ділянки всередині великих растрових точок. DigiCap реалізований як високолінійне растрування, що накладається на традиційний або гібридний растр MaxTone. Як наслідок, при обробці пластини на її поверхні формується мікрорельєф, який ефективно вбирає і передає фарбу на задруковуваний матеріал [7].

Технологія створення анілоксоподібної друкарської поверхні (Anilox-like printing surface – APS) застосовується на цифрових фотополімерах будь-яких видів та виробників, що дає додаткові можливості використання власних властивостей полімерів і значною мірою відображається на ціні таких форм [8]. Технологія APS охоплює велику кількість комбінацій мікрорастрування. Нанесення мікроструктури на поверхню флексоформи значно збільшить оптичну щільність, особливо при використанні спиртових і водяних фарб. До того ж мікроструктура дає змогу отримати чисто віддрукований текст на негативі – він не затікає, підвищується його чіткість, читабельність. За результатами проведених експериментів автори роботи [9] дійшли висновку, що для різних умов друку та задруковуваних матеріалів існують свої оптимальні типи і режими мікрорастрування.

**Мета роботи.** Для посилення конкурентоздатності форм, виготовлених методом прямого лазерного гравіювання (ПЛГ), потрібно реалізувати технологію мікрорастрування плашок. Для цього модернізовано оптичну систему установки LaserGraver від компанії НВЦ Альфа завдяки встановленню в оптичну систему двократного телескопа, що дало змогу збільшити його роздільну здатність удвічі, зокрема видаляти менші об'єми матеріалу з поверхні друкарської форми, та реалізувати технологію мікрорастрування плашок методом ПЛГ.





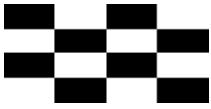





**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для виявлення оптимальних мікрорастрів на ПЛГ-матеріалах було розроблено та виготовлено тест-шкалу з різноманітними видами мікрорастрування. Тест-шкала, загальний вигляд якої зображено на рис. 1, містить 18 зон мікрорастрів, що описано у табл. 1. Роздільна здатність тест-шкали становить 10160 dpi.











Рис. 1. Загальний вигляд тест-шкали мікрорастрів

Таблиця 1

## Опис структури мікрорастрових зон

№ зони	Рисунок	Опис структури мікрорастрів
1	2	3
Зона 1		Контрольна плашка
Зона 2		10 мкм пробільний елемент, 10 мкм плащечний у формі квадратів, розташованих у шахматному порядку
Зона 3		Пробільні та плащечні прямокутники 20 мкм на 10 мкм, розташовані у шахматному порядку
Зона 4		12.5 мкм пробільний елемент 12.5 мкм плащечний у формі квадратів, розташованих у шахматному порядку
Зона 5		Пробільні та плащечні прямокутники 10 мкм на 5 мкм, розташовані у шахматному порядку
Зона 6		Пробільні та плащечні прямокутники 20 мкм на 5 мкм, розташовані у шахматному порядку
Зона 7		Пробільні та плащечні прямокутники 20 мкм на 2.5 мкм, розташовані у шахматному порядку
Зона 8		Пробільні та плащечні прямокутники 20 мкм на 2.5 мкм, розташовані у шахматному порядку, після пари прямокутників розміщена плащечна лінія завширшки 2.5 мкм
Зона 9		Пробільні та плащечні прямокутники 20 мкм на 2.5 мкм, розташовані у шахматному порядку, після пари прямокутників розміщена плащечна лінія завширшки 5 мкм
Зона 10		Пробільні та плащечні прямокутники 20 мкм на 2.5 мкм, розташовані у шахматному порядку, після пари прямокутників розміщена плащечна лінія завширшки 7.5 мкм

Продовження табл. 1

1	2	3
Зона 11		Пробільні та пласечні прямокутники 20 мкм на 2.5 мкм, розташовані у шахматному порядку, після пари прямокутників розміщена пласечна лінія завширшки 10 мкм
Зона 12		Пробільні та пласечні прямокутники 20 мкм на 2.5 мкм, розташовані у шахматному порядку, після пари прямокутників розміщена пласечна лінія завширшки 15 мкм
Зона 13		Пробільні лінії завширшки 2.5 мкм на відстані 20 мкм
Зона 14		Пробільні лінії завширшки 2.5 мкм на відстані 15 мкм
Зона 15		Пробільні лінії завширшки 2.5 мкм на відстані 12.5 мкм
Зона 16		Пробільні лінії завширшки 2.5 мкм на відстані 10 мкм
Зона 17		Зона залита макрокомірками 10 мкм на 10 мкм, всередині яких по діагоналі розташовані пробільні та пласечні елементи 2.5 мкм на 2.5 мкм один через один
Зона 18		Зона залита макрокомірками 15 мкм на 15 мкм, всередині яких по діагоналі розташовані пробільні та пласечні елементи 2.5 мкм на 2.5 мкм один через два

Тест-шкалу виготовили на матеріалі для прямого лазерного гравіювання BöttcherFlex 732 за допомогою обладнання LaserGraver із модернізованою оптичною схемою. Гравіювання виконували за максимальної експозиції, потужність лазера становила 50 Вт. На рис. 2 зображено мікрофотографії мікрорастрів зон № 2, 5, 13, 18, отриманих за допомогою програмно-апаратного комплексу Flexometr. Масштаб усіх мікрофотографій є однаковий.

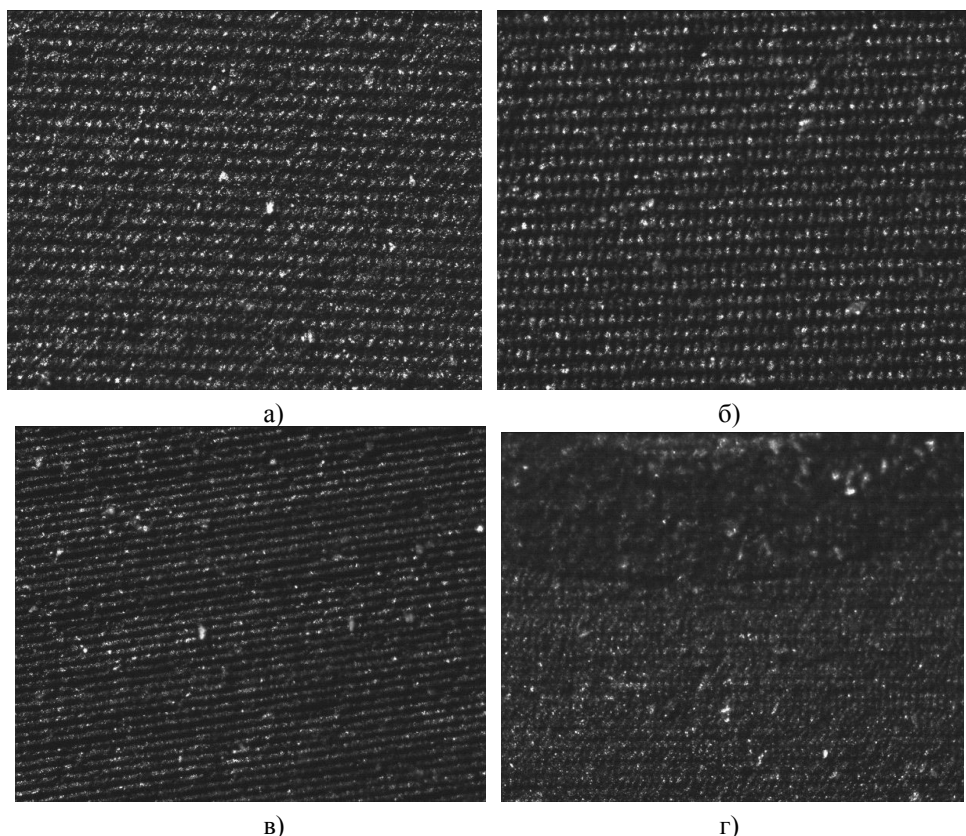


Рис. 2. Мікрорастрові зони, які отримано на флексоформі методом прямого лазерного гравіювання: а) – зона № 2, б) – зона № 5, в) – зона № 13, г) – зона № 18

За результатами дослідження мікрорастрів виявлено, що текстура майже усіх зон, крім лінійних мікрорастрів, відрізняється від цифрової (заданої) маски. Безумовно, це свідчить про фізичні процеси, які відбуваються при формуванні мікрорастрів, тому в майбутніх дослідженнях та технологічних процесах треба враховувати характеристики акустооптичної модуляції, лазерного променя, параметрів ПЛГ-пристрою та процесів горіння (абляції) матеріалу. На нашу думку, більш оптимальним є дослідження формування мікроструктур емпіричним способом. Зауважимо, що всі результати повторювані в межах нормального розподілу. Отримані результати підтверджують можливість виготовлення стабільно повторюваних мікроструктур на плащі методом прямого лазерного гравіювання.

Флексографічну форму з тест-шкалою було підготовлено до друку. Друк із флексографічної форми з тест-шкалою було виконано на друкарській машині Gallus EM 280 на самоклеїмому етикетковому матеріалі HERMAgloss B (245) із використанням ультрафіолетових фарб SERIKOL magenta на двох різних анілоксових валах: № 1 – 394 лін/см, об'ємом  $5 \text{ см}^3/\text{м}^2$  та № 2 – 394 лін/см, об'ємом  $6,9 \text{ см}^3/\text{м}^2$ . Окрім того, на анілоках № 1 друк виконано з різною силою притискання валів, щоб визначити, як вплине розтискування на оптичну щільність. У процесі

друку величину натиску збільшували зміщенням валів на величину  $\Delta h$  ( $\Delta h = 25; 50; 75; 100; 125$  мкм). Одним із інструментів, який може виявити збільшення оптичної щільності повністю задрукованої області, є денситометр. Тому було проведено дослідження оптичної щільності мікрорастрових зон за допомогою приладу Vipspectra 2000/FAG. Щоб збільшити точність отриманих даних, вимірювання однієї зони проводили п'ять разів із подальшим усередненням отриманих значень. У табл. 2 наведено результати вимірювання для анілоксу № 1 за різних величин натиску валів та анілоксу № 2 для значення  $\Delta h = 125$  мкм. Незаповнені комірки у таблиці зумовлені тим, що за нульового натиску на цій друкарській машині продруковується не вся плашка, тому мікрорастр, який розміщений нижче від плашки, теж не продруковується. За відносного зміщення  $\Delta h = 25$  мкм плашка віддруковується добре, але не всі мікрорастри «дістають» до друкарського вала. При значенні  $\Delta h = 50$  мкм відбувається контакт з усіма зонами мікрорастрів. Основною причиною зниження рівня мікрорастрів є максимальна потужність лазера ПЛГ-пристрою. Отож, для кожної комбінації (задруковуваний матеріал, фарба, параметри ПЛГ-пристрою), існують свої види оптимальних мікрорастрів, що є предметом подальших досліджень.

Таблиця 2

### Оптична густина мікрорастрів

№ \ $\Delta h$ , мкм	Анілокс №1						Анілокс №2
	0	25	50	75	100	125	125
плашка	1,73	1,73	1,75	1,75	1,74	1,75	1,75
1	1,69	1,66	1,72	1,70	1,63	1,74	1,73
2			1,47	1,56	1,66	1,69	1,71
3			1,01	1,21	1,34	1,35	1,42
4			1,04	1,39	1,53	1,51	1,55
5			1,38	1,61	1,71	1,74	1,73
6			0,51	0,77	0,87	0,84	0,96
7			0,98	1,07	1,19	1,24	1,23
8			0,95	1,14	1,20	1,24	1,25
9			1,18	1,30	1,37	1,36	1,41
10			1,15	1,25	1,37	1,41	1,47
11		1,35	1,44	1,49	1,58	1,54	1,65
12			1,26	1,43	1,42	1,49	1,57
13			1,40	1,54	1,63	1,61	1,74
14			1,42	1,56	1,67	1,66	1,74
15			1,22	1,47	1,45	1,41	1,60
16			1,34	1,49	1,50	1,49	1,51
17	1,51	1,65	1,70	1,73	1,72	1,73	1,74
18	1,56	1,76	1,81	1,84	1,82	1,83	1,82

На нашу думку, для кількох найбільш вдалих мікрорастрів залежність оптичної щільності від натиску валів зображено у вигляді графіків (рис. 3). Як видно з графіка, оптична щільність плашки майже не змінюється зі збільшенням натиску, тоді як для мікрорастрів бачимо суттєве збільшення оптичної щільності.

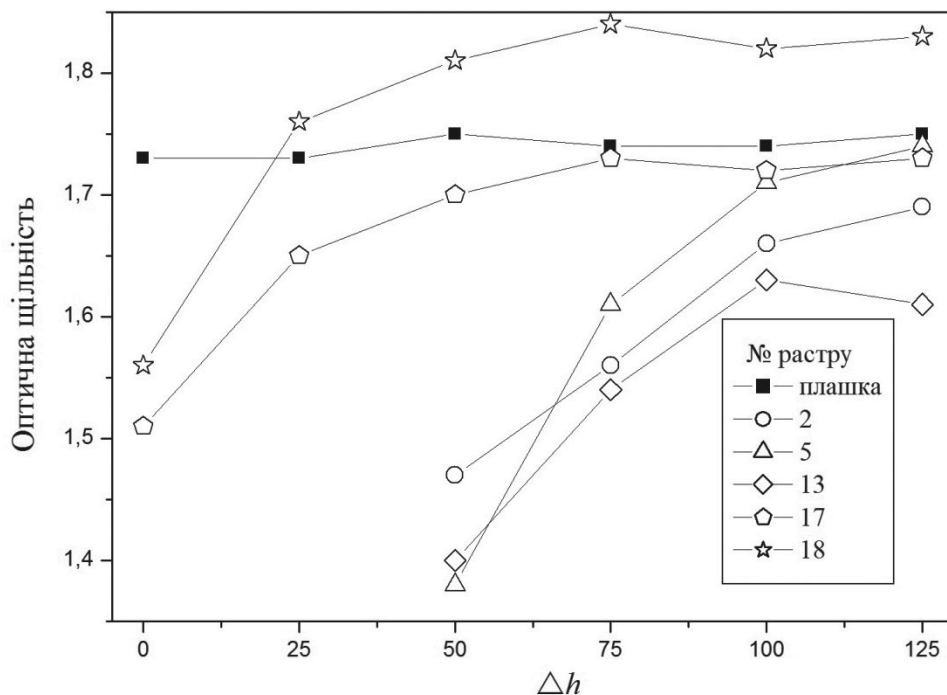


Рис. 3. Графіки залежностей оптичної щільності від натиску валів

Залежність оптичної щільності від виду мікрорастру зображено на рис. 4 у вигляді діаграм для обох видів анілоксових валів, де «0» відповідає плашці. Як видно з рисунка, різні мікроструктури мають різне відносне збільшення оптичної щільності залежно від об'єму анілоксового вала. Це свідчить про те, що існують такі мікроструктури, як растри № 6, 11, 15 на які об'єм анілоксового вала має великий вплив, а є й такі структури мікрорастрів (растри № 2, 7, 8, 16), на які вплив об'єму анілоксового вала є незначним. На діаграмі також видно, що структура растра № 18 має найбільшу оптичну щільність, а отже, має найбільші показники передачі фарби на матеріал. Потрібно зазначити, що показник оптичної щільності мікрорастра № 18 є більшим від показника для плашки. Отже, мікроструктури, які виготовлені прямим лазерним гравіюванням, збільшують показник оптичної щільності повністю задрукованого матеріалу навіть під час друку ультрафіолетовими фарбами.

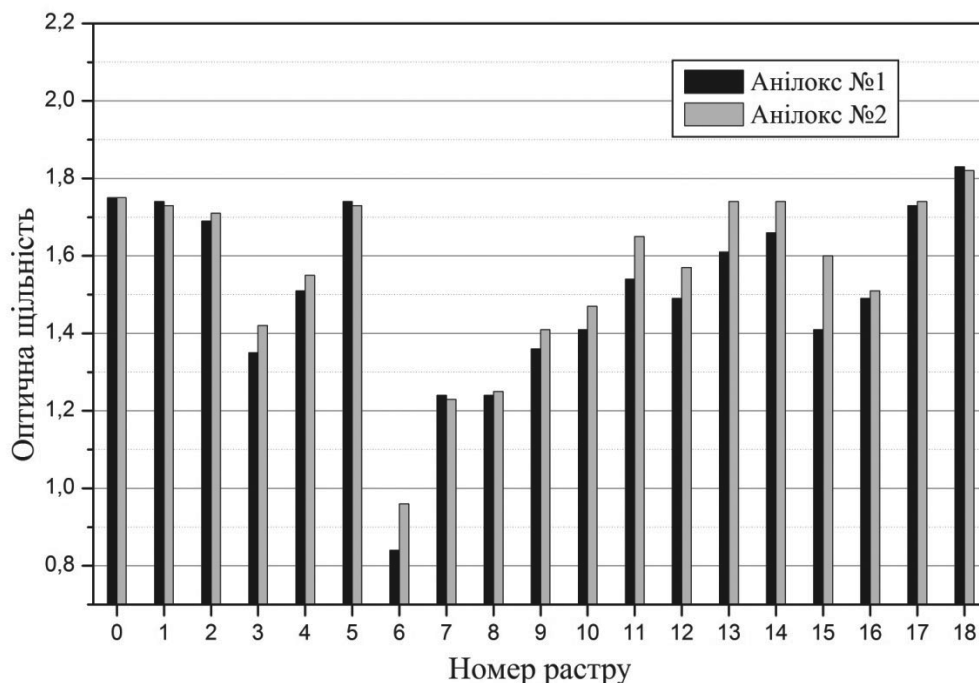


Рис. 4. Залежність оптичної щільності від виду мікрорастру

**Висновки.** Отримані результати підтверджують можливість виготовлення мікрорастрів методом прямого лазерного гравіювання та ефективного їх застосування для посилення оптичної щільності відбитків під час друку.

Серед різновидів растрів тесту-шкали виявлено такий, що збільшує оптичну щільність відбитка з показника 1,73 до 1,83 на матеріалі HERMAgloss B (245) з використанням ультрафіолетових фарб SERIKOL magenta. Для інших видів фарб та друкарських матеріалів ефективними можуть бути інші види растрів тесту-шкали. Для повноцінного використання технології мікрорастрування необхідні подальші дослідження з різновидами фарб, мікроструктур, матеріалів та анілоксових валів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kodak DigiCap NX Patterning [Електронний ресурс]. — Retrieved: [http://graphics.kodak.com/KodakGCG/uploadedFiles/DigiCapNX\\_WhitePaper.pdf](http://graphics.kodak.com/KodakGCG/uploadedFiles/DigiCapNX_WhitePaper.pdf).
2. Хоул Й. Четкое описание флексографии высокой четкости, или технологии High Definition Flexo / Йен Хоул // Флексо Плюс/Packaging International. — 2013. — № 4. — С. 22–28.
3. Fernandez J. HD Flexo-Screening and Dot shapes [електронний ресурс] / Julian Fernandez. Retrieved : <https://www.esko.com/en/~media/Esko/Files/Other-PDFs/eskoworld2013/AC/AC-28%20HD%20Flexo%20-%20Screening%20and%20Dotshapes-Screen%20Manager%20b.pdf>.



4. HDFlexo [електронний ресурс]. — Retrieved : <https://www.esko.com/ru/products/overview/hd-flexo/overview/>.
5. Screened film intermediate for use with flexographic printing plate having improved solids rendition US6492095 2002-12-10.
6. Растрирование как способ решения проблем флексографской печати [Электронный ресурс] // КомпьюАрт. — 2008. — № 2. — Режим доступа : <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=18696&iid=867>.
7. Бельский М. Е. NX Advantage — инновация от KODAK [Электронный ресурс] / М. Е. Бельский // Упаковка. — № 2. — 2015. — С. 46–47. — Режим доступа : [http://upakjour.com.ua/images/article/5-2015/46-47\\_\\_5-2015.pdf](http://upakjour.com.ua/images/article/5-2015/46-47__5-2015.pdf).
8. Оксюзян А. Технология изготовления флексоформ с анилоксоподобной поверхностью / Александр Оксюзян // Флексо Плюс. — 2013. — № 6. — С. 28–29.
9. Оксюзян А. Исследование микрорастривания на плашке с целью увеличения краскопереноса / Александр Оксюзян // Флексо Плюс. — 2013. — № 2. — С. 28–29.

## RESEARCH OF OPTICAL DENSITY OF PRINTING AREA WITH MICROSTRUCTURE

V. E. Nykyruy, V. Z. Mayik

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

*The possibility of manufacturing of micro raster structure on the surface of the printing elements of flexographic plates by direct laser engraving has been studied. Printing has been done on adhesive label materials with UV inks using a flexographic plate that contains varieties of micro raster structures (patterns). Imprints with micro raster structures have been studied by the densitometry method and the micro raster type (pattern) has been found, which greatly enhances the optical density of imprints.*

**Keywords:** *micro raster structure of the printing area, direct laser engraving, flexographic printing plates.*

*Стаття надійшла до редакції 21.01.2016.*