

УДК 655.28.022

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ ЛАЗЕРНОГО ГРАВІЮВАННЯ

Л. Я. Маїк¹, В. Е. Никируй¹, Н. Д. Лотошинська²

¹Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

²Національний Університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79000, Україна

Одним із найважливіших компонентів процесу флексографічного друку є якісна друкарська форма. Для контролю якості флексографічної друкарської форми використано тест-шкалу і спеціальний програмно-апаратний комплекс. Досліджено якість растрової структури, графічних елементів друкарських форм і відбитків.

Ключові слова: цифрові фотополімерні пластини, флексографічна друкарська форма, етикетково-пакувальна продукція, тест-шкала, оцінка якості.

Постановка проблеми. В умовах конкурентного середовища виробничі підприємства прагнуть отримати максимально якісну поліграфічну продукцію, особливо етикетково-пакувальну, яку виготовляють здебільшого флексографічним способом друку, де важливу роль відіграє флексографічна друкарська форма. Флексографічна друкарська форма є різновидом форми високого способу друку і має ряд характерних особливостей. Для аналізу й оцінки якості потрібно використовувати спеціальні прилади та програмне забезпечення. Наскрізна оцінка якості цифрового оригіналу, форми та відбитків може забезпечити стабільність, повторюваність і точність відтворення оригіналу [1–7].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для якісного відтворення зображення у флексографічному друці необхідно постійно контролювати якість флексографічної друкарської форми [1–7]. З цією метою використовують два основні способи — візуальний та інструментальний. Візуальний спосіб можна застосовувати для початкового контролю поверхні і друкарських елементів флексографічної форми. Інструментальний, як правило, проводиться з використанням мікроскопів. Однак застосування такого мікроскопа також має ряд недоліків, зокрема довготривалість процесу, фокусування мікроскопа та ін [1–7]. Тому для дослідження якості флексографічних форм доцільно застосовувати спеціальні програмно-апаратні засоби [8, 9].

Мета статті — дослідження якості виготовлення флексографічних друкарських форм лазерним гравіюванням і відбитків на етикетково-пакувальній продукції з використанням спеціального програмно-апаратного комплексу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження цифрових фотополімерних пластин з метою виготовлення етикетко-пакувальної продукції флексографічним способом вибрано пластину Cyrel DPN 45 (DuPont), технічні характеристики якої наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики флексографічної пластини

Характеристики пластини	Cyrel DPN 45
Товщина	1,14 мм
Жорсткість	76 Шор А
Відтворення градацій	1–98 % при 60 лін/см
Мінімальна товщина ліній	50 мкм
Мінімальний діаметр точки	200 мкм
Глибина рельєфу	600 мкм

Опис тест-шкали для дослідження



Рис. 1. Загальний вигляд тест-шкали

Шкала складається з таких елементів:

- з 23 растрових полів середньою лініатурою 222 dpi, розміщених під кутами 0°, 45°, 75°, 15°;
- з негативних і позитивних ліній, розміщених вертикально, горизонтально і діагонально завтовшки з 20 мкм, 30 мкм, 80 мкм, 100 мкм;
- з 6 кругових мір товщиною ліній 40 мкм, 50 мкм, 60 мкм, 70 мкм, 80 мкм, 90 мкм;
- з негативних і позитивних букв із кеглем шрифтів 0,4 п, 0,5 п, 0,6 п, 0,8 п, 1 п, 1,8 п, 2 п.

Роздільна здатність 2540 пікс/дюйм

Для виготовлення цифрових флексографічних форм використовували лазерний гравіювальний апарат «Laser Graver». У цих апаратах застосовано твердотільні YAG:Nd-лазери. Програмне забезпечення містить також програмний RIP PostScript, що забезпечує сумісність із будь-якими видавничими системами (табл. 2).

Таблиця 2

**Технічні характеристики машини для виготовлення друкарських форм типу
Laser Graver 3D10f**

Характеристика	Значення
Технологія запису зображення	теплова на термочутливих матеріалах, модифікація поверхневого шару матеріалу
Роздільна здатність запису	2540 dpi, 5080 dpi
Швидкість обертання барабана	до 7,2 об/с
Рекомендовані лініатури	до 300 lpi
Продуктивність	4 м ² /год
Електроживлення	220 В ($\pm 10\%$), макс.16 А, 50 Гц
Потужність	не більше як 3,5 кВт
Формат	1200x900 мм
Габаритні розміри	2020x1060x1010 мм
Умови роботи — вологість — температура	Не більше як 80 % 15–25°C

За допомогою програмно-апаратного комплексу досліджено параметри друкарських форм. Зразок для досліджень поміщають у робочу зону флексометра і фотографують. При аналізі друкарського елемента отримуємо числові результати: кількість виділених областей (статистика, кількість обрахованих областей), середня площа області, середньоквадратичне відхилення (СКВ) площі області, середній діаметр областей, СКВ діаметра областей, площа мінімальної області, площа максимальної області, середня відстань між областями в мкм, відстань між областями по вертикалі (мінімальна і максимальна), відстань між областями по горизонталі (мінімальна і максимальна), кут нахилу лінії растрової структури, середня відстань між рядами областей, відстань між лініями растрової структури по вертикалі (мінімальна і максимальна), відхилення площі точок ряду від середнього значення в графічному вигляді, а також лінійні розміри елементів зображення та растрових елементів, лініатури растра, масштабувати дефектні або критичні елементи зображення, робити цифрові фотографії тощо.

За допомогою програмно-апаратного комплексу досліджено елементи тест-шкали як цифрового зображення на ПК, на флексографічній формі, виготовленій з використанням цифрової флексографічної пластини і відбитка. Як приклад, наведено результати досліджень цифрового оригіналу, форми і відбитків для 20 % поля тест-шкали для позитивного і негативного зображення (табл. 3).

Таблиця 3

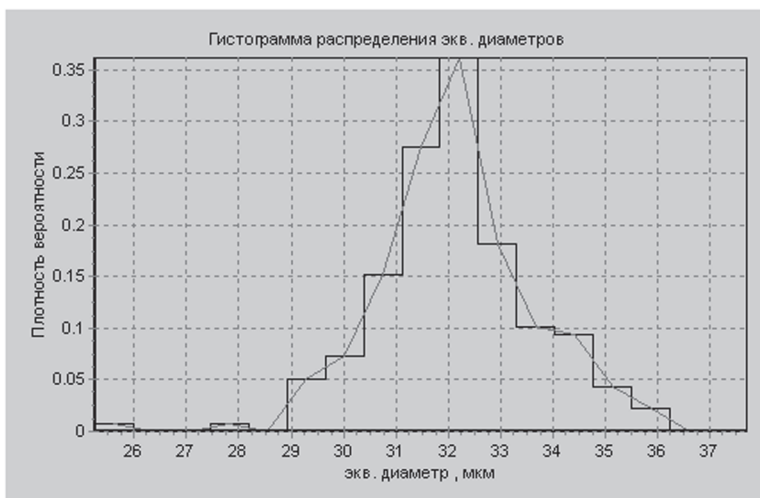
Дослідження цифрового оригіналу (шкала відтворення градацій сірого)

Растр оригінал 20 % (позитивне зображення)	Растр оригінал 20 % (негативне зображення)
Сер. lpi = 230.91	Сер. lpi = 230.91
Сер. рівень півтона (% растра) 19.83 %	Сер. рівень півтона (% растра) 19.83 %
Загальна кількість крапок 81	Загальна кількість крапок 81
Сер. площа 2400.00 кв. мкм (СКО 0.00 кв.мкм)	Сер. площа 2400.00 кв. мкм (СКО 0.00 кв. мкм)
Сер. екв. діаметр 55.28 мкм (СКО 0.00 мкм)	Сер. екв. діаметр 55.28 мкм (СКО 0.00 мкм)
Площа мінімальної крапки 2400.00 кв. мкм	Площа мінімальної крапки 2400.00 кв. мкм
Площа максимальної крапки 2400.00 кв. мкм	Площа максимальної крапки 2400.00 кв. мкм
Сер. відстань між крапками 110.00 мкм	Сер. відстань між крапками 110.00 мкм
Нахил растра 44.69 град	Нахил растра 44.69 град

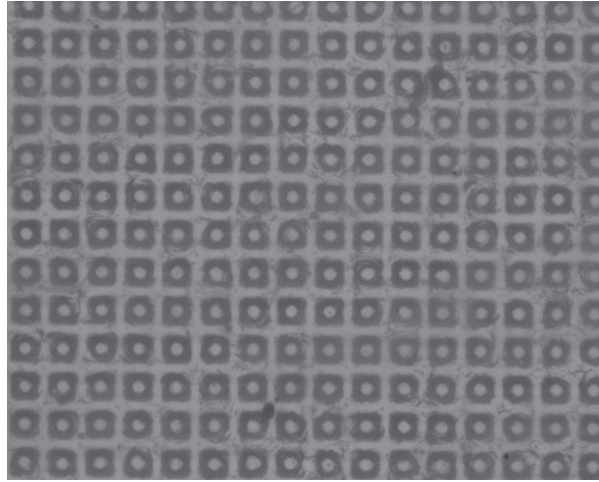
Дослідження флексографічної форми (шкала відтворення градацій сірого)

Растр форма 20 % (позитивне зображення)

Сер. lpi = 233.27
 Сер. рівень півтона (% растра) 6.84 %
 Загальна кількість крапок 189
 Сер. площа 810.63 кв.мкм (СКВ 75.45 кв. км)
 Сер. екв. діаметр 32.13 мкм (СКВ 1.51 мкм)
 Площа мінімальної крапки 501.13 кв. мкм
 Площа максимальної крапки 1030.99 кв. мкм
 Сер. відстань між крапками 108.89 мкм
 Нахил растра 0.91 град



а)



б)

Рис. 2. Гістограма розподілу растрових крапок за еквівалентним діаметром (а)
і мікрофотографія зображення флексографічної форми (б)

Растр форма 20 % (негативне зображення)

Сер. $l_{pi} = 275.79$

Сер. рівень півтона (% растра) 1.22 %

Загальна кількість крапок 88

Сер. площа 103.69 кв. мкм (СКВ 88.42 кв. мкм)

Сер. екв. діаметр 11.49 мкм (СКВ 3.95 мкм)

Площа мінімальної крапки 35.92 кв. мкм

Площа максимальної крапки 585.55 кв. мкм

Сер. відстань між крапками 92.10 мкм

Нахил растра 11.31 град



Рис. 3. Гістограма розподілу растрових крапок за еквівалентним діаметром

Дослідження відбитків флексографічного друку (шкала відтворення градації сірого)

Растр відбиток 20 % (позитивне зображення)

Сер. $l_{pi} = 232.15$

Сер. рівень півтона (% растра) 13.69 %

Загальна кількість крапок 152

Сер. площа 1639.31 кв. мкм (СКВ 367.85 кв. мкм)

Сер. екв. діаметр 45.69 мкм (СКВ 5.18 мкм)

Площа мінімальної крапки 889.10 кв. мкм

Площа максимальної крапки 2476.89 кв. мкм

Сер. відстань між крапками 109.41 мкм

Нахил растра 2.32 град

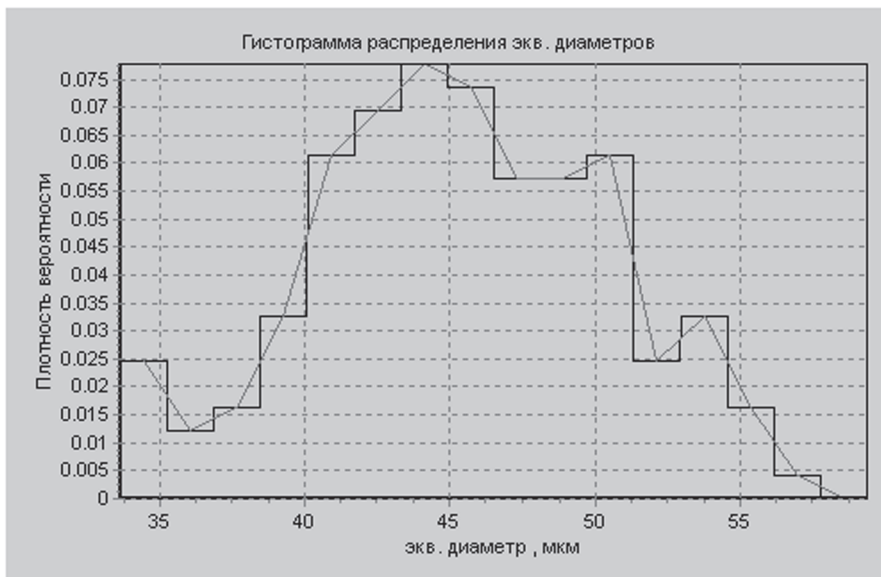


Рис. 4. Гистограма розподілу растрових крапок за еквівалентним діаметром

Растр відбиток 20 % (негативне зображення)

Сер. $l_{pi} = 1505.09$

Сер. рівень півтона (% растра) 16.58 %

Загальна кількість крапок 1018

Сер. площа 47.21 кв. мкм (СКВ 384.60 кв. мкм)

Сер. екв. діаметр 7.75 мкм (СКВ 7.34 мкм)

Площа мінімальної крапки 3.59 кв. мкм

Площа максимальної крапки 8752.65 кв. мкм

Сер. відстань між крапками 16.88 мкм

Нахил растра 23.04 град

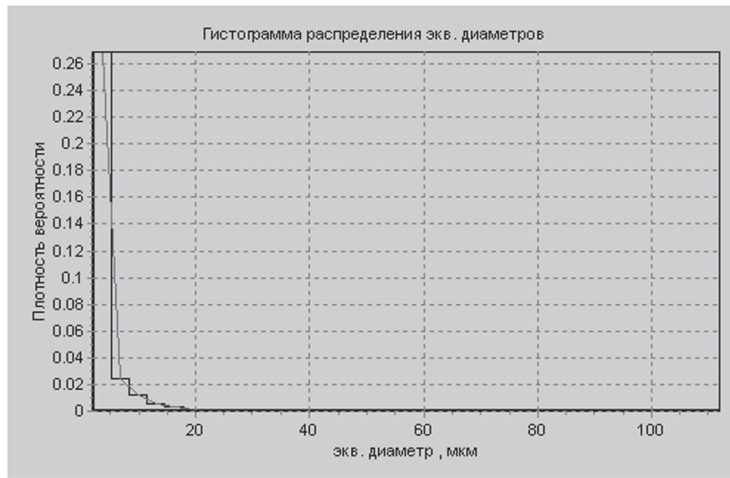


Рис. 5. Гістограма розподілу растрових крапок за еквівалентним діаметром

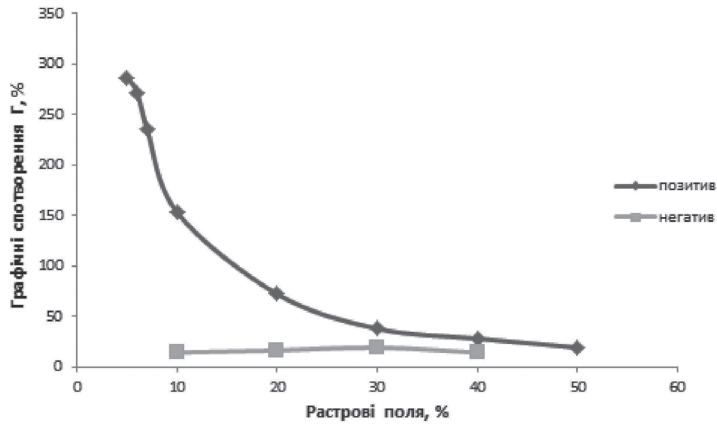


Рис. 6. Графічні спотворення растрових крапок у системі «оригінал-форма»

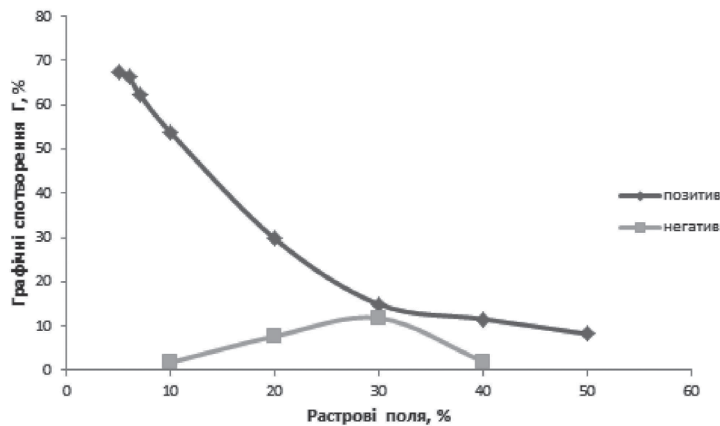


Рис. 7. Графічні спотворення растрових крапок у системі «форма-відбиток»

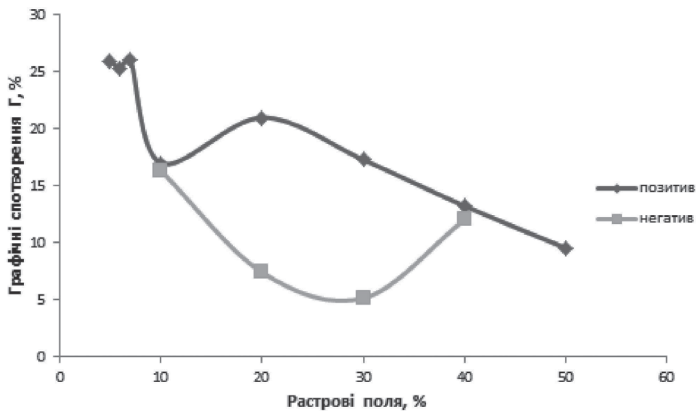


Рис. 8. Графічні спотворення у системі «оригінал-відбиток»

На рис. 2 наведено гістограму розподілу растрових крапок за еквівалентним діаметром і мікрофотографії зображення на формі з позитивними, а на рис. 3 — із негативними елементами, а також вказано параметри растрових зображень на формі.

На рис. 4 зображено гістограми розподілу растрових крапок за еквівалентним діаметром і мікрофотографії зображення на відбитку з позитивними елементами, а на рис. 5 — із негативними елементами, а також наведено параметри растрових зображень на відбиткові.

Як видно з рис. 6, графічні спотворення растрових крапок у системі «оригінал-форма» є значно більшими при відтворенні позитивних друкарських елементів, аніж негативних. Особливо це проявляється у світлих ділянках зображення — із збільшенням площі растрових крапок графічні спотворення зменшуються. Як видно з рис. 7, графічні спотворення растрових крапок у системі «форма-відбиток» мають аналогічні залежності, але графічні спотворення є значно меншими, ніж у системі «оригінал-форма». На графіках рис. 8 наведено графічні спотворення у системі «оригінал-відбиток», які показують, що сумарні графічні спотворення загалом є значно меншими.

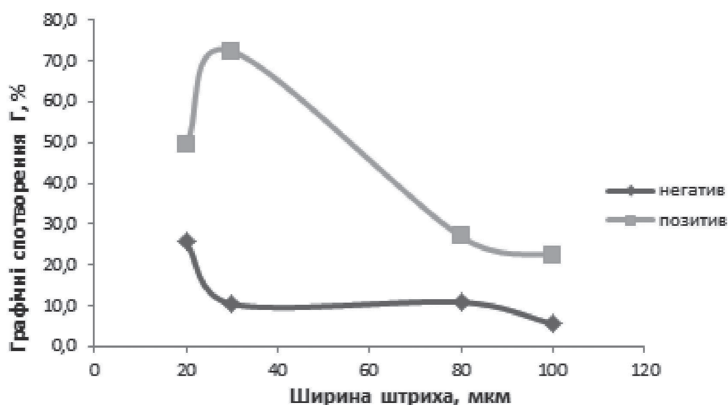


Рис. 9. Графічні спотворення у системі «оригінал-форма»

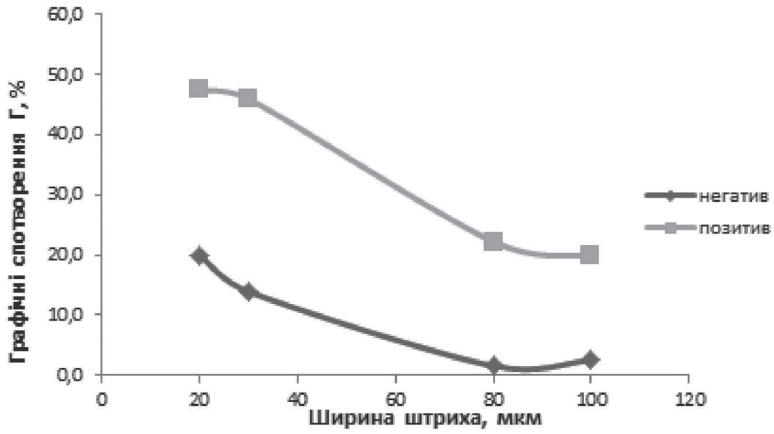


Рис. 10. Графічні спотворення у системі «форма-відбиток»

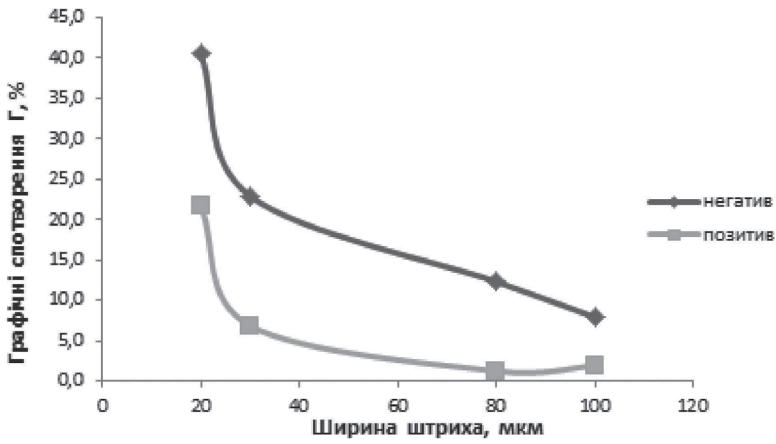
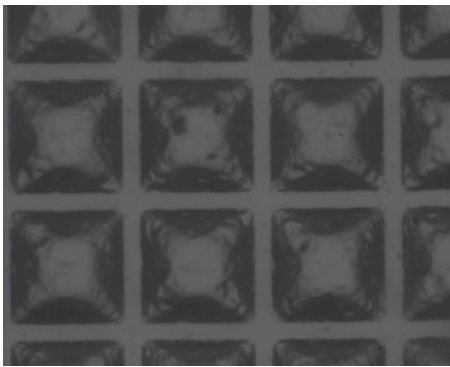
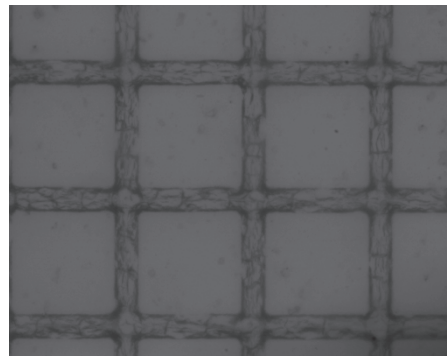


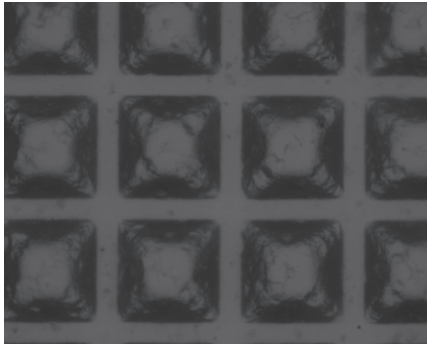
Рис. 11. Графічні спотворення у системі «оригінал-відбиток»



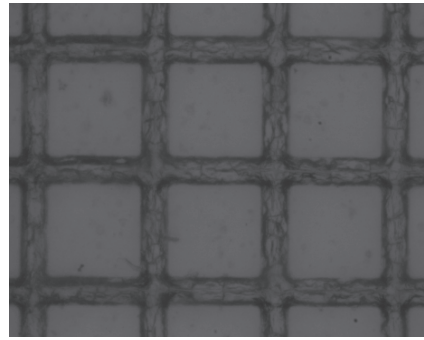
д)



е)

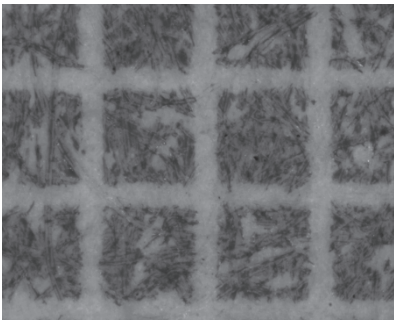


е)

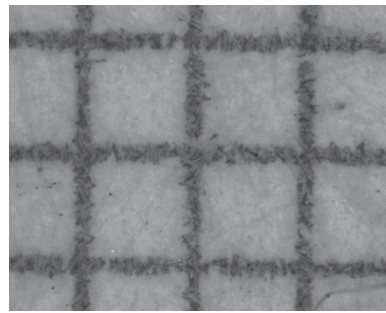


ж)

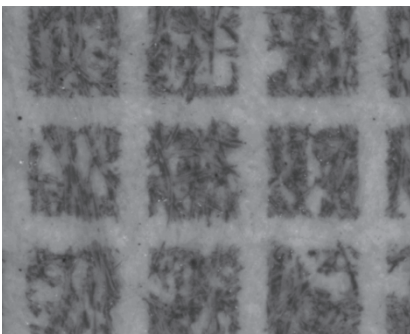
Рис. 12. Мікрофотографія зображення форми: д — штрих 80 мкм (негатив);
е — штрих 80 мкм (позитив); є — штрих 100 мкм (негатив); ж — штрих 100 мкм (позитив)



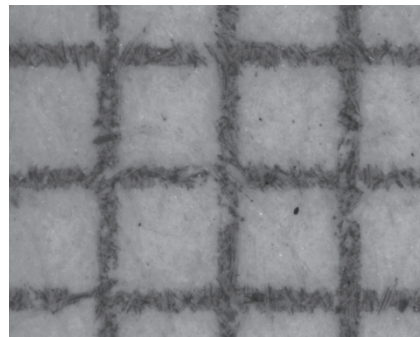
д)



е)



є)



ж)

Рис. 13. Мікрофотографія зображення відбитка: а — штрих 20 мкм (негатив);
б — штрих 20 мкм (позитив); в — штрих 30 мкм (негатив); г — штрих 30 мкм (позитив);
д — штрих 80 мкм (негатив); е — штрих 80 мкм (позитив); є — штрих 100 мкм (негатив);
ж — штрих 100 мкм (позитив)

На рис. 9–11 зображено графічні спотворення у системі «оригінал–форма», «форма–відбиток», «оригінал–відбиток», а також мікрофотографії (рис. 12 і рис. 13).

Графічні спотворення у загальному випадку є меншими при відтворенні позитивних друкарських елементів.

Висновки. Аналіз літературних джерел вказує, що для виготовлення якісної етикетко-пакувальної продукції найпоширенішим є флексографічний спосіб друку з використанням цифрових флексографічних пластин.

Для дослідження та аналізу фотополімерної флексографічної друкарської форми вибрано методики визначення характеристик, які не подають у технічній документації фірм—виробників флексографічних пластин: параметрів відтворення растрових крапок на полях тест-шкали і точність відтворення штрихів, тексту на всіх етапах виготовлення форми і друкарського процесу.

Застосування спеціального програмно-апаратного комплексу забезпечує якість і стабільність усього технологічного процесу виготовлення етикетково-пакувальної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лазаренко Э. Т. Фотохимическое формование печатных форм. Львов: Вища школа, 1984. 152 с.
2. Шибанов В. В. Флексографічні фотополімерні форми. Львів, Українська академія друкарства, 2011. 114 с.
3. Шибанов В. В. Фотополімеризаційноздатні матеріали: підруч. Львів: Українська академія друкарства, 2008. 124 с.
4. Ярема С. М. Флексографія. Обладнання. Технологія. Київ: Либідь, 1998. с. 309.
5. Розум Т. В. Взаємозв'язок технологічно якісних показників у флексографічному друці. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2000. Вип. 2. С. 41–44.
6. Розум Т. В. Прогнозування формних і друкарських процесів флексографічного друку. Квалілогія книги. 2002. Вип. 4. С. 12–14.
7. Пашуля П. Л. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії. Київ: ІЗИН, 1997. 288 с.
8. Маїк В. З., Дудок Т. Г., Опотяк Ю. В. Дослідження якості флексографічних друкарських форм з використанням розробленого програмно-апаратного комплексу. Поліграфія і видавнича справа [Української академії друкарства]. 2012. № 4(60). С. 108–116.
9. Маїк В. З., Дудок Т. Г., Опотяк Ю. В. Новітні засоби оцінки якості параметрів друкованої продукції. Квалілогія книги. 2012. № 1(21). С. 114–122.

REFERENCES

1. Lazarenko, E. T. (1984). Fotokhimicheskoe formovanie pechatnykh form. Lvov: Vishcha shkola (in Russian).
2. Shybanov, V. V. (2011). Fleksohrafichni fotopolimerni formy. Lviv, Ukrainaska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
3. Shybanov, V. V. (2008). Fotopolimeryzatsiinozdatni materialy: pidruch. Lviv: Ukrainaska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
4. Yarema, S. M. (1998). Fleksohrafiiia. Obladnannia. Tekhnolohiia. Kyiv: Lybid (in Ukrainian).

5. Rozum, T. V. (2000). Vzaiemozv'iazok tekhnolohichno yakisnykh pokaznykiv u fleksohrafichnomu druzsi: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], Vyp. 2, 41–44 (in Ukrainian).
6. Rozum, T. V. (2002). Prohnozuvannia formnykh i drukarskykh protsesiv fleksohrafichnoho druku: Kvalilohiia knyhy, Vyp. 4, 12–14 (in Ukrainian).
7. Pashulia, P. L. (1997). Osnovy metrolohii, standartyzatsii i sertyfikatsii. Yakist u polihrafi. Kyiv: IZYN (in Ukrainian).
8. Maik, V. Z., Dudok, T. H., & Opotiak, Iu. V. (2012). Doslidzhennia yakosti fleksohrafichnykh drukarskykh form z vykorystanniam rozroblenoho prohramno-aparatnoho kompleksu: Polihrafia i vydavnycha sprava [Ukrainskoi akademii drukarstva], 4(60), 108–116 (in Ukrainian).
9. Maik, V. Z., Dudok, T. H., & Opotiak, Iu. V. (2012). Novitni zasoby otsinky yakosti parametrv drukovanoi produktsii: Kvalilohiia knyhy, 1(21), 114–122. (in Ukrainian).

RESEARCH OF QUALITY OF LASER ENGRAVING FLEXOGRAPHIC PRINTING PLATES

L. Ya. Mayik¹, V. E. Nykyruy¹, N. D. Lotoshynska²

¹*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
ludmila_maik@meta.ua*

²*Lviv Polytechnic National University
12, Stepan Bandera St., Lviv, 79000, Ukraine*

One of the most important components of the flexographic printing process is a high-quality printing plate. A test-scale and a special software and hardware complex have been used to control the quality of the flexographic printing plate. The study of the quality of the raster structure and graphic elements of printing plates and imprints have been carried out.

Keywords: *digital photopolymer plates, flexographic printing plate, labels and packaging products, test-scale, quality assessment.*

Стаття надійшла до редакції 08.06.2017.

Received 08.06.2017.