

УДК 655.326.1

ВПЛИВ САМОКЛЕЮЧИХ ВАЛИКІВ ЯК ОСНОВИ ДЛЯ МОНТАЖУ ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ НА ЯКІСТЬ ДРУКУ

Т. Є. Телегіна

*Інститут Поліграфії та медійних технологій НУ «Львівська Політехніка»
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Метою дослідження є підвищення стабільності та передбачуваності флексографічного процесу друку шляхом аналізу змін денситометричних параметрів та впливу жорсткості формних валів на якість друку. У роботі досліджено формні вали Polymount різної жорсткості (білий — м'який, оранжевий — середньої жорсткості) у порівнянні зі стандартним формним валом із монтажною стрічкою 3М серія 1320. Проведено оцінку формування растрової растрової точки на відбитку, оптичної щільності, збільшення точки (dot gain) та стабільності кольору під час друку. Тестування здійснювалося на флексомашині Soma Optima 2 із застосуванням фарб серії Sun Chemical Duratort та Soliflex. Усі конфігурації працювали за однакових параметрів — фарба, швидкість, анілокси, матеріал. Вимірювання виконувалося за допомогою спектроденситометра X-Rite eXact, якість поверхні аналізувалось з використанням 3D мікроскопу Anicam Trojka. Результати дозволяють зробити висновки щодо впливу жорсткості формного вала на якість друку та стабільність процесу.

Ключові слова: *флекссографічні машини, формний валик, анілоксовий валик, самоклеючі формні сливи, монтажна стрічка, оптична щільність, розтискування.*

Постановка проблеми. Через специфіку використовуваних матеріалів якість флексографічного друку залежить від великої кількості як процесних, так і матеріальних параметрів, що проявляються на всіх етапах виробництва. На етапі додрукарської підготовки для монтажу друкарських форм, як правило, застосовуються друкарські гільзи та клейкі монтажні стрічки. Попри їхню важливу функцію у формуванні стабільного друкарського контакту, ці два компоненти ще залишаються мало дослідженими елементами флексографічного процесу. Водночас вони мають потенційно значний вплив як на стабільність технологічного процесу, так і на кінцеву якість відбитка. В сучасному виробництві з метою зниження собівартості продукції все частіше використовуються самоклеючі друкарські гільзи різної жорсткості, які представляють собою формні гільзи з нанесенням перманентного компресійного адгезивного шару, який замінює собою монтажну стрічку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження [1] підтверджує, що оптимізація поєднання анілокса, твердості підкладки та типу друкарської форми має вирішальне значення для стабільності процесу флексографічного друку, передбачуваності відтворення кольорів і якості пакувальної продукції. Структурно монтажна підкладка складається з кількох шарів:

- лайнер (захисний шар),
- клейовий шар для фіксації друкарської форми,
- армувальна поліетиленова плівка,
- пінний шар РЕ (товщиною 0,3–1 мм),
- клейовий шар для з'єднання з гільзою.

Пінний шар виконує ударопоглинальну функцію, компенсуючи нерівномірність тиску, при цьому може витримувати до 1800 циклів стиснення та відновлення за хвилину [2].



Рис. 1. Структура демпферної монтажної стрічки

В роботі [3] авторами проаналізовано хімічний склад монтажної флексографічної стрічки. Встановлено, що самоклеючі стрічки мають пінну підкладку та два клейові шари. Клей містить полімер, отриманий шляхом вільнорадикальної полімеризації мономерів:

- а) складних ефірів акрилової кислоти з аліфатичним радикалом ($\geq 50\%$ мас.);
- б) ефірів акрилової кислоти з 1–20 атомами вуглецю (22,5–46,5% мас.);
- в) полярних вінілзаміщених мономерів (3,5–27,5% мас.).

Оскільки монтажна стрічка є засобом закріплення друкарської форми на формовому валику, важливим моментом є взаємодія монтажної стрічки з валиком, характеристики якого сумісно з характеристиками стрічки впливають на результат друку.

Особливе місце займають самоклеючі друкарські гільзи, які є інноваційним рішенням, що поступово трансформує традиційні виробничі процеси у флексографічному друці та конвертації, усуваючи проміжний етап, пов'язаний із монтажем друкарських форм.

Застосування цієї технології дозволяє відмовитися від використання двосторонніх клейких стрічок, які зазвичай використовуються в подушковому монтажі. Натомість забезпечується безпосереднє кріплення друкарської форми до поверхні шліва завдяки спеціально розробленій клейовій композиції, що спрощує процес та підвищує його ефективність.

Що стосується формних валиків, в роботі [4] авторами було встановлено, що зміна механічних характеристик флексографічних валиків зумовлена комплексною дією динамічних навантажень, теплових ефектів і деградації полімерної структури. Розуміння цих механізмів дозволяє:

- прогнозувати термін служби валиків;
- стабілізувати параметри тиску під час друку;
- оптимізувати інші елементи процесу (швидкість, в'язкість фарби, товщину підкладки).

В роботі виявлено, що під час друку формні валики (гільзи) зазнають височастотних циклічних навантажень, що призводить до поступового накопичення залишкових напружень. У процесі тривалої експлуатації їх рівень може збільшуватися майже вдвічі порівняно з початковим. Це спричиняє деформацію друкарських елементів, що впливає на якість зображення.

Поступове зниження пружності поліуретанової піни призводить до зменшення товщини формової гільзи приблизно на 8 % після тривалої експлуатації. Крім того, деградує клейовий шар самоклеючих гільз: у ньому зменшується вміст акрилатів, фталатів і каніфолі. Це викликає зниження адгезійної міцності та скорочує силу початкового відшаровування приблизно вдвічі [5, 6].

Мета статті. Метою дослідження є підвищення стабільності та передбачуваності процесу флексографічного друку, а також покращення якості відбитків шляхом визначення закономірностей змін денситометричних параметрів. Визначення впливу жорсткості формних валів Polymount (білий – м'який, оранжевий – середньої жорсткості) на якість друку у порівнянні зі стандартним формним валиком із монтажною стрічкою 3М. Оцінити різницю у передачі растрової точки, оптичній щільності, dot gain (збільшенні точки) та стабільності відбитку під час друку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктом даного тесту є формні вали Polymount різної жорсткості (білий, оранжевий) та стандартний формний вал із монтажною стрічкою 3М, встановлені на флексографічній машині. В даній роботі було досліджено вплив жорсткості формного вала на такі параметри друку, як:

- форма растрової точки;
- оптична щільність (OD);
- розтискування (dot gain);
- стабільність передачі кольору;
- мікроструктура поверхні валів.

Друкарські відбитки були отримані на друкарській машині Optima 2 виробництва Soma Engineering. Монтаж фотополімерної форми виконували на автоматизованому пристрої S-Mount того ж виробника. У роботі застосовували білу фарбу Sun Chemical серії Duratort; її робоча в'язкість становила 21 с і контролювалася вбудованим у прес автоматичним віскозиметром. В якості процесних фарб СМΥК, було вибрано серію Soliflex. Ця серія створена на основі поліуретанових смол з додаванням нітроцелюлози й, як правило, використовується для друку на високошвидкісних машинах. Робоча в'язкість кольорових фарб становила 20 с. Як матеріал, що задруковується, використовували ПЕТ-плівку 12 мкм. Друкарська

форма виготовлена з Kodak з формних пластин XSYS за технологією ESKO Crystall Quartz. Передача фарби на форму здійснювалася через анілоксові вали Sandon із шестикутною коміркою під кутом 60° . Для білої фарби було вибрано анілоксовий валик з лініатурою 160 лін/см та об'ємом $12 \text{ см}^3/\text{м}^2$, для кольорових 524 лін/см та об'ємом $3,7 \text{ см}^3/\text{м}^2$.



Рис. 2. Самоклеюча формна гільза виробництва Polymount середньої жорсткості

Проведено друкування з трьома конфігураціями:

- Білий вал Polymount (м'який);
- Оранжевий вал Polymount (середня жорсткість);
- Стандартний формний вал + 3М стрічка, серія 1320.

Під час друку було забезпечено однакові умови для всіх трьох конфігурацій: фарби, субстрат, анілоксові валики, швидкість, тиск. Вимірювання параметрів відбувалось за допомогою спектроденситометра X-Rite eXact: OD, dot gain, ΔE .

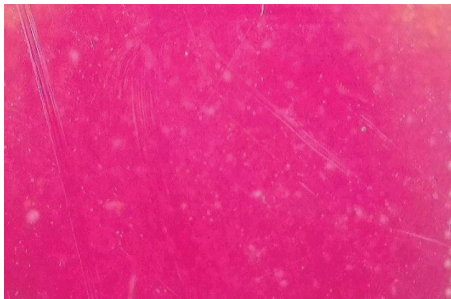
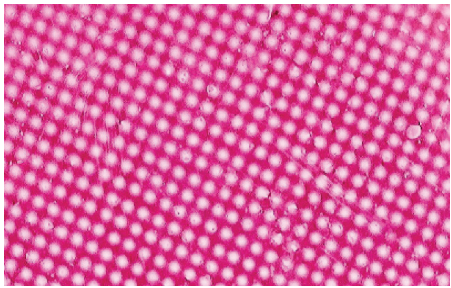
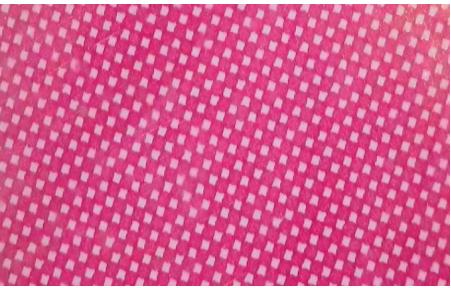
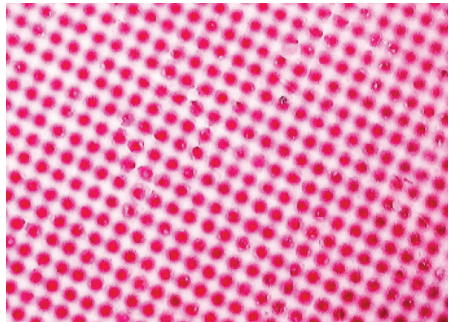
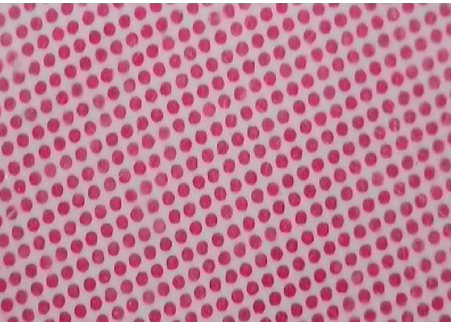


Рис. 3. Вимірювання показників за допомогою спектрофотометра Eхact виробництва X-Rite

Для візуальної оцінки растрових та плашечних елементів друку використовували цифровий мікроскоп. Мікроскопічні зображення дозволили порівняти форму, рівномірність і деформацію растрових точок, а також якість форсування суцільного фарбового шару на відбитках, що відображено в табл. 1.

Таблиця 1

**Порівняння якості фарбового шару для самоклеючих валиків
різної жорсткості**

% растру	Оранжевий формний валик	Білий формний валик
100		
50		
25		

Аналіз мікроструктури поверхні валів відбувався за допомогою 3D мікроскопа Anisam Trojka.

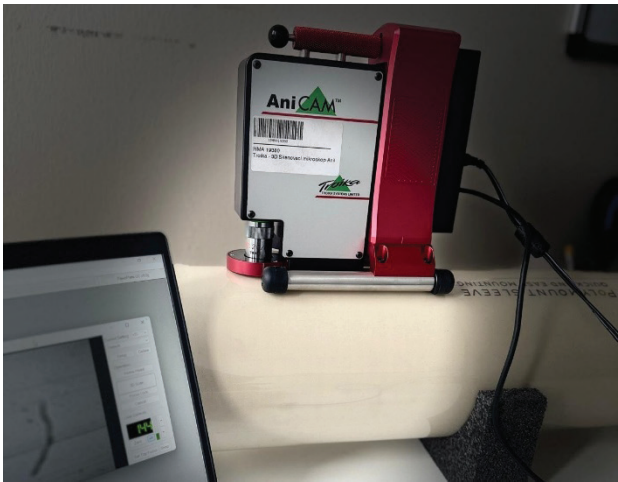
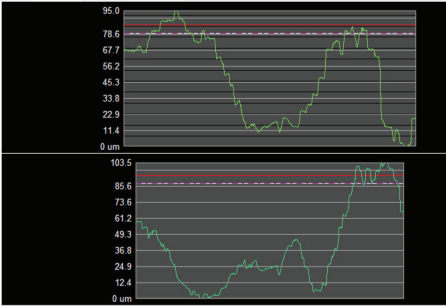
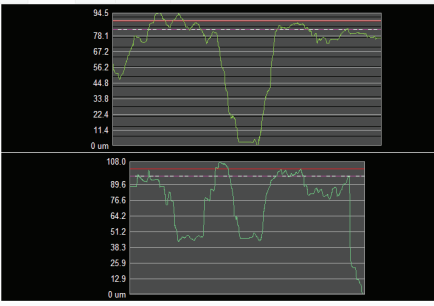
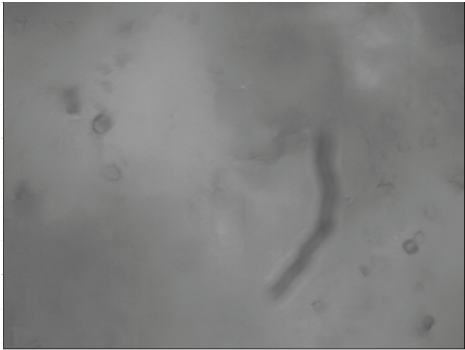
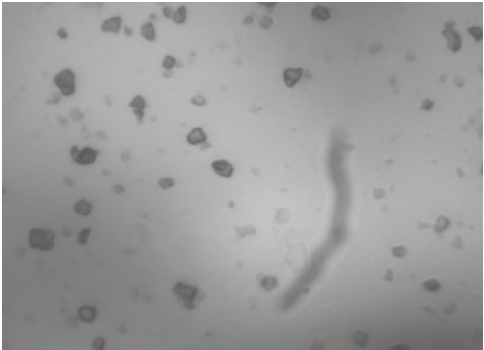


Рис. 4. Оцінка якості поверхні самоклеючого формного валика за допомогою 3D мікроскопа Trojka Anicam

Аналіз та порівняння топології поверхні наведені в табл.2.

Таблиця 2

Порівняння топології поверхні для валиків середньої та низької жорсткості

Оранжевий формний валик	Білий формний валик
Image Analysis Info Dot Profile Calculate Dot Definition 	Image Analysis Info Dot Profile Calculate Dot Definition 
	

Таблиця 3

Порівняння результатів вимірювання оптичної щільності та статистичний аналіз відхилень

<i>Magenta</i>								
Тип валику/№ заміру	1	2	3	4	5	Середнє	Мін	Макс
<i>Polymount оранж.</i>	1.5	1.51	1.52	1.5	1.51	1.508	1.5	1.52
<i>Polymount біл.</i>	1.47	1.45	1.48	1.46	1.47	1.466	1.45	1.48
<i>Rotec+монт.стрічка 3М, серія 1320</i>	1,45	1,44	1,45	1,43	1,44	1.442	1.43	1.45
<i>Cyan</i>								
<i>Polymount оранж.</i>	1.22	1.25	1.22	1.23	1.2	1.225	1.2	1.25
<i>Polymount біл.</i>	1.18	1.17	1.18	1.18	1.19	1.18	1.17	1.19
<i>Rotec+монт.стрічка 3М, серія 1320</i>	1,18	1,18	1,16	1,17	1,15	1,168	1,15	1,18

Таблиця 4

Показники розтискування для валиків середньої та низької жорсткості

Polymount orange (medium)				
TVI	cyan	magenta	black	yellow
100	1.22	1.5	1.43	1.32
50	13.5	13	32.5	7.8
25	16.9	11.6	29	28.9
Polymount white (soft)				
TVI	cyan	magenta	black	yellow
100	1.18	1.47	1.4	1.23
50	14.9	9.7	34.9	11.2
25	15.2	11.6	33.9	8.2
delta				
100	0.04	0.03	0.03	0.09
50	-1.4	3.3	-2.4	-3.4
25	1.7	0	-4.9	20.7

Висновки. Визначено, що різниця між оптичною щільністю для білого та оранжевого валиків складає не більше 3,6 %. Показники монтажною стрічки 1320 3М ближче до показників білого валику (низької жорсткості). Певної закономірності впливу на розтискування в зоні растру не виявлено, але що стосується якості фарбового шару в зоні плашки, виявлено, що рівномірність та однорідність фарбового шару при використанні оранжевого валику є краще. Це означає, що оранжевий валик є більш універсальним й може використовуватись для більшості задач,

де треба надрукувати як растрові, так і плашкові елементи одночасно. У порівнянні обох валиків з монтажною стрічкою 3М 1320, білий валик по результатам відтворення зображення ближче по своїм властивостям до цієї підкладки, ніж оранжевий.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. MAJNARIĆ, Igor, et al. The Influence of the Flexo Plate Mounting Foam Backing on the Quality of Magenta Colour Reproduction. In: Proceedings-The Twelfth International Symposium GRID 2024. 2024. p. 75-82.
2. LEE, Barry. Design characteristics unique to the flexographic printing process. 1998.
3. VAN, WERT; SOKALSKI, John S. Pressure-sensitive adhesive tape and its products. 2017.
4. PETROVIĆ, Saša, et al. Exploitation influence on compressible polyurethane flexographic sleeve properties. Nordic Pulp & Paper Research Journal, 2020, 35.3: 440-456.
5. KAŠIKOVIĆ, Nemanja, et al. Influence of the Compressible Flexographic Sleeve Exploitation on Print Quality. Tehnički vjesnik, 2021, 28.2: 391-400.
6. HALLBERG, Erik, et al. Flexo print of corrugated board: Mechanical aspects of the plate and plate mounting materials. TAGA Journal, 2005, 2: 16-28.
7. OLLIS, Jade. A sticky solution for plate-mounting: installation. Graphix, 2012, 39.11: 37-38.

REFERENCES

1. MAJNARIĆ, Igor, et al. The Influence of the Flexo Plate Mounting Foam Backing on the Quality of Magenta Colour Reproduction. In: Proceedings-The Twelfth International Symposium GRID 2024. 2024. p. 75-82.
2. LEE, Barry. Design characteristics unique to the flexographic printing process. 1998.
3. VAN, WERT; SOKALSKI, John S. Pressure-sensitive adhesive tape and its products. 2017.
4. PETROVIĆ, Saša, et al. Exploitation influence on compressible polyurethane flexographic sleeve properties. Nordic Pulp & Paper Research Journal, 2020, 35.3: 440-456.
5. KAŠIKOVIĆ, Nemanja, et al. Influence of the Compressible Flexographic Sleeve Exploitation on Print Quality. Tehnički vjesnik, 2021, 28.2: 391-400.
6. HALLBERG, Erik, et al. Flexo print of corrugated board: Mechanical aspects of the plate and plate mounting materials. TAGA Journal, 2005, 2: 16-28.
7. OLLIS, Jade. A sticky solution for plate-mounting: installation. Graphix, 2012, 39.11: 37-38.

doi: 10.32403/2411-3611-2025-2-48-46-54

THE INFLUENCE OF SELF-ADHESIVE SLEEVES USED FOR FLEXOGRAPHIC PLATE MOUNTING ON PRINT QUALITY

T. Ye. Telegina

*Lviv Polytechnic National University
Institute of Printing Art and Media Technologies
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
telegina777@gmail.com*

This study explores the influence of self adhesive printing sleeve hardness on the quality and stability of the flexographic printing process. The primary objective is to improve process predictability and print consistency by examining how different sleeve configurations affect key print parameters. Specifically, the research compares self-adhesive sleeves of varying hardness levels with a standard sleeve setup using conventional mounting tape.

Print tests were conducted under controlled conditions using modern flexographic equipment and industry-standard materials. The evaluation focused on the reproduction of halftone dots, optical density, dot gain, and color stability. Spectrodensitometric analysis was used to assess the print results across the different sleeve types. Testing was performed on a Soma Optima 2 flexo press using Sun Chemical inks. All configurations operate under the same parameters — ink, speed, anilox, material. Measurements were performed using an X-Rite eXact spectrophotometer, and surface quality was analyzed using an Anicam Trojka 3D microscope.

The findings suggest that the mechanical properties of the sleeves, particularly their hardness, play a significant role in print performance. The results offer valuable insights for flexographic printers seeking to optimize their process by selecting sleeve systems that ensure both high-quality output and production efficiency.

Keywords: *flexographic printing machines, plate cylinder, anilox roller, self-adhesive sleeves, mounting tape, optical density, dot gain.*

Стаття надійшла до редакції 20.09.2025.

Received 20.09.2025.