

# Цифрові технології виготовлення поліграфічних форм (порівняльний аналіз)

І.М. Петрів, к.т.н., Ю.В. Косінов, к.т.н., Українська академія друкарства, м. Львів

*За останні роки у поліграфічному виробництві сталися чималі зміни в усіх способах друку, особливо у флексографічному та глибокому. Сьогодні флексографічний друк посідає чільне місце у випуску друкованої продукції. У розвинутих країнах світу флексографію широко використовують не тільки для художньо-поліграфічного оформлення м'якої упаковки із гнучких матеріалів, друку на гофрокартоні, полімерних пакетах, паперових і поліетиленових мішках, етикетках, а також і для випуску видавничої продукції. Спосіб глибокого друку відомий своєю високою якістю та точністю відтворення кольорових і градаційних параметрів зображення, високою тиражостійкістю та широким спектром гнучких полімерних матеріалів і картону, на які наноситься друк, наприклад шпалери, подарункова упаковка, самоклеїні та захисні етикетки, великі тиражі газетних вкладок і багато іншого. Проте глибокий друк має такі вади: складність і тривалість процесу виготовлення форм, висока вартість устаткування. З огляду на перші два недоліки застосування цього способу доцільне лише для великих тиражів продукції.*

У даний час у зв'язку із впровадженням у виробництво цифрових технологій виготовлення друкарських форм за допомогою систем СтР (Computer-to-Plate) флексографія стала конкурентною та економічно вигідною з фінансової точки зору, особливо порівняно із глибоким друком, для невеликих тиражів, які здебільшого переважають у поліграфічній галузі. У той самий час виробничі витрати знижуються, що є важливим конкурентним аргументом на сучасному ринку на користь флексографії для підприємств, які виробляють м'яку упаковку із гнучких матеріалів.

Упровадження цифрових технологій у виробництво флексографічних форм і форм глибокого друку дозволяє підвищити їхню якість і точність, спрощує технологічний процес виготовлення, робить результати друку більш передбачуваними, стабільними та точними. Крім того, з'являється можливість застосування нових систем організації робочих потоків (workflow). У цифровій технології виготовлення друкарських форм відсутній проміжний носій інформації (фотоформа), що дозволяє скоротити час виготовлення друкарської форми, зменшити кількість устаткування, виробничі площі та обслуговуючий персонал, що підвищує ефективність робочого потоку (рисунок).

Для виготовлення флексографічних форм і форм глибокого друку за цифровими технологіями застосовуються два способи: пряме лазерне гравіювання форми LEP (Laser Engraving Process) та за маскувальною технологією LAMS (Laser Ablative Mask), яка передбачає лазерне вилучення спеціального маскувального шару з поверхні форми [1]. За цими технологіями виготовляються флексографічні форми циліндричного (гільзового) та пластинчастих типів, а для глибокого друку — циліндричні.

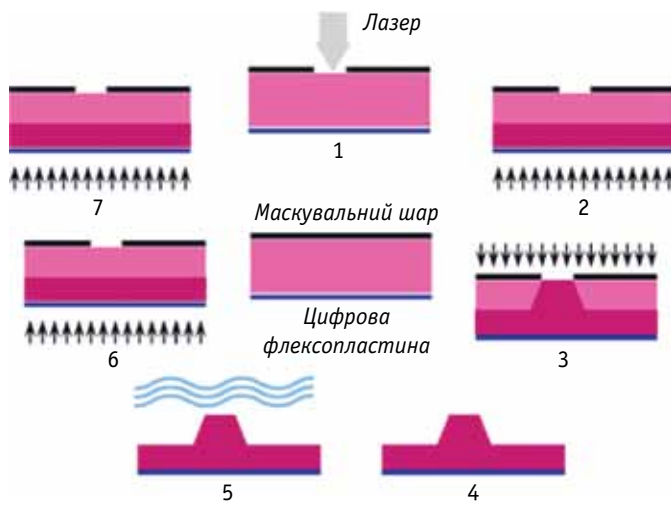
Пряме лазерне гравіювання полімерних флексографічних пластин або циліндрів, а також циліндрів глибокого друку, на які здебільшого нанесений цинковий шар, вважають однопроцесним з безконтактним формуванням зображення на них, що забезпечує достатньо високу потворюваність, яка становить менше 1 % по колу. Основні

технологічні операції та устаткування, лініатура запису зображення і загальна тривалість виготовлення форм прямим лазерним гравіюванням наведені в табл. 1.

За способом прямого гравіювання рельєфне зображення на формі утворюється в результаті вилучення матеріалу (гуми чи спеціальних полімерів флексографічних форм або цинкового шару форм глибокого друку) під дією лазерного променя. Основна перевага цієї технології полягає в тому, що флексографічна форма, порівняно з формою глибокого друку, виготовляється за один технологічний етап на одному технологічному устаткуванні. При цьому скорочується час її виготовлення, зменшуються витрати на виробництво та підвищується продуктивність праці за майже однакової якості та тиражу виготовлення відбитків формами глибокого друку. Полімерні або еластомерні циліндричні флексографічні форми, виготовлені за цим способом, дають можливість також формувати нескінченний рисунок на пакувальних матеріалах.

У лазерних пристроях прямого гравіювання застосовується газовий CO<sub>2</sub>-лазер з довжиною хвилі випромінювання 10,6 мкм потужністю до 1000 Вт, рідше — твердотільний Nd:YAG-лазер з довжиною хвилі в 10 разів меншою, ніж у першого, і також із меншою потужністю. Проте діаметр





**Рисунок.** Технологічний процес виготовлення флексографічних форм за цифровою технологією: 1 — лазерне експонування; 2 — УФ-А-експонування зі сторони основи; 3 — основне УФ-А-експонування; 4 — вимивання; 5 — сушіння; 6 — УФ-А-доекспонування; 7 — фінішінг (УФ-С-експонування)

плямки випромінювання CO<sub>2</sub>-лазера приблизно 50 мкм, тому друкарські форми, отримані прямим гравіюванням за допомогою CO<sub>2</sub>-лазера, застосовуються переважно для друкування шпалер, упаковки, зошитів, тобто у випадку, коли не потрібний високолінійний растровий друк.

Для виготовлення високолінійних флексографічних форм з високою роздільною здатністю (2540 dpi і вище) способом прямого лазерного гравіювання застосовують менш потужний твердотільний Nd:YAG-лазер. Проте використання такого лазера в гравіювальних установках стримується більш вузьким діапазоном формних матеріалів, які гравіюються, ніж у CO<sub>2</sub>-лазера, а також вимогами друкарського процесу (стійкість до фарб, тиражостійкість, твердість тощо). Крім того, такі матеріали на довжині хвилі випромінювання 1,064 мкм мають меншу чутливість, ніж на довжині хвилі 10,6 мкм, що призводить до меншої продуктивності гравіювання та викликає необхідність застосування потужних лазерів.

Серед інших недоліків способу прямого лазерного гравіювання: велика кількість продуктів горіння, які потрібно вилучати за допомогою систем витяжки та фільтрації, котрі часто вартують більше, ніж сам гравіювальний при-

стрій; високі енерговитрати пристроїв; високі видатки на сервісне обслуговування.

Лазерне гравіювання пластинчастих флексографічних форм менш продуктивне та порівняно дороге (це стосується вартості як устаткування, так і тиражу). Основне застосування для прямого лазерного гравіювання на даний час — безшовні гільзи для нескінченного друку, оскільки це єдина сфера, у якій достатньо високі ціни можуть покрити витрати на виготовлення форми.

Для високоякісного запису зображення на пластинчастих і циліндричних (рукавні форми на гільзах) флексографічних формах і формах глибокого друку з високими лініатурами (більше 140 lpi) та роздільною здатністю (більше 2540 dpi) широке застосування отримала маскувальна технологія LAMS. Ця технологія полягає у способі формування зображення безпосередньо на тонкому чорному маскувальному шарі (3–5 мкм) шляхом вилучення ділянок тонкого шару за допомогою ІЧ-лазера, який вимагає у 30–50 разів меншої потужності, ніж під час прямого лазерного гравіювання. Для запису зображення найбільш часто у пристроях для виготовлення форм використовують волоконні чи твердотільні Nd:YAG-лазери, у деяких апаратах — лазерні діоди.

Сам фотополімер нечутливий до ІЧ-випромінювання лазера. Тому після запису негативного зображення на поверхні фотополімерної пластини створюється маска, через яку потім здійснюється основне УФ-експонування самої пластини зі сторони зображення. У процесі експонування в зонах, відкритих раніше лазером, формуються друкарські елементи. Подальші операції виготовлення флексографічних форм (вимивання, сушіння або термопроявлення, фінішінг і доекспонування) такі ж самі, як і в разі застосування аналогової технології з використанням фотоформ. Виготовлення форм глибокого друку за маскувальною технологією також передбачає вилучення тонкого маскувального (наприклад, термочутливого) шару дією одного або декількох лазерних променів з наступним травленням і хромуванням циліндричної форми [1, 2]. Технологічні операції та устаткування для виготовлення форм за маскувальною технологією наведені в табл. 2.

Технологічний процес виготовлення цифрових флексографічних форм вимагає після вимивання тривалої операції сушіння, і, відповідно, тривалість виготовлення форми значно вища за тривалість виготовлення форм глибокого друку. У разі застосування технології термопроявлення форм («сухе» проявлення), за якої відсутні органічні розчинники та процес сушіння, тривалість виготовлення

**Таблиця 1.**  
Технологічні операції та устаткування для виготовлення форм прямим лазерним гравіюванням

Флексографічні форми		Форми глибокого друку	
Операції	Устаткування	Операції	Устаткування
Лазерне гравіювання полімерного шару	Лазерний гравіювальний автомат	Гальванічне нанесення і полірування цинкового шару	Гальваноустановка; полірувальний верстат
Очищення форми	—	Лазерне гравіювання цинкового шару	Лазерний гравіювальний автомат
—	—	Очищення та хромування форми	Установка електролітичного хромування
Лініатура, лін/см	60–70		70–90
Тривалість виготовлення форми, хв	50–60		80–100

форм скорочується приблизно втричі (табл. 2). Крім економії часу до переваг відноситься відсутність процесів рекуператії та регенерації вимивного розчину продуктів реакції і відповідного технологічного устаткування.

Застосування в маскувальній технології цифрових флексографічних пластин або гільз показує, що для них градаційна крива більше наближується до прямої, ніж для аналогових форм, і світлі елементи відбитка більш плавно переходять у білий колір. При цьому покращується фарбопередача, кольори стають контрастними. На відбитках із цифрових форм отримують більш високу роздільну здатність, чітку растрову точку з ідеальною формою у всьому тональному діапазоні, що забезпечує відтворення тонких деталей зображення, наприклад тексту кеглем 1–2 пункти, контрастне відтворення тонових переходів у світах, а також під час друкування тиражу не забиваються тінні. За такою технологією значно збільшується можливість розширити діапазон відтворення растрових зображень від 2–3 до 97–98 %.

У даний час для виготовлення флексографічних форм за маскувальною технологією у лазерних пристроях може застосовуватися одночасне формування зображення лазерним променем і основне УФ-експонування. Поєднання цих двох процесів дає як економічний ефект, так і якісний, який призводить до більш високого рівня повторюваності форм, стійкості та контролю формування растрової точки в цифровому зображенні, а також дає можливість уникнути пошкоджень фотополімерного шару, бо усувається передача форми в експонувальний пристрій.

Для маскувальної технології виготовлення флексографічних форм застосовуються фотополімеризаційні товсто- та тонкошарові пластини. Тонкошарові пластини (товщиною 0,76–2,84 мм) мають високу твердість, для того щоб зменшити розтискування у процесі друку, та забезпечують високу якість друку на м'якій упаковці із гнучких матеріалів, полімерних пакетах, етикетках і т. п. Товстошарові пластини (2,84–6,35 мм) м'якші за тонкошарові і забезпечують більш щільний контакт з нерівною поверхнею, на яку наноситься друк. Такі пластини застосовуються для друкування на гофрокартоні та паперових і синтетичних мішках. Також пластини високої твердості, які характеризуються меншим розтискуванням растрових елементів, використовуються для друкування високолінійних робіт.

Крім пластинчастих флексографічних форм ще використовують рукавні форми на гільзах, які виготовляють також за маскувальною технологією. Вони розширюють можливості флексографічного друку, який дозволяє здійснювати високоякісний друк нескінчених зображень, наприклад пакувальної або іншої поліграфічної продукції. Раніше таку можливість давало використання тільки глибокого способу друку.

Завдяки маскувальній технології з використанням гільзових форм вдається досягнути більш високої якості друку за рахунок крашої приводки, яка особливо необхідна для виробництва високоякісних багатокольорових етикеток. При цьому досягається економія (5–10 %) дорогого матеріалу, на який наноситься друк, а також відмінне відтворення тонів і штрихових сюжетів. Крім того, не треба проводити компенсацію викривлень через розтягування форми, тому що зображення наноситься на циліндричну поверхню.

Використання гільзових флексографічних форм для друкування на пакувальних матеріалах створює конкуренцію формам глибокого друку. Стабільність товщини таких форм дозволяє працювати на високих швидкостях, при цьому гільзи можуть працювати за мінімального тиску. Це означає, що час служби гільз дорівнює терміну роботи валів глибокого друку або може перевищувати його.

Виготовлення форм глибокого друку за маскувальною технологією передбачає вилучення численними лазерними променями незначної потужності світлочутливого або лакового термального шарів, попередньо нанесених на мідну поверхню формного циліндра, утворюючи на ньому растрове зображення, з його подальшим травленням і хромуванням (табл. 2). У результаті травлення отримані комірки мають форму, яка нагадує сферичну. Виготовлені за такою технологією форми відрізняються високою якістю та дають можливість відтворювати зображення з лініатурою до 150 лін/см. Така технологія дозволяє значно здешевити процес виготовлення форм глибокого друку порівняно із традиційним фотомеханічним способом.

## Висновки

Порівняння способів виготовлення флексографічних форм і форм глибокого друку за цифровими технологіями показує, що для отримання високолінійних форм з

Таблиця 2.

### Технологічні операції та устаткування для виготовлення форм за маскувальною технологією

Флексографічні форми		Форми глибокого друку	
Операції	Устаткування	Операції	Устаткування
Експонування зі сторони основи пластини	Експонувальний пристрій	Нанесення маскувального шару на формний циліндр і сушіння	Гальваноустановка; полірувальний верстат
Лазерне формування зображення на маскувальному шарі	Лазерний експонувальний пристрій	Лазерне формування зображення на маскувальному шарі	Лазерний експонувальний пристрій
Основне експонування зі сторони зображення	Експонувальний пристрій	Очищення та хромування форми	Установка електролітичного хромування
Вимивання або термопроявлення	Вимивна машина або термальний процесор	Електролітичне травлення	Травильна машина
Сушіння	Сушильна камера	Вимивання, промивання і сушіння	Вимивний і сушильний пристрій
Фінішінг і доекспонування	Експонувальний пристрій	Покриття хромом	Установка електролітичного хромування
Лініатура, лін/см	60–90		60–150
Тривалість виготовлення форми, хв	55–170		60–90





високою роздільною здатністю (більше 2 540 dpi) доцільно застосовувати маскувальну технологію, тривалість якої практично така сама, як і в разі використання способу прямого гравіювання.

Виготовлення флексографічних форм за цифровою технологією свідчить, що флексографічний спосіб друку досяг високого рівня у виготовленні пакувальної продукції і на теперішній час може зрівнятись із глибоким способом друку як за якістю отриманих відбитків, так і за друком значних тиражів (більше 1 млн відбитків). Використання цифрових технологій для виготовлення флексографічних форм і форм глибокого друку дає можливість повністю перейти на комп'ютерне керування технологічним процесом, значно спростити технологічний цикл, зменшити час виготовлення друкарських форм, збільшити роздільну здатність формування зображення на формах, розширити діапазон тонопередачі, домогтись більш точної передачі кольорів, істотно підвищити стабільність та якість додрукарського і друкарського процесів.

### Література

1. Кистенев И., Черасова А. Правило StFP // Флексография и специальные виды печати. — 2007. — № 3.
2. Тараненко Д. Лазерное гравирование цилиндров глубокой печати // Флексо Плюс. — 2003. — № 3. — С. 22–29. ✓

### Цифровые технологии изготовления полиграфических форм (сравнительный анализ)

И.Н. Петрив, к.т.н., Ю.В. Косинов, к.т.н.

В статье приведен анализ способов изготовления флексографских форм и форм глубокой печати по цифровым технологиям — прямым лазерным гравированием и по масочной технологии. Авторы рассмотрели возможности этих способов для изготовления высоколинейтурных форм с высокой разрешающей способностью и целесообразность применения форм, изготовленных данными способами, для нанесения печати на упаковочные материалы.

**Ключевые слова:** цифровая технология; прямое лазерное гравирование; масочная технология; флексографская форма, форма глубокой печати; пластинчатая и гильзовая формы.

### Digital technology of printing forms (comparative analysis)

I.N. Petriv, Ph.D., Y.V. Kosinov, Ph.D.

The authors analyzed the ways of making flexo plates and gravure printing forms of digital technologies — direct laser engraving and of mask technology. The authors considered the possibility of these methods to produce high linearity forms with high resolution and usefulness of the forms produced by these methods, for printing on packaging materials.

**Key words:** digital technology; direct laser engraving; mask technology; flexo plates; gravure form.

**ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "САУЛ" М.ЛЬВІВ**

Установка фотоекспонувальна




та інше обладнання і витратники для виготовлення печаток за різними сучасними технологіями.



Нумератори, нумераційні головки, комплектуючі та витратники для нумерування.




м.Львів, вул.Л.Курбаса,10  
тел.: (032) 260-13-26,  
(050) 322-30-89  
e-mail: saullviv94@gmail.com

Промислові маркіратори

**VIDEOJET**

МАРКУЙТЕ КРАЩИМ!







Офіційний дистрибутор компанії Videojet в Україні:  
ТОВ "Альянс-КМ" м. Київ  
www.alyans-km.com.ua  
e-mail: alyans@faust.kiev.ua  
Тел.: (044) 258-0555  
(044) 527-8933  
Факс: (044) 527-8935

 **Альянс-КМ**