

УДК 655.3

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ СПОСОБІВ ДРУКУ В ЕТИКЕТКОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

М. В. Слущкін, Ж. В. Дейнеко, О. В. Вовк, В. П. Манаков

*Харківський національний університет радіоелектроніки  
пр. Науки, 14, м. Харків, 61166, Україна*

*У статті надано комплексний аналіз сучасних технологій виготовлення етикеткової продукції з урахуванням особливостей цифрового, флексографічного, офсетного та комбінованого друку. Проведено аналіз послідовності технологічних етапів виконання замовлення, виявлено чинники, що впливають на тривалість виробничого циклу та якість готової продукції. Описано специфіку поліграфічного процесу на всіх етапах – від вибору матеріалів та способу друку до післядрукарської обробки та висікання. Особливу увагу приділено критеріям вибору оптимального способу друку залежно від характеристик замовлення: тиражу, матеріалу, термінів виконання та кольорової гами.*

*На прикладі реальних виробничих задач розглянуто критерії вибору оптимального способу друку. Результати дослідження можуть бути використані для удосконалення організації виробництва на поліграфічних підприємствах та обґрунтування вибору оптимальної технології друку етикеткової продукції. Визначено економічну ефективність, часові витрати та технічні переваги кожного способу. Запропоновано рекомендації щодо оптимізації виробничих процесів, що можуть бути впроваджені у практику поліграфічних підприємств.*

**Ключові слова:** *етикеткова продукція, цифровий друк, флексографічний друк, комбіновані технології, оптимізація виробництва, якість друку, післядрукарська обробка, висікання.*

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах зростаючої конкуренції на ринку пакування та маркування продукції етикетка перестає бути лише інформаційним елементом. Вона перетворюється на важливий інструмент маркетингової комунікації, формує імідж бренду, привертає увагу споживача та стимулює купівельну активність. Зростання потреб ринку в малотиражній, персоналізованій і функціонально складній етикетковій продукції стимулює впровадження новітніх друкарських технологій. На практиці виробництва відбувається постійне співіснування класичних і цифрових методів друку, що актуалізує питання їх ефективності залежно від специфіки замовлення.

Вивчення практичних аспектів проходження замовлення при використанні різних способів друку дозволяє оптимізувати виробничі процеси, підвищити рентабельність і задовольнити індивідуальні вимоги клієнта. Особливу увагу привертає комбінований друк, який поєднує можливості кількох технологій і

демонструє високу адаптивність до складних завдань. З цієї причини зростають вимоги не лише до естетичної складової етикеток, а й до якості, функціональності, варіативності форм і матеріалів, а головне – до оперативності та економічної ефективності їх виготовлення.

Виробництво етикеткової продукції охоплює широкий спектр операцій – від створення дизайн-макета до фінішної обробки (тиснення, лакування, висікання). Велика кількість змінних параметрів – тип матеріалу, тираж, графічна складність, швидкість друку, вимоги до клейового шару – робить процес багатоступеневим і технологічно складним. Тому оптимізація технологічного процесу виступає ключовим чинником підвищення продуктивності, зменшення втрат і стабілізації якості.

Основні виклики поліграфічних підприємств пов'язані з нераціональним використанням обладнання, надмірними витратами матеріалів, складністю планування замовлень і забезпечення стабільності при повторних тиражах. Водночас розвиток цифрових технологій, автоматизації та систем керування виробництвом формує нові можливості для оптимізації технологічних процесів на основі гнучкого управління та цифрового моделювання. Сучасні тенденції – зростання попиту на персоналізовані та малотиражні наклади, необхідність швидкого реагування на запити ринку, інтеграція цифрових технологій – формують нові вимоги до організації та керування виробничим процесом [1, 2]. У цьому контексті особливої уваги заслуговують методи оптимізації, які базуються на принципах гнучкого управління, автоматизації, впровадженні цифрових моделей і систем підтримки прийняття рішень.

Етикеткова продукція може набувати виразної естетичної цінності завдяки застосуванню післядрукарських технологій – тиснення, ламінації, вибіркового лакування, висікання тощо, а також завдяки використанню спеціальних матеріалів і фактур. Часто ефект досягається шляхом комбінування кількох способів друку в межах одного тиражу.

Таким чином, етикеткове виробництво залишається одним із найбільш динамічних і перспективних напрямів поліграфії. Впровадження сучасних цифрових технологій, автоматизація виробничих процесів, використання аналітичних інструментів і систем контролю якості сприяють зростанню ефективності та гнучкості виробництва. Це підтверджує актуальність теми дослідження – розробки оптимізованого технологічного процесу виготовлення етикеткової продукції з використанням цифрового, флексографічного та комбінованого друку.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У глобальному масштабі виробництво етикеткової продукції залишається одним із найбільш динамічних і перспективних напрямів поліграфії. Впровадження сучасних цифрових технологій, автоматизація виробничих процесів, використання аналітичних інструментів і систем контролю якості сприяють зростанню ефективності та гнучкості виробництва. Це підкреслює актуальність дослідження рішень, спрямованих на оптимізацію технологічного процесу виготовлення етикеток.

Згідно з аналітичним звітом Smithers флексографічний друк зберігає провідні позиції у виробництві етикеткової продукції, забезпечуючи близько 39 % світового

обсягу друку етикеток. Ринок демонструє стабільне зростання завдяки вдосконаленню технологій, автоматизації процесів і впровадженню гібридних рішень, які поєднують цифровий та традиційний друк [3]. Раніше опублікований прогноз Smithers “The Future of Flexographic Printing to 2025” передбачав, що до 2025 р. обсяг світового ринку флексографічного друку досягне 181 млрд дол. США, що підтверджує його стійку динаміку розвитку [3, 4]. Схожі тенденції подає аналітичний огляд Fact.MR (2024), згідно з яким ринок технологій флексографічного друку досягне 5,38 млрд дол. США до 2034 р. із прогнозованим середньорічним темпом зростання 6,5 % (CAGR) [5].

У сучасних наукових дослідженнях простежуються три основні напрями розвитку галузі: автоматизація технологічних процесів, підвищення якості друку, впровадження гібридних (комбінованих) технологій.

Науковці акцентують увагу на технологічних аспектах флексографії та її адаптації до різних типів матеріалів. Так, Гурська І. В., Зоренко О. В. та Розум Т. В. досліджували особливості флексографічного друку на гофрованому картоні, визначаючи оптимальні параметри технологічного процесу для забезпечення стабільної якості відбитків [1]. Конюхова І. І. у своїх роботах розглядала питання оцінювання якості флексографічного друку на плівкових матеріалах [2], а також досліджувала специфіку виготовлення етикеткової продукції офсетним способом [6]. Ці праці підтверджують важливість урахування властивостей матеріалів та технологічних чинників на етапі підготовки до друку.

Сучасні тенденції свідчать, що вибір способу друку визначається характеристиками замовлення. Цифровий друк доцільний при малих і середніх тиражах, забезпечуючи персоналізацію та гнучкість виробництва, тоді як флексографічний друк залишається економічно ефективним для середніх і великих накладів. Провідні виробники дедалі частіше впроваджують гібридні технології, що поєднують переваги цифрового й флексографічного друку для оптимізації ресурсів та скорочення виробничих витрат. Водночас удосконалення систем управління кольором, використання ІСС-профілів і спектрофотометрів забезпечують стабільність передачі кольорів на всіх етапах виробництва – від підготовки макета до готового відбитка [7].

Таким чином, аналіз наукових джерел і ринкових звітів свідчить про стійку тенденцію до інтеграції цифрових і традиційних технологій друку [4, 5, 8, 9]. Це зумовлює необхідність розробки оптимізованих технологічних процесів виготовлення етикеткової продукції, які б враховували специфіку матеріалів, тип обладнання та вимоги сучасного ринку. Особливу увагу приділено персоналізації та варіативності друкованої продукції. Зокрема, флексографія адаптується до вимог сучасного ринку, дозволяючи наносити змінні дані – індивідуалізовані тексти, зображення, QR-коди тощо – що особливо важливо для маркетингових кампаній і брендингу [9].

В сучасному виробництві зростає роль системного підходу. Якщо раніше технологічний процес формувався переважно емпірично, то нині його організація ґрунтується на глибокому розумінні матеріальних властивостей компонентів і

хімічно-фізичних процесів. Якість етикетки залежить не лише від обладнання, а й від правильності підготовчого етапу. Багато помилок виникає ще на стадії дизайну – через ігнорування особливостей друку, що зумовлює потребу в тісній співпраці між дизайнером, технологом і оператором друкарської машини. Ринок демонструє явну тенденцію до комбінованих рішень, які дозволяють оптимізувати процеси за рахунок технологічної взаємодії між цифровими та традиційними методами друку.

**Мета статті.** Метою даної роботи є дослідження технологічних особливостей виготовлення етикеткової продукції, зокрема з використанням цифрового, офсетного, флексографічного друку, а також розробка практичних рекомендацій щодо оптимізації виробничого процесу з урахуванням часових і фінансових ресурсів.

Актуальність цієї теми зумовлена кількома сучасними викликами в поліграфічній галузі. Серед них: необхідність швидкого реагування на зміну попиту, зростання запитів на персоналізовану продукцію, підвищення вимог до якості кольору та фінішної обробки, а також прагнення до скорочення витрат на приладку й зменшення часу виробничого циклу.

В умовах зростаючої конкуренції виробники етикеток мають знаходити технологічні рішення, які дозволяють ефективно поєднувати переваги цифрового й флексографічного друку – від оперативності виконання до точного відтворення кольорів Pantone, які виходять за межі можливостей СМΥК.

У межах цієї роботи передбачено:

- проаналізувати особливості застосування цифрових і флексографічних технологій;
- оцінити ефективність їх комбінування залежно від типу замовлення;
- виявити основні помилки на стадії підготовки макета та виробництва;
- запропонувати способи оптимізації друкарського процесу для малих і середніх тиражів, особливо в частині постобробки (тиснення, лакування, висічка тощо);
- визначити, у яких випадках комбінований підхід забезпечує найкраще співвідношення якості, швидкості та вартості.

Таким чином, робота має не лише дослідницький, а й прикладний характер, орієнтований на вирішення конкретних виробничих задач у галузі етикеткового друку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У процесі дослідження виготовлення етикеткової продукції були проаналізовані реальні замовлення одного з харківських поліграфічних підприємств, яке випускає широкий асортимент продукції: від різних видів етикеток до картонної та преміальної упаковки, сувенірної й рекламної продукції. Підприємство активно працює з різними технологіями друку, орієнтуючись на вимоги ринку та запити клієнтів. Виготовлення етикеток є одним із ключових напрямів його діяльності, тож у процесі роботи фахівці постійно зіштовхуються з низкою практичних питань – вибором технології друку, налаштуванням обладнання, організацією виробничого процесу для досягнення максимальної якості та швидкості виконання замовлень. У таких умовах особливого значення набуває правильний вибір способу друку залежно від технічних та економічних параметрів.

При виборі способу друку, який буде найвигіднішим для виконання конкретного замовлення, рекомендується керуватися такими критеріями: матеріал, на якому має бути надрукована продукція; спосіб нанесення, розклеювання етикетки (ручний або автоматичний); тираж; терміни виконання замовлення.

Насамперед потрібно визначити, на якому саме матеріалі має бути надрукована етикетка. Якщо передбачається використання несамоклеючої основи (етикеткового паперу), то доцільним буде офсетний або цифровий листовий спосіб друку. Це пов'язано з тим, що флексографічний друк – ролевий за своєю природою – не передбачає подачу етикеток поштучно, а тільки в рулонах. У випадку, якщо етикетка призначена для автоматичного етикетування, слід уточнити, у якому вигляді вона має постачатися. Наприклад, великі броварні або маслоекстракційні заводи зазвичай використовують етикетки на етикетковому папері, які подаються поштучно та завантажуються в касети етикетувальних машин. У такому разі найкращим вибором буде офсетний або цифровий аркушевий друк. Флексографічний спосіб для виготовлення таких етикеток технологічно не підходить. Натомість, коли продукція етикерується з рулону – що характерно, наприклад, для виробників побутової хімії, косметики чи лікєро-горілчаної продукції – доцільно використовувати ролеві способи друку [9]: флексографічний, цифровий або рулонний офсетний.

При малих та середніх обсягах замовлення економічно доцільніше застосовувати цифровий друк. Це пояснюється меншою витратою матеріалу на приладку – до 10 погонних метрів, тоді як флексографічний та офсетний способи потребують значно більше.

Для великих тиражів більш економічними є флексографічний або офсетний друк, адже собівартість фарб значно нижча, ніж витрати на обслуговування цифрової машини, яке часто фіксується у контракті за погонний метр і включає також вартість фарби. У таких випадках різниця у витратах на приладку стає незначною у порівнянні з загальною вартістю витратних матеріалів, і економія досягається за рахунок нижчої ціни фарби.

**Флексографічний спосіб** залишається найпоширенішим у виробництві етикеток середнього та великого тиражу. Його основною перевагою є висока швидкість друку, сумісність з різноманітними матеріалами (плівка, папір, ламінати) і можливість нанесення додаткових елементів безпосередньо в лінії (лакування, висікання, ламінування). Типовий технологічний процес включає: приймання замовлення, створення дизайн-макета, виготовлення друкарських форм, приладку машини, друк, фінішну обробку, контроль якості та пакування (рис. 1). Водночас підготовчий етап є найбільш тривалим – через потребу виготовлення форм, висічних штампів і приладку обладнання, що робить технологію менш ефективною для малих тиражів.

Підготовка макета до флексодруку передбачає внесення трепінгів – технологічних запасів, які запобігають появі просвітів між кольорами при послідовному накладанні фарб. У макеті розділяють елементи однакового кольору, але з різною насиченістю (наприклад, плашкові ділянки і градієнти), на окремі друкарські форми, що дозволяє контролювати подачу фарби і досягти рівномірного покриття.

Готовий макет створюється в графічному редакторі Adobe Illustrator та надсилається замовнику разом зі схемою намотки, в якій вказані параметри подачі етикеток на лінію фасування: напрямок намотки, міжетикеткова відстань, кромки та інші технічні деталі. Після погодження документації замовляються флексоформи, висічні штампи та матеріал. В Україні виготовлення форм займає до доби, постачання матеріалів – близько тижня, тоді як висічні штампи, що виробляються за кордоном, можуть постачатися до двох тижнів.

Друк виконується на флексографічній машині MPS зі швидкістю в залежності від складності роботи, зазвичай в діапазоні 25-40 метрів на хвилину. За один прохід здійснюється друк, висічка та зняття облою. Готова продукція після цього розрізається та перемотується згідно із затвердженою схемою намотки на контрольно-перемоточній машині КІМ VS-A370, яка розподіляє стрічки та обрізає кромку.

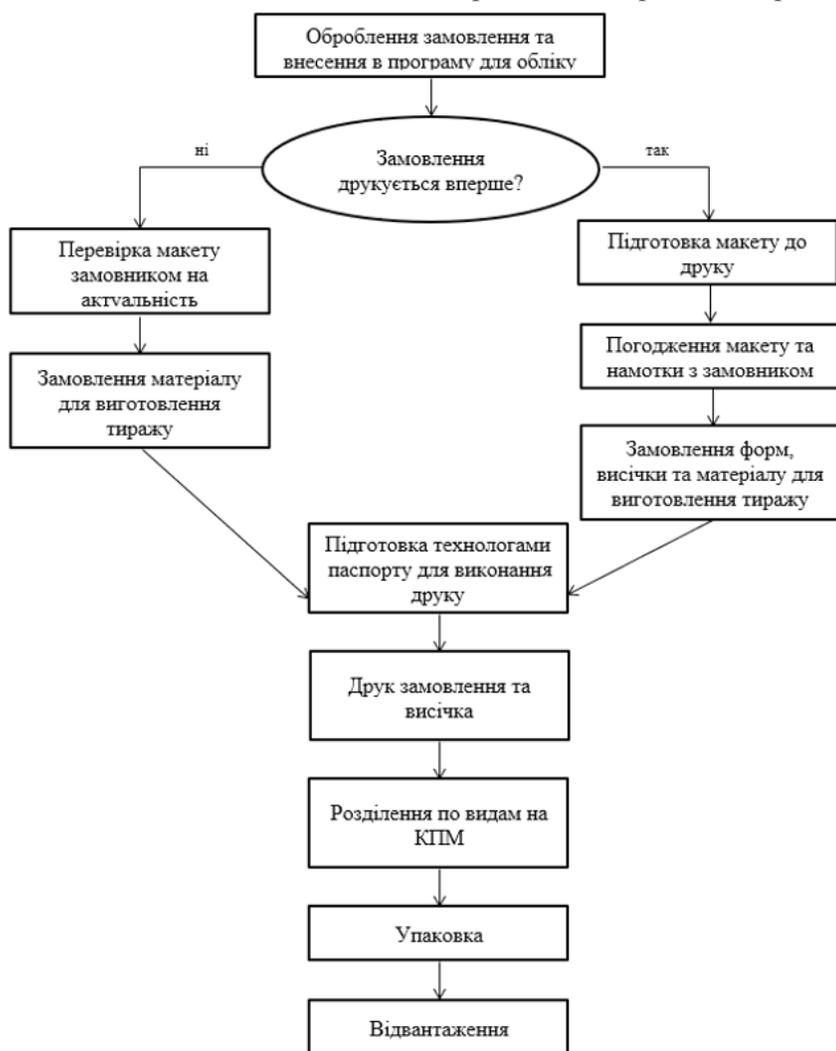


Рис. 1. Схема проходження замовлення флексографічним способом друку

Для тиражів великого обсягу – зокрема, понад 100 000 етикеток або понад 3 км погонних матеріалу – доцільним є використання флексографічного друку. Це обумовлено низькими витратами на приладку при обмеженій кількості змінних форм та витраті меншої кількості фарби через нижчу вартість відповідно до тонерної, яка використовується в цифрових машинах, наприклад, від виробника Konika Minolta. Але оскільки для виготовлення першого тиражу необхідне замовлення оснастки у вигляді щонайменше форм, тому виробники сучасних струменевих машин декларують їх економічну ефективність при більших обсягах.

Окрім економічної доцільності, флексографія забезпечує високу точність передачі кольорів завдяки можливості друку спеціальними фарбами Pantone. Це дає змогу точніше відповідати кольорам, погодженим із замовником, ніж при використанні цифрового друку за триадною системою (СМУК). Сучасні цифрові машини можуть бути укомплектовані додатковими секціями, до прикладу струменеві машини від компанії Domino в максимальній комплектації оснащуються додатково двома секціями білого кольору, що надає додаткові можливості для друку на металізованій основі та прозорій плівці та блоком помаранчевого та фіолетового кольору. Компанія декларує охоплення 92% лінійки Pantone при повному оснащенні. Для порівняння, аналогічний тираж при висіканні на ножовому плотері Scorpio вимагав би близько 2,5 діб безперервної роботи, що суттєво поступається флексографії за часом виконання. При наявності більш сучасного лазерного плотеру, наприклад від виробника Cartes, подібний тираж була б змога реалізувати в залежності від матеріалу та конфігурації висічки за 3-5 годин, але при висічці на плівці по контуру різку буде залишатися біла лінія, що є оплавленим краєм матеріалу, даний ефект буде помітний на етикетках з чорним контуром. Варіант висікання на лазерному плотері займе більше часу в порівнянні з висічкою зразу при друці флексографічним способом, оскільки потрібно проходити ще одне устаткування, але якщо немає відповідної висічки чи тиражі не є великими і економічно не доцільно замовляти висічну пластину даний варіант проходження замовлення буде раціональнішим. Для наочності наведено графік (рис. 2), який ілюструє часові витрати на виконання замовлення з урахуванням постачання необхідних комплектуючих (друкарських форм, матеріалів, висічних штампів).

Ефективність флексодруку досягається завдяки високій продуктивності, універсальності щодо матеріалів, точності передачі кольору, економічності та екологічності [7, 8, 11]. Крім того, флексографічні форми витримують мільйонні тиражі і можуть бути повторно використані, якщо не зношені та дизайн не змінився. Побудовані графіки проходження замовлення свідчать, що найбільше часу займає саме постачання комплектуючих, а не сам процес друку.

Повторне виконання замовлення дозволяє значно скоротити термін виготовлення, адже флексографічні форми, висічні штампи і матеріал можуть бути на залишках виробництва. Таким чином, флексографічний друк доводить свою перевагу в контексті серійного виробництва етикеток як з точки зору економіки, так і з позицій точності та оперативності виконання замовлень.

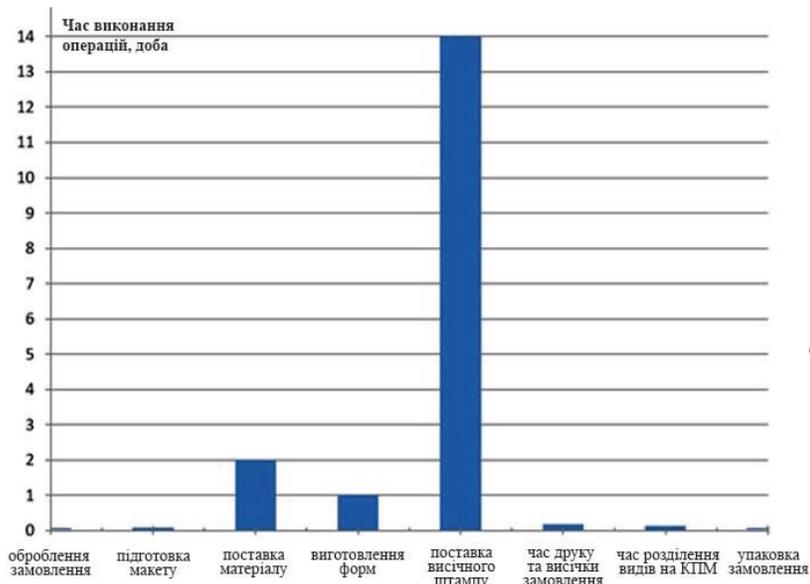


Рис. 2. Графік термінів виконання першого замовлення флексографічним способом

**Цифровий друк.** У процесі виготовлення етикеткової продукції цифровим друком замовлення розпочинається з обробки номенклатури, кожному елементу якої присвоюється унікальний артикул. Підготовка макету є значно швидшою у порівнянні з флексографією, оскільки фарба подається на матеріал одночасно, а ризик виникнення зміщень або затягувань текстів практично відсутній, за винятком дуже дрібного тексту, що друкується вивороткою на композитному фоні [8].

Цифрова друкарська машина Konika Minolta AccurioLabel 230 оснащена 4 фарбовими секціями – СМҮК, однак має можливість імітувати кольори Pantone шляхом змішування базових фарб. Така імітація не завжди ідеально відповідає справжнім Pantone [7, 8]. У макеті, що готується для погодження, зазначаються габарити етикетки, спосіб розклеювання та матеріал, на якому планується друк. Враховуючи специфіку цифрового друку, додаткове виготовлення оснастки не потрібне. Замість цього формується електронний монтаж, який передається на друкарську машину подібно до звичайного принтера.

Макет розробляється в Adobe Illustrator з поділом на шари: перший шар – шапка макету з технічними параметрами; другий – фон етикетки (background); третій – контур висічки, за яким виконується висікання на плотері. Обов'язковою умовою є наявність вильотів фону по 2 мм з кожного боку етикетки та відповідність розміру монтажної області формату етикетки з доливкою.

Після затвердження макета, відповідно до обсягу тиражу та параметрів намотки, здійснюється оптимізація електронного монтажу з метою мінімізації витрат матеріалу та кількості переприладок. Далі готовий монтаж передається на друкарську машину, де залежно від типу матеріалу обирається відповідний профіль друку, у якому задаються параметри температури сушіння, швидкості подачі та

насиченості кольору. Наприклад, друк на плівці виконується при максимальній швидкості 19 м/хв, однак за наявності великих плашок чорного кольору швидкість рекомендується знижувати до 13 м/хв для досягнення глибшого тону. Матеріали з вираженою текстурою, (Velmart White), через свою неоднорідну поверхню потребують роботи на мінімальній швидкості – близько 9 м/хв – та підвищеного шару фарби, бажано із використанням композитних кольорів.

Після друку замовлення надходить у вигляді рулону шириною 330 мм і довжиною до 1 км. У такому вигляді продукція є непридатною до використання (рис. 3), оскільки етикетку неможливо зняти з підложки. Для отримання готової продукції необхідно виконати висічку, зняття облою та формування струмків.



Рис. 3. Ролик з надрукованою етикеткою

Ці операції здійснює плотер, який за один прохід обробляє рулон: за допомогою електронного контуру у форматі .pdf машина виконує просічку верхнього шару (топ-покриття), видаляє облою і розділяє етикетки на струмки. У результаті формується рулон, придатний для подачі на автоматичну фасувальну лінію. Слід враховувати, що продуктивність ножового плотера обмежена – одна етикетка висікається за 2-3 секунди. Тому при великих тиражах доцільно використовувати висічний штамп або лазерний плотер, які забезпечують значно вищу швидкість обробки.

Цифровий друк має низку переваг, які роблять його надзвичайно ефективним для малих і середніх тиражів:

- це висока швидкість: відбиток одразу після друку готовий до обробки, що суттєво зменшує час виконання замовлення;
- широкий вибір матеріалів – друк можливий на самоклеючих, дизайнерських, металізованих та інших видах основ;
- відсутність проблем з приладкою і суміщенням кольорів забезпечує високу точність відтворення на кожному відбитку;
- цифровий друк надзвичайно рентабельний: можна надрукувати рівно стільки продукції, скільки потрібно, без залишків або перевитрат;
- цифрова технологія дозволяє легко персоналізувати продукцію, що особливо актуально у сучасному маркетингу.

Можна стверджувати, що цифровий друк є економічно доцільним при малих та середніх тиражах, особливо коли не потрібна оснастка та важлива оперативність виконання. За рахунок відсутності витрат на флексографічні форми, висічні штампи і тривалого етапу постачання комплектуючих цифровий друк дозволяє запускати виробництво майже миттєво. Графік виконання замовлення цифровим друком показує, що навіть за великих обсягів основним обмеженням залишається швидкість висікання, а не сам друк. Цифровий друк – це оптимальний вибір для оперативного, гнучкого та високоякісного виготовлення етикеткової продукції.

**Офсетний друк етикеткової продукції.** Процес підготовки замовлення для офсетного друку загалом не суттєво відрізняється від флексографії: замовлення вноситься до загальної програми для відстеження, формується макет із необхідними трепінгами та передається на погодження. Офсетна машина дозволяє друкувати до шести фарб з додатковим лакуванням, працює з аркушевими матеріалами: самоклеюкою, офсетним крейдованим, етикетковим папером та картонами.

У прикладі (рис. 4), де виготовляється футляр під яєчну упаковку, важливо точно узгодити розміри і параметри висікального штанця з біговочними ножами, оскільки футляр натягується на продукцію і повинен щільно триматися – у випадку відхилень він або не одягнеться, або буде спадати.



Рис. 4. Підготовлений до друку макет футляру під яєчну упаковку

Особливу увагу приділяють клапану для склеювання: він має бути достатньо широким, щоб не рвався після склейки, і зі скошеними кутами, аби не виступав за

межі виробу навіть при невеликій похибці під час виготовлення. Основна відмінність для дизайнера полягає в тому, що офсетне обладнання працює з аркушем, а не з рулоном, тому макет потрібно збирати під формат друкарського аркуша. Для наочності додається схема проходження замовлення офсетним способом друку (рис. 5).

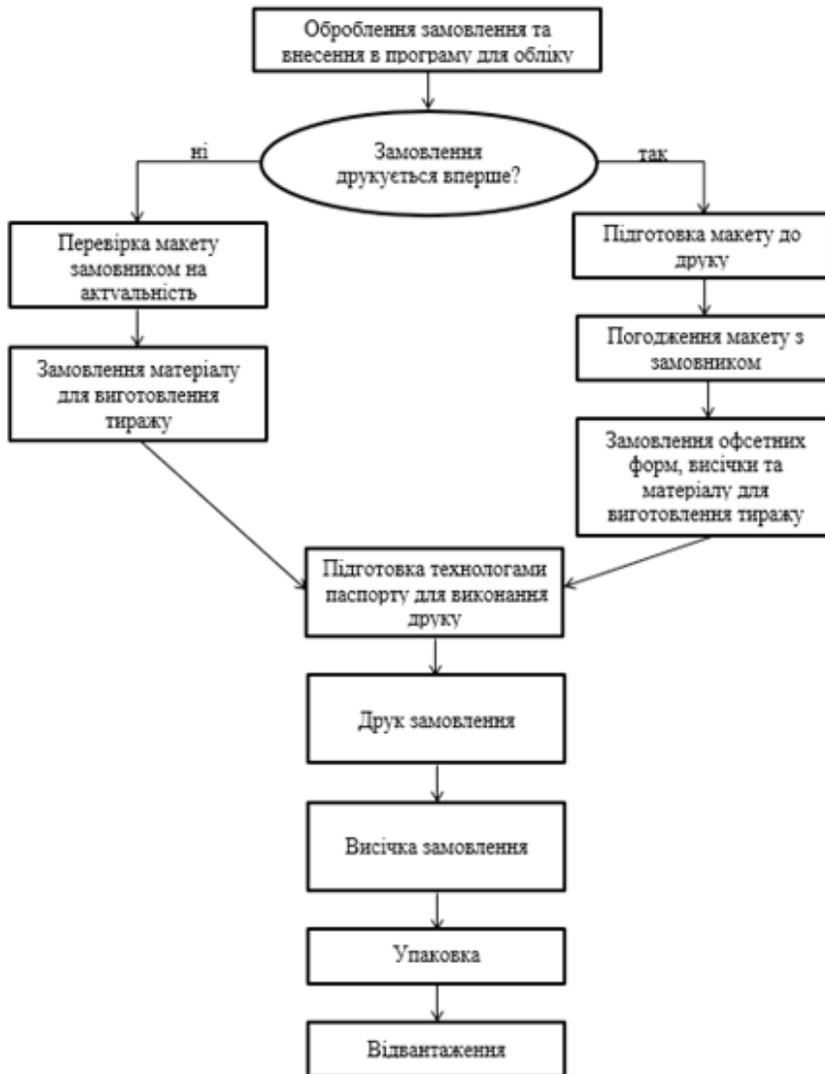


Рис. 5. Схема проходження замовлення офсетним способом друку

У даному випадку макет розміщується по дев'ять елементів на аркуші формату 720×1020 мм, на полях розташовуються шкали контролю якості. Після його затвердження готують друкарські форми: офсетні пластини експонуються в СтР-пристрої та монтуються у відповідні секції машини. Матеріал подається присосками, проходить усі секції друку та потрапляє на приймальну поверхню.

Тираж 40 000 футлярів друкується на 4500 аркушах формату 720×1020 мм. За швидкості до 8 000 аркушів на годину процес друку триває близько 40–50 хвилин з урахуванням приладки. Після цього виконується висічка на машині типу Tigel з продуктивністю близько 400 аркушів за годину, що займає приблизно 12 годин. Далі здійснюється склейка по клапану (близько 150 склеювань за годину), після чого готові етикетки упаковують і передають на склад.

Офсетний друк – це класична технологія, що забезпечує найвищу якість зображення при оптимальній вартості. Найефективніше вона працює при великих тиражах, оскільки чим більший наклад, тим нижча вартість одного відбитка. За зміну у 12 годин машина може надрукувати до 100 000 аркушів, що дозволяє швидко виготовити великі обсяги продукції. Економічна вигода досягається за рахунок використання водних фарб, правильного підбору матеріалу та ефективного збирання макетів.

**Комбінований друк.** Комбінований друк доцільний для невеликих тиражів, особливо якщо потрібна постобробка (тиснення, лакування) або точна передача кольору Pantone, який не відтворюється у СМУК. Макет готується як для цифрового друку – окремими шарами виділяють друк, контур висічки та постобробку (наприклад, тиснення або лак). На рис. 6 реалізовано лакування та гаряче тиснення фольгою.



Рис. 6. Макет на погодження комбінованого способу друку

Після погодження макету виготовляють монтаж та, при потребі, висічний штамп. Якщо лакування має бути фрагментарним (з вільним клапаном для поклейки), потрібна окрема форма; для суцільного лаку її можна не замовляти – використовують силіконовий вал. Для тиснення виготовляється магнісне кліше, з урахуванням розширення при нагріванні – плівку під травлення готують із поправкою на масштаб.

Хоч великі флексомашини (наприклад, MPS) також можуть виконувати лак і тиснення, вони неефективні при малих тиражах через значні витрати матеріалу при приладці. Оптимальним рішенням є використання компактної машини Ortotec DGS-330: вона має лише три секції (тиснення, лак, висічка), коротку протяжку (17 м) і низьку витрату матеріалу на налаштування. До того ж, вона безрапортна, тож досить однієї флексоформи шириною, яка еквівалентна одному ряду рапорта, що значно здешевлює перший тираж.

Після цифрового друку етикетка передається на ORTOTEC, де в одному проході виконується лакування, тиснення і висічка. Важливо враховувати, що на цифровому чорному кольорі лак і тиснення погано тримаються – рекомендується знижувати концентрацію чорного або використовувати композитні кольори.

Аналіз тривалості окремих етапів виробничого процесу виготовлення етикеткової продукції показує, що найбільшу частку часу займають друк замовлення та висічка, на які припадає понад 60 % загальної тривалості циклу. Це пояснюється складністю технологічних операцій і необхідністю точного налаштування обладнання. Водночас етап підготовки макета та розділення видів продукції на контрольному поліграфічному модулі (КПМ) потребують помітно менше часу – приблизно 10-15 %. Найменші витрати часу спостерігаються на операціях оброблення замовлення та пакування готової продукції, які сумарно становлять не більше 10 % від загального виробничого циклу.

Таким чином, найбільший потенціал для оптимізації має етап друку та висічки, зокрема шляхом автоматизації процесів і впровадження комбінованих технологій, які дозволяють скоротити час налаштування обладнання.

Швидкість обробки становить 15-20 м/хв залежно від операції. Після висічки рулон перемотують за схемою намотки. Аналіз тривалості окремих етапів показує, що найбільшу частку часу займають операції друку та висічки, тоді як підготовка макета, розділення видів на КПМ і пакування потребують значно менше часу. Це свідчить, що основні резерви підвищення ефективності виробництва зосереджені саме на етапах друку й висічки.

При порівнянні способів друку видно, що цифровий друк з постобробкою забезпечує найшвидше виконання першого замовлення, тоді як флексографічний друк стає ефективнішим при повторних замовленнях за наявності виготовлених форм і висічного інструменту. Переваги комбінованого друку:

- економічність при малих тиражах з постобробкою;
- можливість точного відтворення Pantone-палітри при цифровому друці з додатковим флексографічним проходом;
- швидкість виконання при невеликих, але численних замовленнях (особливо при використанні Ortotec);
- мінімальні витрати на приладку й оснащення.

**Вибір оптимального способу друку етикеткової продукції.** З метою обґрунтованого вибору технології виготовлення самоклеючих етикеток було проведено експериментальне порівняння трьох основних способів друку: флексографічного, цифрового та комбінованого (поєднання цифрового друку з додатковим флексографічним

проходом). Для аналізу були відібрані три приклади замовлень (рис. 7) із різними тиражами, форматом етикетки, кількістю кольорів та технологічними вимогами.



Рис. 7. Макети з направленою запити

У процесі дослідження розглядалися такі ключові параметри:

- відповідність кольоровій гамі замовника (особливо кольорам Pantone);
- собівартість виготовлення одного екземпляра;
- кількість технічного матеріалу на приладку;
- загальні витрати часу на виготовлення першого та повторного тиражів;
- економічна доцільність виготовлення у малому та середньому тиражах.

У кожному випадку було змодельовано кілька технологічних сценаріїв виготовлення етикеток. Було проведено техніко-економічні розрахунки з урахуванням:

- витрат на приладку (по кожному типу обладнання: цифрова машина, флексографічна машина Ortotec, плотер);
- необхідності у виготовленні висічного штампі;
- особливостей формату матеріалу, розміщення етикеток у струмках;
- технологічних витрат через нестандартний формат або обмеження друкарської машини;
- швидкості виконання тиражу.

У результаті обчислень було сформовано порівняльну таблицю (табл. 1), яка наочно ілюструє вплив технологічних факторів на підсумкову вартість продукції та строки її виготовлення.

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика на перший приклад замовлення**

	Спосіб друку		
	Флексографічний (перший / другий приклад замовлення)	Комбінований з висічкою на Ортакет (перший / другий приклад замовлення)	Комбінований з висічкою на плотері (перший / другий приклад замовлення)
Термін виконання першого тиражу	15 діб / 15 діб (з урахуванням поставки оснастки)	15 діб / 15 діб (з урахуванням поставки оснастки)	1 доба / 1,2 доби (з урахуванням поставки форм)
Термін виконання повторного тиражу	0,4 / 0,5 доби	0,3 / 0,8 доби	0,5 / 0,8 доби
Ціна за етикетку при першому тиражі	5,31 / 4,08	3,78 / 4,23	3,18 / 3,69
Ціна за етикетку при повторному тиражі	3,39 / 2,19	3,21 / 3,78	3,12 / 3,63

У першому прикладі (3600 шт.) цифровий друк не дозволяв відтворити колір Pantone P286 із достатньою точністю, тому цифровий друк було визнано непридатним. Флексографічний варіант виявився технічно можливим, але економічно неефективним через високу вартість оснастки на малий тираж. Найбільш доцільним виявився комбінований друк, при якому основна частина зображення друкується цифровою машиною, а проблемні кольори – флексографічною секцією Ortotec. При цьому собівартість однієї етикетки зменшилась на понад 40% у порівнянні з повністю флексографічним варіантом. У другому випадку (4 800 шт.) змінився габарит етикетки, але основні висновки залишилися незмінними: комбінований друк забезпечив найкращий баланс між якістю, строками виконання та вартістю, хоча за абсолютною ціною одиниці перевагу отримав друк із використанням плотера при мінімальній оснастці. У третьому прикладі було досліджено друк на сухому етикетковому папері за допомогою офсетної технології, що виявилася оптимальною для продукції у вигляді порізнних етикеток. Завдяки можливості групового монтажу макетів на аркуші та відсутності потреби у висічному штампі, офсетний спосіб забезпечив високу продуктивність та повне використання матеріалу.

Результати експерименту дозволяють зробити висновок, що вибір способу друку має ґрунтуватися на комплексному аналізі кількісних і якісних факторів, зокрема:

- вимог до точності кольору;
- обсягу тиражу;
- особливостей матеріалу;
- терміновості виконання;
- можливостей обладнання підприємства.

При малих та середніх тиражах із потребою у точному відтворенні кольорів доцільним є використання комбінованого методу друку, який поєднує переваги цифрових технологій з гнучкістю флексографії. Для великих накладів або продукції з уніфікованим дизайном ефективним залишається флексографічний або офсетний друк. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації технологічного процесу в поліграфічному виробництві етикеткової продукції.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження було здійснено комплексний аналіз сучасних способів виготовлення етикеткової продукції з використанням флексографічного, цифрового, офсетного та комбінованого друку. На основі моделювання реальних виробничих замовлень встановлено, що вибір оптимальної технології значною мірою залежить від низки факторів, зокрема обсягу тиражу, вимог до кольору, типу матеріалу, необхідності післядрукарської обробки та строків виконання замовлення.

Флексографічний друк продемонстрував високу ефективність при роботі з великими накладами, особливо коли йдеться про точне відтворення кольорів Pantone. У той же час цифровий друк виявився економічно доцільним для малотиражних і персоналізованих замовлень, з мінімальними витратами на приладку та швидким запуском у виробництво. Комбінований підхід, який поєднує переваги цифрової та флексографічної технологій, показав найбільшу гнучкість і адаптивність до складних проєктів з підвищеними вимогами до дизайну, точності кольору та обробки.

За результатами експериментального аналізу встановлено, що:

- при невеликих і середніх накладах (до 5 000 одиниць) комбінований метод забезпечує найкраще співвідношення вартості, якості та строків виготовлення;
- для замовлень, що включають складну післядрукарську обробку (тиснення, лакування, висікання), доцільним є застосування обладнання з можливістю інтеграції кількох операцій в одному циклі;
- цифровий друк значно скорочує виробничий цикл, однак має обмеження у точності відтворення спеціальних кольорів;
- офсетний спосіб є ефективним для друку на листових матеріалах із можливістю групового монтажу, зокрема для несамоклеючих етикеток, що поставляються поштучно.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що оптимізація технологічного процесу виготовлення етикеток потребує диференційованого підходу до вибору технології друку. Важливу роль відіграє не лише технічне оснащення

підприємства, а й грамотне планування виробничих маршрутів, мінімізація приладкових втрат, інтеграція цифрових інструментів, а також здатність гнучко адаптуватися до вимог замовника.

Запропоновані в роботі рекомендації мають практичну цінність і можуть бути впроваджені у виробничу діяльність поліграфічних підприємств для підвищення продуктивності, зниження собівартості продукції та поліпшення якості обслуговування клієнтів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гурська, І. В., Зоренко, О. В., & Розум, Т. В. (2018) Технологічні особливості друкування на гофрованому картоні флексографічним способом. *Технологія і техніка друкарства*, 4(62), 60-70.
2. Конохова, І.І., & Рибка, Р.В. (2016) Оцінювання якості відбитків флексографічного способу друку на плівкових матеріалах. *Квалілогія книги*, 2(30), 55-59.
3. Smithers. (2025). *The Future of Flexographic Printing to 2025*. URL: [https://www.smithers.com/resources/2020/sept/flexo-market-to-reach-\\$181-billion-in-2025](https://www.smithers.com/resources/2020/sept/flexo-market-to-reach-$181-billion-in-2025).
4. Smithers. (2025). *The Future of Flexographic Printing to 2027*. URL: <https://www.smithers.com/services/market-reports/printing/the-future-of-flexographic-printing-to-2027>.
5. Fact.MR Report. (2024). *Flexographic Printing Technology Market is Projected to Reach a US\$ 5.38 Billion with 6.5% CAGR by 2034*. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/10/17/2964708/0/en/Flexographic-Printing-Technology-Market-is-Projected-to-Rreach-a-US-5-38-Billion-with-6-5-CAGR-by-2034-Fact-MR-Report.html>.
6. Конохова, І. І. (2011) Дослідження якості виготовлення етикеткової продукції офсетним способом друку. *Квалілогія книги*, (1), 65-69.
7. Бараускене, О., Чепурна, К., & Вихристюк, О. (2021) Відтворення пантонів при виготовленні етикеткової продукції флексографічним друком. *Технологія і техніка друкарства*, 3(73), 31-41.
8. Слущкін, М. В., & Чеботарьова, І. Б. (2022). Порівняння цифрового та флексографічного друку для виготовлення етикеток. *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології*. Т. 2. (с. 98-99).
9. Deineko, Zh., Kraievskaya, N., & Lyashenko, V. (2022). QR Code as an Element of Educational Activity. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJASIR)*, 6(4), 26-31.
10. Національний Стандарт України. (2008). Продукти харчові. Маркування для споживачів. Food products. Marks of consumers. General rules. (ДСТУ 4518:2008).
11. Козік, О. М. Флексографічний друк. (2014). Шлях від негатива на плівці до «High Definition Flexo». *Технологія і техніка друкарства*, 4(46). DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(46\).2014.39160](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(46).2014.39160).

#### REFERENCES

1. Hurska, I. V., Zorenko, O. V., & Rozum, T. V. (2018) Tekhnolohichni osoblyvosti drukuvannya na hofrovanomu kartoni fleksohrafichnym sposobom. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4(62), 60-70.

2. Koniukhova, I. I., & Rybka, R. V. (2016) Otsiniuvannia yakosti vidbytkiv fleksografichnoho sposo-bu druku na plivkovykh materialakh. *Kvalilohiia knyhy*, 2(30), 55-59.
3. Smithers. (2025). *The Future of Flexographic Printing to 2025*. URL: [https://www.smithers.com/resources/2020/sept/flexo-market-to-reach-\\$181-billion-in-2025](https://www.smithers.com/resources/2020/sept/flexo-market-to-reach-$181-billion-in-2025).
4. Smithers. (2025). *The Future of Flexographic Printing to 2027*. URL: <https://www.smithers.com/services/market-reports/printing/the-future-of-flexographic-printing-to-2027>.
5. Fact.MR Report. (2024). *Flexographic Printing Technology Market is Projected to Reach a US\$ 5.38 Billion with 6.5% CAGR by 2034*. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/10/17/2964708/0/en/Flexographic-Printing-Technology-Market-is-Projected-to-Rreach-a-US-5-38-Billion-with-6-5-CAGR-by-2034-Fact-MR-Report.html>.
6. Koniukhova, I. I. (2011) Doslidzhennia yakosti vyhotovlennia etyketkovoї produktsii ofsetnym sposobom druku. *Kvalilohiia knyhy*, (1), 65-69.
7. Barauskiene, O., Chepurna, K., & Vykhrystiuk, O. (2021) Vidtvorennia pantoniv pry vyhotovlenni etyketkovoї produktsii fleksografichnym drukom. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 3(73), 31-41.
8. Slutskin, M. V., & Chebotarova, I. B. (2022). Porivniannia tsyfrovoho ta fleksografichnoho druku dlia vyhotovlennia etyketok. *Polihrafichni, multymediini ta web-tekhnolohii*. T. 2. (s. 98-99).
9. Deineko, Zh., Kraievskia, N., & Lyashenko, V. (2022). QR Code as an Element of Educational Activity. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJAIRS)*, 6(4), 26-31.
10. Natsionalnyi Standart Ukrainy. (2008). Produkty kharchovi. Markuvannia dlia spozhyvachiv. Food products. Marks of consumers. General rules. (DSTU 4518:2008).
11. Kozik, O. M. Fleksografichni druk. (2014). Shliakh vid nehatyva na plivtsi do «High Definition Flexo». *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4(46). DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(46\).2014.39160](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(46).2014.39160).

doi: 10.32403/0554-4866-2025-2-90-165-183

## EFFICIENCY OF MODERN PRINTING METHODS IN LABEL PRODUCTION

M. V. Sluckin, Zh. V. Deineko, O. V. Vovk, V. P. Manakov

*Kharkiv National University of Radio Electronics*  
*Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine*  
*zhanna.deineko@nure.ua*

*The article presents a comprehensive analysis of modern label printing technologies, considering the specifics of digital, flexographic, offset, and hybrid printing methods. The label manufacturing workflow is examined, and the key factors influencing production cycle duration, economic efficiency, and final product quality are identified. A detailed description is provided for the selection of materials, inks, and printing methods to color management, post-press processing, die-cutting, and finishing operations.*

*The study focuses on selecting the optimal printing technology based on specific print order's parameters such as print run volume, material type, production time, color reproduction requirements, and the need for personalization. Using real production data from a Kharkiv-based printing company, a comparative analysis of the technological and economic indicators of different printing methods was conducted. The results demonstrate that flexographic printing offers high productivity and economic efficiency for large-volume print runs, digital printing provides flexibility and rapid execution for small to medium runs, while offset printing remains the most suitable for sheet-fed materials with high color accuracy requirements.*

*The paper highlights the increasing importance of automation, hybrid systems, and software solutions that integrate digital and conventional printing technologies to improve production continuity and reduce setup times. The technological printing order workflow have been developed and optimized with a justified selection of equipment and software tools. Time and resource consumption were analyzed, and practical recommendations were proposed to enhance production efficiency, minimize waste, and ensure consistent print quality.*

*The obtained results contribute to the development of methodological approaches for optimizing label production processes at modern printing enterprises, support technological innovation, and promote sustainable and cost-effective print production strategies.*

**Keywords:** *label production, digital printing, flexographic printing, hybrid technologies, production optimization, print quality, post-press processing, die-cutting.*

*Стаття надійшла до редакції 22.09.2025.*

*Received 22.09.2025.*