

УДК 655.3.022.11

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДРУКАРСЬКИХ І ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

© **І. С. Коркішко, магістр, Ю. О. Шостачук, к.т.н., доцент,  
НТУУ «КПІ», Київ, Україна**

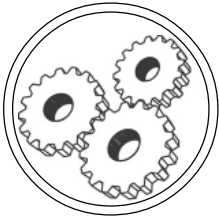
**Статья посвящена проблемам и перспективе использования разных способов печати и отделки в едином технологическом процессе для получения качественной и внешне эксклюзивной печатной продукции.**

**The article is devoted problems and prospect of use of different ways of the press and furnish in one technological process for reception qualitative and outwardly refined printed production.**

#### **Постановка проблеми**

Світовий ринок поліграфії, а також і України, постійно змінюється. Цей процес характеризується зменшенням накладів видань, збільшенням частки багатокольорової продукції та використанням декоративних елементів в оформленні та оздобленні продукції, а також скороченням часу виготовлення і зростанням вимог до якості кінцевого продукту. Ці зміни можуть бути ефективними за рахунок використання у єдиному процесі різних способів друкування та додавання різноманітних ефектів оздоблення при виготовленні продукції. Для цього необхідні машини, в яких можуть поєднуватися різні способи друку та оздоблення зі збереженням виробничих параметрів на заданому рівні. Це забезпечується при створенні поточкових автоматизованих ліній з широким використанням автоматики та сучасних досягнень

електроніки. Застосування такого обладнання набуває широкого вжитку для виготовлення складної продукції: етикеток, пакування, сувенірної продукції, плакатів, наклеювання і т.п. на різноманітних матеріалах, починаючи від тонких плівок і закінчуючи важкими картонами. Складність виготовлення подібної продукції полягає в одночасному використанні багатьох видів друку, включаючи цифровий, з секціями нумерації, тиснення, ламінування, різку і гарячого або холодного тиснення фольгою. Кожна секція повинна узгоджено працювати з іншими ділянками машини, які можуть мати абсолютно різні технічні характеристики, наприклад тиску, швидкості тощо. До того ж, така продукція вимагає дотримання вимог багатьох стандартів (це стосується, зокрема, харчової упаковки і етикетки), характеризується високим ступенем захисту і складними ефектами оздоблення.



## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

### **Аналіз попередніх досліджень**

Для друку пакувальної та етикеткової продукції використовуються всі види та способи друку. Підвищення захисних властивостей поверхні надрукованої продукції від механічних ушкоджень, підвищення виражених оптичних ефектів (глянцю), а також покращення умов подальшої обробки є одним з пріоритетних напрямків подальшого розвитку поліграфії. Це досягається додатковим облагороджуванням друкарської продукції на спеціалізованому устаткуванні з використанням відповідних технологій, а також безпосередньо в друкарських машинах, оснащених секціями для нанесення лаків та паст перед або упродовж всього процесу друкування. Необхідність підвищення якості друкованої продукції та її індивідуальність призвела до оснащення друкарських машин додатковими лакувальними та оздоблювальними секціями. Завдяки лакуванню підвищується та досягається така степінь глянцю, яка характерна фотографії, а використання декількох видів лаку як глянцевого, так і матового дозволяє збільшити контраст і, таким чином, збільшити ефект візуального сприйняття зображення і прискорити післядрукарську обробку відбитків, а також значно підвищити їх механічну міцність і оптимізувати подальше післядрукарське оздоблення продукції [1, 2].

Гібридні друкарські системи створюються методом поєднання модулів друкування та оздоблення із різних способами на-

несення фарби, лаку і плівок та виконання оздоблення в одному технологічному процесі [3].

### **Мета дослідження**

Метою даного дослідження є аналіз можливостей та ефективності поєднання різних видів друку та використання додаткових оздоблювальних пристроїв в одному технологічному циклі для виготовлення різноманітної поліграфічної продукції.

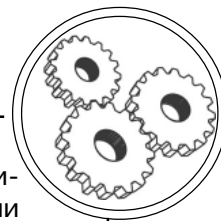
### **Результати проведених досліджень**

Конструкція гібридних машин залежить від особливостей призначення машин і остаточного виду запланованої продукції, а також від можливостей поєднання друкарських і оздоблювальних секцій.

Особливе значення при створенні комбінованих друкарських систем мають технічні характеристики окремих способів друку та додаткового оздоблення, а також властивості задрукованих матеріалів, які повинні відповідати вимогам використовуваних технологій і способів друку та оздоблення [3].

Гібридні друкарські системи мають модульну побудову. Сьогодні існують друкарські системи, де поєднуються друкарські та лакувальні пристрої для суцільного та вибіркового лакування віддрукованої продукції; офсетний, флексографічний, трафаретний та безконтактні способи друку з можливістю використання модулів для тиснення фольгою, лакування, каширування тощо.

## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



Причому такі комбінації дозволяють використовувати для друку як декоративні, так і спеціальні фарби і лаки. Використання таких друкарських систем забезпечує високу якість продукції на різноманітних матеріалах, наприклад на одній і тій самій машині можна задрукувати: стандартний або етикетковий папір з використанням традиційних офсетних фарб, дисперсного лаку та лаку Metalure; металізований папір з використанням покривних білил, традиційних фарб та дисперсного лаку; плівкових матеріалів з використанням УФ-білил, фарб та лаків тощо.

Цікавою є конструкція машин з використанням флексографічного способу друку перед секціями офсетного друку. При цьому на поверхню за допомогою флексосекцій наноситься «Праймер (основа)», що дозволяє вирівняти властивості поверхні і створити унікальні можливості щодо зовнішнього вигляду продукції при подальшому нанесенні фарби та лаків.

На рис. 1 приведена, як приклад, машина Galus E 410 фірми «Galus». Машина оснащена секціями офсетного, флексографічного і трафаретного друку, а також секцією гарячого тиснення, модулем для ламінування та припресування плівок. Машина оснащена також пристроями для висікання і викладу виготовленої продукції. Станина агрегату має приводні елементи для підключення пристроїв і модулів в необхідній конфігурації. Секції висічки можуть бути замінені на секції вирубки для переробки картонів. Прямий сервопривод друкарських секцій дозволяє змінювати параметри друку з головного пульта, не прив'язуючись до діаметру формної гільзи. Максимальна швидкість друкування становить близько 180–250 м/хв. Конструкція машини має відкриту архітектуру.

Основним способом друку гібридних машин є флексографічний [3]. Це пояснюється відносною конструктивною про-

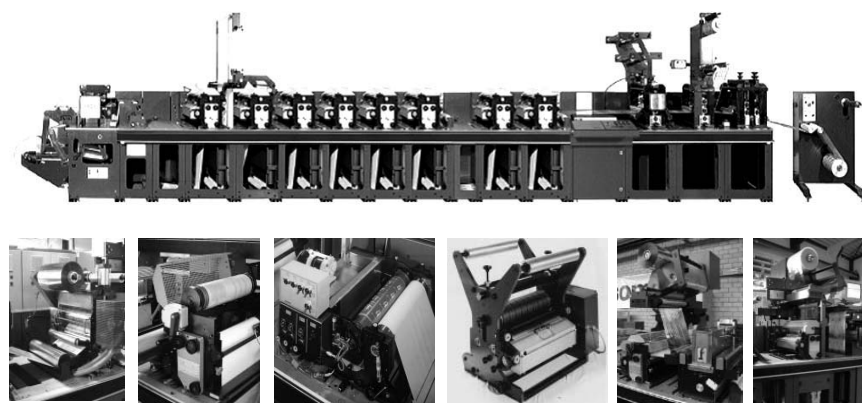
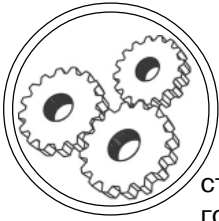


Рис. 1. Гібридна друкарська машина з секціями флексографічного, офсетного і трафаретного способів друку та гарячим тисненням фольгою



## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

стотою машин флексографічного способу друку та використанням еластичних форм. При необхідності отримання високої якості використовується офсетний спосіб друку, який дозволяє використовувати різноманітні по структурі на хімічному складу фарби і лаки. Високу якість забезпечує також високий спосіб друку, але на відміну від офсетного, високий друк є чутливим до характеру поверхні паперу. Забезпечення високої якості у високому способі друку відбувається за рахунок створення високого тиску, що, з одного боку призводить до вирівнювання поверхні паперових матеріалів, а з іншого може руйнувати та спотворювати структуру матеріалу [3].

Для забезпечення додаткових ефектів використовується трафаретний спосіб друку. Особливостями трафаретного друку є відносно велика товщина фарбового шару на відбитку, що забезпечує відчуття рельєфності зображення, високу яскравість та насиченість зображень, у тому

числі на грубофактурних поверхнях, таких як картон, шкіра, тканина, деревина, пластмаса, кераміка тощо, а також можливість задруковування поверхонь складної геометричної форми [4].

Останнім часом широкого вжитку набуває використання секцій цифрового (струминного) друку, який характеризується оперативністю та можливістю персоналізації інформації [5].

Для підвищення оптичного ефекту поверхні друківаних матеріалів широко використовуються лаки, а також додаткове ламінування фольгою.

Окремі види упаковки харчової продукції повинні мати особливу поверхню з специфічними властивостями для захисту та мінімізації процесу обміну між продуктом та зовнішнім середовищем, тобто забезпечувати відповідну герметичність. Це можливо шляхом нанесення на надруковану поверхню спеціальних захисних лаків та паст. Структурна схема можливої побудови гібридного устаткування приведена на рис. 2.

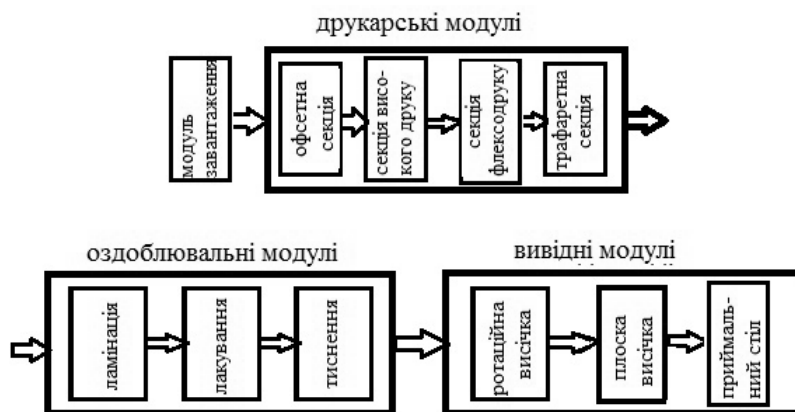
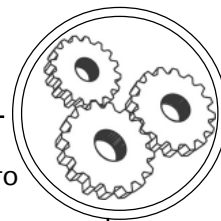


Рис. 2. Структурна схема побудови гібридного устаткування

## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

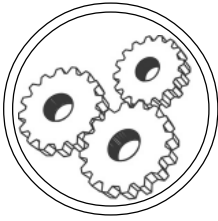


Основні параметри та характеристики процесу та гібридного обладнання наведені в таблицях 1 і 2 [1–6].

Таблиця 1.

Характерні особливості основних способів друку

| Ознака/ вид друку                        | Високий друк   | Глибокий друк  | Трафаретний друк   | Флексографічний друк  | Офсетний друк   | Цифровий друк  |
|--|--|--|--|---|---|--|
| Швидкість друку                          | 10–12 м/с  | до 650 м/хв.   | до 80 м/хв.  | 350–450 м/хв.   | до 15 м/с   | до 0,9 м/с   |
| Матеріали                                | Папір, картон, полімери  | Целюлозні синтетичні металізовані папери і картони, синтетичні полімерні матеріали                               | Грубофактурні поверхні, картон, шкіра, тканина, деревина, пластмаса, кераміка  | Папір, картон, полімерні матеріали, фольга, грубо фактурні матеріали, поліетиленова плівка, скло.                                     | Папір, картон, метал, пластик.  | Папір, картон, плівка, фольга, самоклеючий папір, полімерні матеріали, тканина.  |
| Тиск при друкуванні, МПа                 | 5–15   | 1,5–2  | 0,015–0,06   | 0,1–0,5   | 0,8–2   | до 0,1   |
| Фарба/ товщина фарбового шару/ в'язкість | Високо-в'язкі, пастоподібні фарби. Товщина фарбового шару: 0,5–1,5 мкм. В'язкість: 50–150 Па*с | Спеціальні рідкі фарби: флуоресцентні, металізовані. Товщина фарбового шару: 0,8–8 мкм. В'язкість: 0,05–0,2 Па*с | Широкий ряд пастоподібних фарб різної густини і складу (ароматизовані, термофарби). Товщина фарбового шару: 100 мкм. В'язкість: до 23,3 Па*с | Спиртові і водорозчинні фарби для виготовлення харчових продуктів Товщина фарбового шару: до 2,5 мкм. В'язкість 0,05–0,5 Па*с         | Пастоподібні, високов'язкі фарби. Товщина фарбового шару: 0,5–1,5 мкм. В'язкість до 40 Па*с   | Електрографічний друк сухим та рідким тоном. Струминний друк: рідкі УФ-фарби   |
| Потужність сушки, Вт/см                  | 50–250   | 100–300  | 50–250   | 50–250  | 50–250  | 50–250   |
| Вид продукції                            | Газети, лотерейні білети, етикетки, довідники, цінні папери                                    | Ілюстровані журнали, фотоальбоми, портрети   | Книжкова, білова продукція та пакування, радіоелектроніка, візитівки   | Етикетки, пакування, газети, шпалери, паперові мішки, друк на гофрокартоні  | Газети, пакування, книги, рекламна продукція  | Етикетки, гнучка і картонна пакувальна продукція тощо  |
| Лініатура растру, лін./см                | 40–140   | 70–80  | 25–50  | 60–80   | до 160  | 60   |
| Позитивні сторони процесу друку          | Чіткість елементів зображення, їх насиченість фарбою   | Найвища якість при передачі півтонів. Висока повторюваність кольору. Висока тиражостійкість друкарської форми.   | Рельєфність, яскравість і насиченість зображення. Можливість задрукування поверхні складної геометричної форми.                              | Висока тиражостійкість друкарських форм та велика продуктивність друку. Екологічність, низька енергоємність, малий відсоток відходів. | Висока якість друку, низька собівартість, висока продуктивність, швидке налаштування на друк. | Відсутність друкарських форм, низька вартість, швидка зміна завдань та переналадка, можливість персоналізації. Яскравість і насиченість відбитків. |
| Недоліки друку                           | Висока вартість форм. Низька швидкість друку. Складність налаштування.                         | Висока вартість форми  | Трудомісткість формних процесів. Низька тиражостійкість форм. Низька продуктивність. Тривала сушка. Низька лініатура растру.                 | Еластичність друкарської форми може призводити до спотворення відбитків.  | Складна конструкція машини, проблеми друку на полімерних плівках і фользі.                    | Мала швидкість друку, неможливість друкувати пантонними фарбами, висока вартість при великих тиражах.  |



## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

Таблиця 2.

Основні характеристики можливих способів оздоблення

| Ознака/ вид оздоблення        | Нанесення плівки   | Каширування   | Нанесення позолоти (гаряче/ холодне)   | Лакування  | Вісічка (ротаційна/ плоска)  |
|-------------------------------|--|---|--|--|--|
| Продуктивність, м/хв.         | 20   | 18  | 40   | 180  | плоска – до 60<br>різів/хв.<br>ротаційна –<br>250–350  |
| Види матеріалу для оздоблення | Папір, картон, шпон.   | Папір, картон, шпон.  | Картон, папір, дерево, шпон.   | Картон, папір, полімерні матеріали   | Картон, фольга, плівка, полімерні і синтетичні матеріали   |
| Товщина матеріалу, мм         | 0,03–0,4   | 0,03–0,5  | 0,03–2   | 0,03–0,5   | 0,025–0,3  |
| Тиск в зоні контакту, Н/см    | 2000   | 1500 Н/см   | 2000 Н/см  | до 500 Н/см  | 16000 Н/см   |
| Сфера застосування            | Фармація, пакування.   | Фармація, пакування.  | Пакування, книги, журнали, буклети, сувенірна продукція.   | Пакування, книги, журнали, буклети   | Фармація, пакування, реклама.  |
| Переваги технології           | Захист та покращення зовнішнього вигляду продукції.  | Захист поверхні, покращення зовнішнього вигляду продукції.  | Покращення зовнішнього вигляду продукції, оздоблення.  | Захист поверхні, покращення зовнішнього вигляду продукції.                                   | Зменшення часу виготовлення готової продукції.   |
| Недоліки технології           | Ускладнює процес фальцювання, унеможливає подальший друк на матеріалі, змінює колір фарби. | Ускладнює процес фальцювання, унеможливає подальший друк, змінює колір фарби. Внаслідок взаємодії з клеєм зміна властивостей матеріалу. | Гаряче нанесення змінює характеристики продукції внаслідок високого тиску і температури. Проблеми при роботі з великими форматами. Холодне нанесення впливає на характеристики матеріалу внаслідок дії клею. | Тонкий папір зкручується і утворює зморшки, хімічна реакція при взаємодії з певними фарбами. | Зменшення швидкості роботи і складність конструкції. Складна приводка висічкового штампу. Важливі елементи дизайну не повинні розташовуватись поряд з ділянками висічки. |

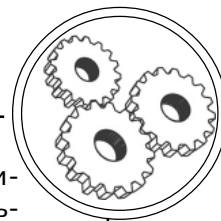
Методика оцінювання ефективності поєднання різних видів друку та секцій післядрукарського оздоблення в одному технологічному процесі

Ефективність роботи комбінованого гібридного устаткування залежить від кількості встановлених на машині технологічних модулів та їх характеристик. Для оцінки ефективності використання окремих модулів і пристосувань та гібридних машин в цілому були визначені наступні параметри:

— час налаштування відповідних модулів друку та оздоблення і машини в цілому. Вплив цього параметру визначаємо за допомогою коефіцієнта

$$K_n = \sum T_{ni} / T_n \text{ г.с.}, \quad (1)$$

де  $T_{ni}$  — час налаштування окремих одиниць,  $T_n$  г.с. — час налаштування гібридної системи. Коефіцієнт показує співвідношення витрат часу на налаштування та обслуговування розрізеного комплексу машин та



окремих модулів у порівнянні з гібридною машиною;

— продуктивність (кількість отриманої продукції за годину роботи). Для цього знайдемо коефіцієнт продуктивності для окремих модулів і пристосовувань та машини в цілому

$$K_{п.од.уст.} = n / (\Sigma T_{pi} + \Sigma T_{di});$$

$$K_{п.к.с.} = n / T_{pi}, \quad (2)$$

де  $n$  — кількість одиниць виготовленої продукції;  $T_{pi}$  — робочий час виготовлення продукції;  $T_{di}$  — додатковий час, який необхідний для переміщення, складування, висушування тощо при виготовленні продукції на окремому обладнанні. Коефіцієнт показує співвідношення зміни часу виготовлення одиниці продукції при використанні окремих одиниць устаткування у порівнянні з гібридною машиною;

— споживання електроенергії. Для цього використаємо коефіцієнт співвідношення потужностей окремих модулів та пристосовувань до потужності гібридної системи

$$K_e = \Sigma N_i / N_{г.с.}, \quad (3)$$

де  $N_i$  — потужність окремих модулів та машин;  $N_{г.с.}$  — потужність гібридної системи;

— вартість устаткування.

Вартість устаткування залежить від комплектації і визначається коефіцієнтом

$$K_v = \Sigma C_i / C_{г.с.}, \quad (4)$$

де  $C_i$  — вартість окремих модулів та одиниць устаткування;  $C_{г.с.}$  — вартість гібридної системи;

— величина необхідної виробничої площі, яка визначається коефіцієнтом

$$K_{р.п.} = \Sigma S_{mi} + \Sigma S_{vi} / S_{г.с.}, \quad (5)$$

де  $S_{mi}$  — встановлена площа машин;  $S_{vi}$  — необхідна виробнича площа з врахуванням необхідності складування та перевезення продукції;  $S_{г.с.}$  — встановлена площа гібридної машини;

— якість продукції при використанні різних видів друку та оздоблення, яка характеризується кількістю браку. Для цього введемо коефіцієнт

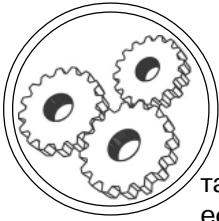
$$K_b = (m - n_i) / m, \quad (6)$$

де  $m$  — величина накладу;  $n_i$  — кількість одиниць готової продукції.

Результати проведених досліджень представлені у виді діаграм. Принципове порівняння визначених показників гібридного та розрізненого устаткування наведено на рис. 3.

На схемі по вісях відкладені величини відповідних параметрів при виготовленні аналогічної продукції для гібридного устаткування (при сумісному використанні друкарських (офсет, флексо, трафарет) та оздоблювальних (лакувальних; ламінування; нанесення позолоти) секцій (лінія 1) і комплексу розрізненого друкарського і оздоблювального устаткування (лінія 2). Було досліджено також вплив секцій висікання: ротаційного та плоского.

На рис. 4. наведені порівняльні діаграми ефективності використання існуючих способів друку при їх поєднанні у складі гібридного та розрізненого ус-



## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

таткування: лінія 1 характеризує ефективність сумісного використання офсетного та флексографічного способів друкування, 2 — сумісне використання офсетного та трафаретного способів друку, 3 — флексографічного та трафаретного способів друку, 4 — офсетного, флексографічного та трафаретного способів друку, 5 — виготовлення

аналогічної поліграфічної продукції на розрізненому устаткуванні. Як видно з діаграм, ефективність гібридного устаткування майже по всім параметрам вище ніж розрізненого і залежить від замовлень. Ефективність сумісного використання різних способів друкування суттєво знижується при використанні трафаретного способу.

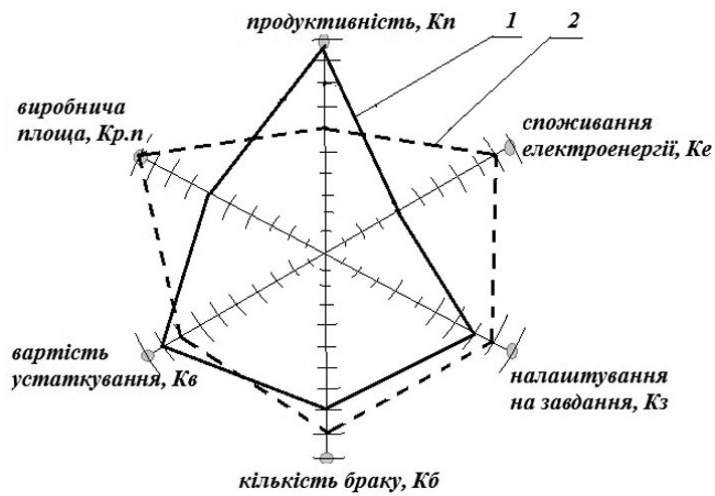


Рис. 3. Порівняльна схема ефективності використання гібридного (1) та розрізненого (2) друкарського і оздоблювального устаткування

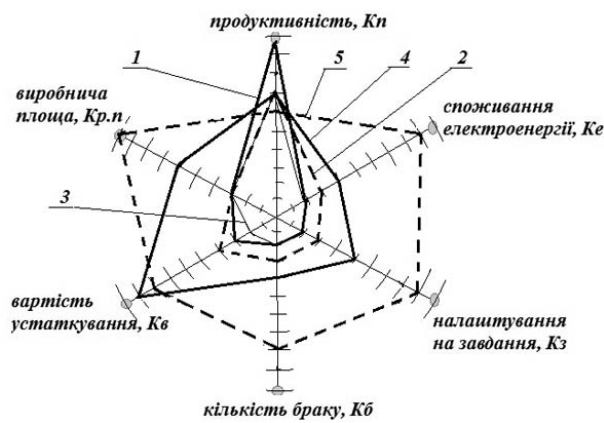
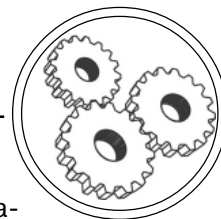


Рис. 4. Порівняльна схема ефективності використання різних способів друку гібридного та розрізненого устаткування





На рис. 5. представлені порівняльні схеми ефективності використання гібридного устаткування за умов використання тих чи інших оздоблювальних секцій: лінія 1 — характеризує ефект роботи гібридної машини тільки при наявних друкарських секцій; 2 — характеризує роботу друкарських секції з секцією лакування; 3 — характеризує використання друкарських секцій з секцією ламінації; 4 — описує роботу друкарських секцій з секцією позолоти; 5 — характеризує роботи машини з плоскою висічкою.

Аналіз отриманих результатів показує, що вибір способу друку та оздоблення гібридного устаткування залежить від вимог до продукції, її конструкції та наявності відповідних опцій.

Результати досліджень дають можливість оцінити ефективність поєднання і використання різнопланового гібридного устаткування.

### Висновки

Розроблена методика визначення ефективності використання комплексного гібридного устаткування з використанням відповідних коефіцієнтів, що дозволяє отримати оптимальну з точки зору продуктивності конфігурацію машини, а також використати її при проектуванні і переоснащенні гібридних машин і уникнути додаткових технічних, економічних та енергетичних витрат під час організації та проведення технологічного процесу виготовлення поліграфічної продукції.

Варто підкреслити зручність роботи на гібридних машинах, на виході машини ми отримуємо готовий продукт, оздоблений, сфальцьований, обрізаний і т.п. Розрізнене устаткування для виконання такої задачі вимагає набагато більше часу. До того ж, кожен технологічний розрив спричиняє погіршення привод-

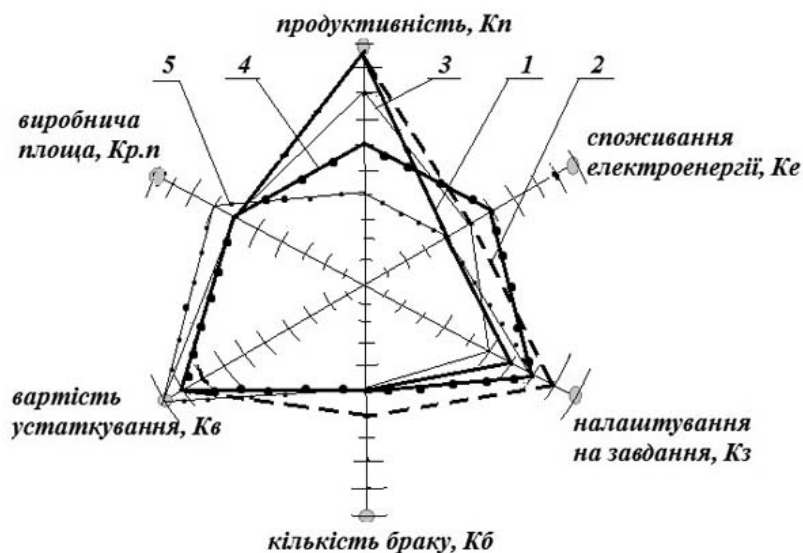
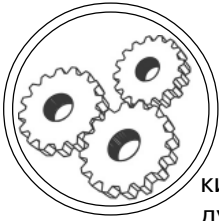


Рис. 5. Порівняльна схема ефективності роботи гібридного устаткування за умов використання різних оздоблювальних секцій



## МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

ки і, як результат, якості продукції. Виготовлення продукції в лінію зменшує як кількість відходів матеріалу, так і виробничі площі.

Основними недоліками гібридних технологій є зменшення швидкості друку, оскільки остаточні швидкості машини визначаються трафаретним або цифровим видами дру-

ку і процесами оздоблення через їх технологічні особливості.

Побудова виробничих комбінованих систем призводить до цікавих рішень та створення неповторних виробів, підвищення рентабельності виробництва та можливої зміни стратегії виробництва, а також дозволяє реалізовувати незвичні фантазії замовників.

1. Шостачук Ю. О. Узагальнення напрямків сумісного використання в технологічному процесі різних видів друку / Ю. О. Шостачук // Технологія і техніка друкарства. — 2007. — № 17–18. — С. 23–29. 2. М. А. Степанець. Технологічні особливості виготовлення самоклеїльних етикеток на друкарсько-обробних лініях / О. В. Зоренко, А. І. Степанець // Техніка і технологія друкарства. — 2008 — № 3–4. — С. 102–108. 3. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Киппхан. — М. : Московский государственный университет печати, 2003. — С. 9–10. 4. Ткачук М. П. Трафаретный друк / М. П. Ткачук. — К. : ХаГар, 2000. — 264 с. 5. «Print+». — 2011. — № 4 (78), № 7 (81). 6. Хведчин Ю. Й. Брошуровально-палітурне устаткування. Ч. І. Брошуровальне устаткування. Підручник / Ю. Й. Хведчин. — Львів : ТеРус. — 1999. — 336 с.

Рецензент — А. І. Іванко, к.т.н.,  
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 23.03.12