

УДК 655.025, 655.32/39, 655.028

## КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ПОЛІГРАФІЧНОГО ОПОРЯДЖЕННЯ ТА ОБРОБКИ ПЛАСТИКУ

© Т. Ю. Киричок, к.т.н., доцент, А. М. Мережинська,  
О. В. Богіш, магістри, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**В статье на основе аналитического обзора методов печатания, отделки и формирования пластиковых изделий разработана обобщенная классификация методов полиграфической отделки и обработки пластиков, которые используются во время создания пластиковых упаковок. Классификация совмещает все методы полиграфической обработки пластика, как технологии печатания, так и отделки, а также методы формирования пластиковых упаковок. Такая классификация может применяться как основа для вариантного проектирования пластиковых изделий, в частности, пластиковых упаковок.**

**Unified classification for methods of printing finishing and treatment of plastics used in production of plastic packaging is developed in the article on the basis of analytic review of methods of printing, finishing and forming of plastic goods. The classification combines all methods of plastic treatment — printing technologies as well as finishing methods, and methods of packaging forming. Classification aforesaid may be used as the basis of variant projecting of plastic goods (packaging, in particular).**

### **Постановка проблеми**

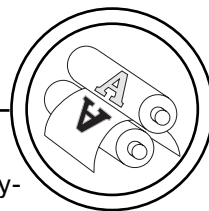
Останнім часом зростає частка поліграфічної продукції, котра виготовляється з використанням різних полімерних матеріалів. Причинами цього є підвищення технічних вимог до продукції (міцності, жорсткості, вологостійкості), посилення захисних властивостей, підвищення вимог до зовнішнього вигляду тощо [1].

У поліграфії пластики використовуються для виготовлення листівок, календарів, етикеток, POS-матеріалів та, особливо, пакувань. Разом з тим, пластики є відносно новим матеріалом

для поліграфічного виробництва [2], тому питання щодо систематизації методів оздоблення та обробки пакувань на сьогодні є дуже актуальним.

### **Аналіз попередніх досліджень**

У поліграфічній галузі використовуються багато полімерів [3], зокрема полістирол (ПС), полівінілхлорид (ПВХ), поліпропілен (ПП), поліетилентерефталатгліколь (ПЕТГ), поліетилен (ПЕ), акрилонітрил-бутадієнстирол (АБС), полікарбонат (ПК). Вибір методу нанесення зобра-



ження на полімерне пакування — основна задача при його виготовленні, і під час ухвалення рішення про використання полімеру певного виду необхідно враховувати технологічний процес його оздоблення. Поліграфічне виробництво, що спеціалізується в області друкування на пластику, має низку особливостей. У додрукарських процесах треба брати до уваги усі вимоги, що пред'являються до друкування на невсотувальних матеріалах [4].

Матеріали, призначені для задруковування, підготовлюються спеціальним чином, зокрема, обробляються коронним розрядом. Це істотним чином підвищує адгезію фарби до їх поверхні [2].

Різноманітні технологічні операції обробки пластиків виконують із використанням лазерного випромінювання. Це такі операції як різання, висікання, бігування, нанесення зображення, виготовлення палітурок, маркування готової продукції тощо [5].

## **Мета роботи**

Метою роботи було проаналізувати, узагальнити та класифікувати поліграфічні методи обробки та оздоблення пластику.

## **Результати проведених досліджень**

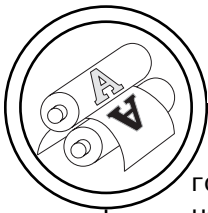
Методи виготовлення пластикових пакувань можна поділити на методи нанесення зображення на пластик та методи формування пакування (рисунок). В свою чергу, методи нанесення зображення на пластик можна поділити на методи з ви-

користанням технологій друкування та методи з використанням способів оздоблення.

Задруковувати полімерні матеріали можна практично будь-яким існуючим методом друку, серед яких слід відмітити флексографічний, глибокий, офсетний, трафаретний, тампонний, сублімаційний друк (термотрансферне перенесення зображення).

Флексографічний метод друку ідеально підходить для більшості видів пакувань, адже пропонує найвигідніше співвідношення між швидкістю, ціною і якістю задрукованої продукції. Перевагами цього способу є [6, 7]: оперативність роботи; великий вибір типів носіїв для друкування; можливість друкування на матеріалах великої товщини; відносна економічність на досить широкому діапазоні накладів; гнучкість конфігурації форм для друкування відбитків різних розмірів; можливість застосування екологічних водних фарб; можливість об'єднання післядрукарських процесів.

Недоліки способу [6, 7]: високе значення розтискування растрової крапки, через що неможна використовувати стохастичне растрування; труднощі репродукції в глибоких тінях і високих світлинах (зазвичай лініатура не перевищує 150 lpi); неможливість друкування шрифтів з малими кеглями, особливо виворіткою (дрібний шрифт, особливо гарнітури з засічками, втрачають чіткість і розпливаються); проблеми з приводкою кольорів (в флексографії допустимі відхилення значно ширші, ніж в офсетному друці, це пов'язане



головним чином з гнучкістю носіїв); неекономічність при малих накладах; якість друку змінюється від машини до машини; відсутність промислових стандартів.

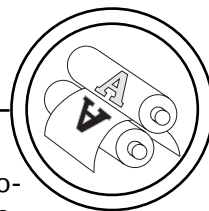
Глибокий метод друку застосовується для задруковування матеріалів, що не розтягуються, таких, як двоосноорієнтований поліпропілен (BOPP) і поліетилентерафталат (PET), або лавсан, хоча нові технології дозволяють наносити зображення методом глибокого друку на дуже тонкі плівки. Традиційно глибокий друк використовується при виробництві високих і середніх накладів [7]. Перевагами є [8, 9] висока якість відтворюваного зображення; можливість за один прогін друкувати та наносити Cold seal («холодний клей»); висока тиражостійкість валів. Недоліки [8, 9]: високі затрати коштів та часу на додрукарську підготовку; висока вартість устаткування для додрукарської підготовки; економічність виключно при роботі з високими тиражами (від 20000 відбитків і вище, в залежності від розмірів зображення).

Традиційний офсет може використовуватися для задруковування полімерів у дуже обмеженому об'ємі через низку недоліків: для забезпечення висихання фарби необхідно використовувати дуже багато противідмарювального порошку, що зробить відбиток шорстким на дотик; задруковувати можливо тільки непрозорий білий пластик; неможливість друку в два прогони (нанесення противідмарювального порошку ускладнює просушування першого шару) [1, 10].

Різновид офсетного друку з використанням спеціальних фарб, призначених для нанесення на невсотувальні поверхні (офсет по невсотувальних матеріалах) дозволяє вирішити деякі проблеми традиційного офсету (менше проблем із закріпленням фарби у порівняннях з традиційним офсетом; технологія потребує менше противідмарювального порошку), але має певні недоліки: складно друкувати в декілька прогонів та наносити криючі білила «по сирому» [1, 10].

Використання УФ-фарб в офсетному друці дозволяє отримати якісний півтоновий друк на полімерних невсотувальних матеріалах [1, 2], дозволяє здійснювати істотно ширший вибір задруковуваних матеріалів, наносити будь-яку кількість фарб, різні обробні лаки, криючі білила як поверх основних кольорів, так і під них. Крім того, відбиток відразу після виходу з машини повністю готовий до наступної обробки. Також забезпечується підвищена стійкість фарбового і лакового шару до подряпин і стирання, що знижує вірогідність пошкодження фарбового шару як в процесі подальшої обробки відбитків, так і при транспортуванні і експлуатації готової продукції [10, 11].

Трафаретний та тампонний методи друку сьогодні широко застосовуються у виготовленні сувенірної продукції та пластикових пакувань. Задруковані вироби мають глясову поверхню, яскраві, рельєфні, стійкі до дії вологи. Ці способи забезпечують можливість [1] друкувати на широкому спектрі полімерних ма-



теріалів; рентабельність при малих накладках; можливість задрукування тамподруком готових виробів складної форми. Однак, є певні недоліки [1, 10]: низька якість зображення; можливість друкування лише в одну фарбу за один прогін; не екологічність через використання фарб на основі летких розчинників (ацетон, толуол); низька швидкість виготовлення тиражів (необхідний час на сушіння відбитків); висока частка ручної праці і, як наслідок, нерентабельність високих тиражів.

Сублімаційний друк (трансферне перенесення зображення) в останнє десятиліття отримав надзвичайно широке застосування у випуску різноманітної продукції, в тому числі пакувань. Перевагами цифрового друку є [12–14] висока якість відтворюваного зображення на великих форматах і його відповідність вимогам зовнішнього застосування; можливості друкування багатокільорних зображень будь-якої складності і контурності при великій швидкості; яскраві насичені кольори і висока якість зображення після термопереносу; екологічна чистота і висока якість фарб на водній основі. Однак, є й низка недоліків [12–14]: підвищені вимоги до кліматичних умов експлуатації устаткування і технологічного процесу; якісне зображення отримується тільки на світлому тлі; задруковувані матеріали вимагають попереднього поліестерного покриття; чорнила мають відносно невелику стійкість до тривалої дії сонячних променів.

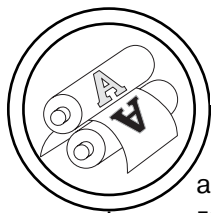
Лентикулярний друк застосовують для виготовлення кален-

дарів, листівок, рекламної продукції, пакувань, POS-матеріалів, для оздоблення паперово-білових товарів [15, 16] оскільки забезпечує підвищену декоративність та вологостійке зображення, що має стійкість до стирання. Разом з тим, недоліком є потреба в високій роздільній здатності експонування.

Аналітичний огляд основних методів нанесення зображення на пластик дозволив зробити висновок, що найбільш перспективним є УФ-офсетний метод друку. У розвинених країнах дана технологія швидко прогресує і скоро стане домінуючою в цьому секторі поліграфії [1].

До методів оздоблення пластикових виробів можна віднести тиснення (фольгою, блінтові та конгревне), бронзування, флокування, гравіювання (механічне та лазерне), ламінування.

Тиснення фольгою може здійснюватися практично по будь-яких видах пластика та використовується для пластиків найбільш широко з усіх видів тиснення через низку переваг: отримання металевого блиску при тисненні фольгою; надання рельєфу зображенню; силіконові кліше не залишають слідів від тиснення, не деформують матеріал, при цьому дуже високотемпературні; досить висока тиражостійкість силіконових кліше — близько 100 тис. відбитків. Недоліками є погане відтворення дрібних деталей та тонких ліній, потреба у використанні силіконових кліше, котрі є значно дорогими за металеві. Також, для покращення адгезії фольги до поверхні, необхідно заздалегідь зробити



активацію поверхні за допомогою газового полум'я, коронно-го розряду, іонізації [17–20].

Бронзування застосовують для виготовлення етикеткової, пакувальної та сувенірної продукції. Цей спосіб оздоблення має певні переваги [17, 18, 21, 22]: більша ефективність та набагато менша вартість порівняно з металізованими фарбами, золотим лаком і тисненням фольгою; незалежно від величини дисперсії порошку можливе відтворення навіть тонких ліній, а також плашок; низька вартість витратних матеріалів у порівнянні з тисненням (включаючи витрати на форми та штампи). Однак, основним недоліком методу [21] є висока вартість устаткування.

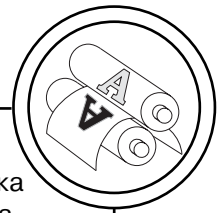
Трафаретне лакування пластиків дозволяє [23] створювати яскраві, насичені та високоглянсові зображення та використовувати візуальні ефекти. Однак, недоліком методу є скочування та відшаровування лакового покриття в місцях згинів через велику товщину шару.

Флокування застосовується для створення оксамитової поверхні під час оздоблення найрізноманітнішої поліграфічної продукції (картонних та пластикових пакувань (найбільша частина припадає на ПВХ і полістирол), книжкових оправ, аркушевих поштівків, візиток, реклами тощо [24, 25]. Перевагами технології є [24–26]: флокування поверхні підвищує міцність, еластичність, стійкість до стирання виробу, флоковане зображення зберігає яскравий насичений колір, не вигораючи на прямих сонячних променях (світлостій-

кість — близько 5 років); флок — термостійкий матеріал (не задублюється в мороз і не перегрівається при високих температурах); флокована поверхня добре поглинає звуки і є стійкою до механічних дій (якщо поверхня пошкоджена, то це легко виправити, нанісши ще один шар флоку); поверхня практично не вбирає пил, легко видаляються наслідки забруднень.

Лазерне гравіювання дозволяє текстурувати поверхню пластику, тому застосовується для брендування представницької (сувенірної) продукції: нанесення логотипів і іншої інформації на корпоративні сувеніри, пакування. Його перевагами порівняно з механічними гравіюванням є [5, 22, 27]: довговічність; висока якість нанесеного зображення (роздільна здатність лазерного устаткування до 300 dpi); делікатність (технологія не чинить механічної, хімічної, термічної дії на оброблюваний виріб, що істотно розширює спектр виробів, на які можна наносити зображення: крихкі, механічно неміцні вироби тощо); технологічність (висока повторюваність складних зображень в будь-яких кількостях); гнучкість (підготовка устаткування для нанесення нового зображення займає всього декілька хвилин); економічна вигідність навіть при поштучних накладках; екологічно чисте виробництво. До недоліків можна віднести високу вартість обладнання та підвищені вимоги до кваліфікації працівників.

Ламінування застосовують для захисту зображення від дії навколишнього середовища



та оздоблення при виготовленні різноманітної поліграфічної продукції — календарів, обкладинок, подарункових пакувань тощо. Перевагами є [22]: можливість створення матової, глянцевої чи текстурованої поверхні на будь-якому виробі з пластика; захист зображення від дії навколишнього середовища; посилення кольорового ефекту зображення. Разом з тим, заламіновані вироби є чутливими до чинників зовнішнього середовища та механічної дії, особливо у місцях згинів пакувань.

Дослідження патентної інформації щодо методів оздоблення пластику за 2000–2010 роки виявило, що найбільш перспективними методами оздоблення пластику є тиснення фольгою (26,4 % від загальної кількості поданих заявок), флокування (24 %) та бронзування (17,8 %).

Після друку та оздоблення пакувальної продукції їй необхідно надати форму для подальшої експлуатації як готової продукції. Для цього використовуються різні методи формування пакування, які доцільно поділити за типом обробки на механічну та лазерну (рисунок).

До механічних методів обробки відносять висікання, вирубку, перфорацію, бігування.

При виготовленні пластикових пакувань складної форми застосовують такі методи механічної обробки: висікання, вирубка, перфорація [28–30]. Всі ці методи можуть поділятися на плоскі (використовуються плоскі штампи; дає позитивний ефект для випуску малих і середніх тиражів) та ротаційні (використовуються циліндричні

ножі; характерними є висока швидкість виробництва; тривалий термін служби інструментів; можливість використання твердих матеріалів і заготовок з великими розмірами).

Бігування застосовують для нанесення на пластик ліній згинів за допомогою тупих ножів на бігувальній машині, яка вдавлює і ущільнює матеріал під дією тиску [31]. Можна виділити наступні види бігування: ножове, або ударне; роликове, або дискове; бігування штампом.

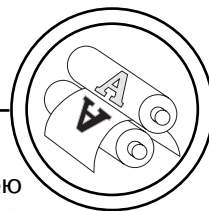
До немеханічних методів (лазерної обробки) відносять лазерну різку та лазерне бігування.

Лазерна різка — це передова технологія контурного розкрою листових матеріалів, заснована на використанні в якості інструменту обробки сфокусованого лазерного променя регульованої потужності. Сфокусований лазерний промінь змінної потужності — ідеальний інструмент для різання, що забезпечує якісну, гладку поверхню різі широкого спектру матеріалів [5, 32]. Перевагами методу є висока швидкість різання, вузький різ, паралельність країв стінок різі, відсутність механічної дії на оброблюваний матеріал, мінімальна зона термічного впливу; використовуючи можливість лазерного різання, можна розкрити по складному контуру практично будь-який листовий матеріал. Однак, є й недоліки: обмеження по товщині матеріалу, що розрізується; поступається висіканню по ціні за деталь (якщо не враховувати вартість виготовлення штампу).

Лазерне бігування полягає в створенні за рахунок гравіювання







на матеріалі певного рельєфу з контрольованими параметрами [33]. Переваги методу: сфокусоване лазерне випромінювання дозволяє різати і гравіювати практично будь-який матеріал незалежно від його теплофізичних властивостей; точність позиціонування лазерної головки складає 0,08 мм, за рахунок чого досягається висока точність взаємного розташування елементів заготівлі.

За рахунок великої потужності лазерного випромінювання забезпечується висока продуктивність процесу лазерного різання та бігування.

Розроблену класифікацію методів виготовлення пластикових пакувань подано на рисунку. Класифікація поєднує всі методи поліграфічного опорядження пластику, як технології друкування, так і оздоблення, а також методи формування пластикових пакувань. Така класифікація може застосовуватися як основа для варіантного проектування пластикових виробів, зокрема, пластикових пакувань.

### Висновки

1. Аналіз літературних та патентних матеріалів показав,

що найбільш розповсюдженою та перспективною технологією друкування на пластику є офсетний спосіб друку, який дозволяє досягти високої роздільної здатності зображення, а з використанням УФ фарб — стійкості до вигорання.

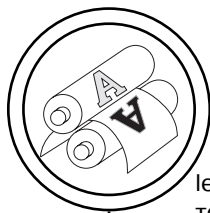
2. У результаті проведення патентного пошуку було виявлено, що сьогодні найпопулярнішим методом оздоблення пластику є тиснення фольгою, спостерігається зростання інтересу до таких методів, як електрофлокування та бронзування.

3. Серед методів формування виробів із пластику найпоширенішими на сьогодні є механічні методи обробки. Але завдяки широкому спектру оброблювальних матеріалів та якості отриманих результатів все більшої популярності набувають методи лазерної обробки пластику.

4. На основі аналітичного огляду методів та способів друкування та оздоблення пластику та методів формування пластикових пакувань розроблено узагальнену класифікацію методів поліграфічного опорядження та обробки пластиків, котрі використовуються під час створення пластикових пакувань.

1. Полимеры и их роль в изготовлении полиграфической продукции. POS-материалы, упаковка и т. д. из пластика // Формат. — 2006. — № 5.
2. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / Гельмут Кипхан; Пер. с нем. — М. : МГУП, 2003. — 1280 с.
3. О. Бут. Современные подходы при выборе полимерных материалов / О. Бут // Мир упаковки. — 2011. — № 1.
4. А. Якунина. Карточки и рынок / А. Якунина // Курсив. — 2000. — № 1(21).
5. В. П. Котляров. Особенности лазерного гравирования виробів із пластмас / В. П. Котляров, Є. О. Лавріненков, О. О. Титаренко, М. А. Аліверді // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2010. — № 6. — С. 90—97.
6. П. Петухов. Все оттенки флексопечати [Електронний ресурс]. — Шлях доступу : <http://charoid.ru/>
7. Т. Макилрой. Флексографія — царица упаковки / Т. Макилрой // Publish. — 1997. — № 3.
8. Глубокая печать [Електронний ресурс]. — Шлях доступу : <http://www.>





lenpoligraf.ru/ 9. Новые технологии глубокой печати на полимерных материалах [Электронный ресурс]. — Шлях доступу : [www.pakkograff.ru](http://www.pakkograff.ru). 10. П. Бондаренко. Рекламные наклейки, или печать на «самоклеяке» / П. Бондаренко // Формат. — 2006. — № 4. 11. Е. Буларга. Офсетная УФ-печать: материалы и оборудование [Электронный ресурс]. — Шлях доступу : <http://www.heidelberg.com/>. 12. Печать посредством термопереноса. Перевод с немецкого Der Siebdruck №10'2000 // CompuArt. — 2001. — № 3. 13. Н. Беляева. Сублимационная печать: сферы использования, достоинства и недостатки / Н. Беляева // Флексо Плюс. — 1999. — № 6. 14. А. Аплетов. Полиграфия и маркетинговые задачи / А. Аплетов // Формат. — 2006. — № 6. 15. Обман зрения: лентикулярная печать // Формат. — 2008. — № 4. 16. Лентикулярная печать [Электронный ресурс]. — Шлях доступу : <http://printdaily.com.ua/>. 17. А. Аплетов. Полиграфия и маркетинговые задачи / А. Аплетов // Формат. — 2006. — № 6. 18. Позолотные процессы. XXI век // CompuArt. — 2007. — № 12. 19. Маїк В. З. Тиснення: технології, матеріали, устаткування / Під редакцією д.т.н., проф. Лазаренка Е. Т. — Львів : НВП «Мета», 1997. — 174 с. 20. Д. Гудилин. Тиснение фольгой / Д. Гудилин // CompuArt. — 2006. — № 1. 21. Бронзирование [Электронный ресурс]. — Шлях доступу : <http://www.reo-print.ru/> 22. С. Гавенко. Оздоблення друкованої продукції: технологія, устаткування, матеріали / Навчальний посібник / С. Гавенко, Е. Лазаренко, Б. Мамут, М. Самбульський, Я. Циманек, С. Якуцевич, С. Ярема. — Київ-Львів : Ун-т «Україна», УАД. — 2003. — 180 с. 23. Н. Шестопалова. Волшебство трафаретного лакирования / Н. Шестопалова // Формат. — 2009. — № 3. 24. Электрофлорирование: новые возможности [Электронный ресурс]. — Шлях доступу : <http://www.rustm.net/>. 25. Гавенко С. Электрофлорировання: перспективна технологія оздоблення друкованої продукції / С. Гавенко, О. Мізюк // Палітра друку. — 2004. — № 6. 26. Гавенко С. В. Дослідження показників якості флорированих зображень на продукції поліграфічного виробництва / С. В. Гавенко, О. М. Мізюк // Технологія і техніка друкарства. — К. : ВПФ НТУУ «КПІ». — 2003. — Вип. 2. — С. 21—23. 27. Лазерная гравировка [Электронный ресурс]. — Шлях доступу : <http://shtamp.dp.ua/> 28. Высечка без проблем // Флексография и специальные виды печати. — 2006. — № 6. 29. Высечка малоформатной продукции // КомпьюАрт. — 2007. — № 8. 30. Пластик для эксклюзивной упаковки // Мир Этикетки. — 2002. — № 12. 31. Л. Ларсон. Мир высечки (The World of DieCutting). Биговка и высечка / Л. Ларсон // Publis». — 2010. — № 11. 32. Фигурная вырубка [Электронный ресурс]. — Режим доступу : <http://www.fullpress.ru/>. 33. Бут О. Современные подходы при выборе полимерных материалов / О. Бут // Мир упаковки. — 2011. — № 1. 34. Технология лазерной резки листового материала [Электронный ресурс]. — Режим доступу : <http://www.benutek.com.ua/>.

Рецензент — В. П. Шерстюк, д.х.н.,  
професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 24.06.11