

1995. V. 71. № 5. P. 949–964. 34. Mitome M. In-situ observation of melting of fine lead particles by high-resolution electron microscopy // Surface Science. 1999. V. 442. P. 953–958. 35. Ohashi T., Kuroda K., Saka H. In situ electron microscopy of melting and solidification of In particles embedded in an Fe matrix // Phil. Mag. B. 1992. V. 65, №5. P. 1053–1065. 36. Pawlow P. Über die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der Oberflächenenergie eines festen Körpers // Z. Phys. Chem. 1909. V. 65. № 5. P. 545–548. 37. Póczya J. F., Barna A., Barna P. B. Formation processes of vacuum deposited indium films and thermodynamical properties of submicroscopic particles observed by in situ electron microscopy // J. Vac. Sci. Technol. 1969. V. 6. P. 472. 38. Saka H., Nishikawa Y., Imura T. Melting temperature of In particles embedded in an Al matrix // Phil. Mag. 1988. V. 57. P. 895–906. 39. Schöer R. Melting of isolation tin nanoparticles // Phys. Rev. Lett. 2000. V. 85. № 6. P. 1250–1253. 40. Schilling P. J., He J.-H., Ma E. EXAFS study of ball-milling elemental nanocrystalline powders // J. Phys. IV France. 1997. V. 7. P. C2-1221–C2-1222. 41. Sheng H.W., Lu K., Ma E. Melting and freezing behavior of embedded nanoparticles in ball-milled Al-10Wt% M (M-In, Sn, Bi, Cd, Pb) mixtures // Acta mater. 1998. V. 46. № 14. P. 5195–5205. 42. Sheng H. W., Xu J., Yu L. G., Sun X. K., Hu Z. Q., Lu K. Melting process of nanometre-sized In particles embedded in an Al matrix synthesized by ball-milling // J. Mater. Res. 1996. V. 11. № 11. P. 2841–2851. 43. Singh A., Tsai A. P. Melting behaviour of bismuth nanoparticles embedded in Al-Cu-Fe quasicrystalline matrix // Scripta Mater. 2001. V. 44. P. 2005–2008. 44. Singh A., Tsai A. P. Melting and solidification behaviour of lead nanoparticles embedded in amorphous and quasicrystalline matrices of Al-Cu-V // Jpn. J. Appl. Phys. 2000. V. 39. P. 4082–4087. 45. Skripov V. P., Koverda V. P., Skokov V. N. Size Effect on Melting of Small Particles // Phys. Status solidi (a). 1981. Vol. 66. P. 109–118. 46. Skripov V. P., Koverda V. P., Skokov V. N. Size Effect on Melting of Small Particles // Phys. Status solidi (a). 1981. Vol. 66. P. 109–118. 47. Stuckless J. T., Frei N. A., Campbell C. T. A novel single-crystal adsorption calorimeter and additions for determining metal adsorption and adhesion energies // Rev. Sci. Instrum. 1998. V. 69. № 6. P. 2427–2438. 48. Tsuboi T., Seguchi Y., Suzuki T. The melting temperature of thin lead films // Physical Society of Japan. 1990. V. 59. № 4. P. 1314–1321. 49. Wronski C.R.M. The size dependence of the melting point of small particles of tin // Brit. J. Appl. Phys. 1967. V. 18. P. 1731. 50. Zang M., Efremov M. Yu., Schiettekatte F. et al. Size-dependent melting point depression of nanostructures: Nanocalorimetric measurements // Phys. Rev. B. 2000. V. 62. № 15. P. 10549–10557.

УДК 655.366.72:667.633.26:681.62

**О. М. Величко, Р. А. Хохлова**

*Видавничо-поліграфічний інститут НТУУ «КПІ»*

## **ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА КОЛІРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАКОВАНИХ ВІДБИТКІВ**

*Встановлено зміни колірних характеристик лакованих відбитків під впливом кліматичних умов довкілля залежно від технологічних параметрів друкування і лакування.*

*The changes of colour descriptions of the lacquered imprints under influencing are set climatic terms of environment depending on technological parameters seals and varnishing.*

Лак як засіб оздоблення набув надзвичайного поширення. Нині завдяки різноманіттю технологічних процесів лакування, конструкцій друкарського та опоряджувального обладнання, композиційного складу лаків можна досягти ефектів вибіркового або суцільного блиску, поєднання блискучих і матових ділянок зображення, вкраплення металевих часточок тощо. Лакові шари повинні мати певні фізико-механічні і фізико-хімічні властивості, які забезпечували б стабільність колірних характеристик, глянцею, насиченості відбитка. До того ж і продукція піддається подальшій обробці — переміщенню механізованими

транспортерами, складанню і зберіганню в стосі. Та й користування нею також потребує забезпечення стійких до стирання шарів. Тому проблема старіння лаку і довговічності лакованих поверхонь залишається актуальною і сьогодні, адже світовий та й український ринок витратних матеріалів друкарства має широкий асортимент лаків, і попит на них постійно зростає. Однак саме завдяки розмаїттю ринкових пропозицій виникає потреба в експериментальних дослідженнях лаків і технологій лакування, ретельний вибір і проектування яких у сукупності визначають довговічність відбитків.

Фізико-механічні, фізико-хімічні й технологічні аспекти старіння лакофарбових, взагалі композиційних полімерних матеріалів узагальнено в працях [5, 6, 8]. Однак майже зовсім відсутні публікації про старіння відбитків, лакованих за різними технологічними схемами, зокрема популярними нині гібридними технологіями. Лише в окремих публікаціях рекламно-рекомендаційного плану в журналах «Курсив», «Флексо Плюс», «Полиграфія», «Компьюарт», наприклад [1, 4, ], висвітлюються результати досліджень фірм-розробників лаків і фарб для раціонального їх вибору та застосування в процесах поліграфічного оформлення продукції, зокрема в'язкості УФ-лаків і фарб або з'ясування якості УФ-ламп.

Мета нашої роботи полягала у встановленні змін кольірних характеристик відбитків, лакованих за різними технологіями, залежно від тривалості та умов зберігання для визначення перспективності тієї чи іншої технологічної схеми і матеріалів для оздоблення поліграфічної продукції.

Для дослідження було обрано поширені нині марки паперу Lumi Art масою 115 г/м<sup>2</sup>, Chromolux масою 115 г/м<sup>2</sup>, Sappi Next Generation 12C та картону типу хром-ерзац, УФ-лаків, офсетних традиційних і гібридних фарб для друкування на аркушевих машинах. Відбитки зі сталими характеристиками товщини шару фарби отримували в прободрукарському пристрої ЛП-2 [2], лакування по сирому виконували модернізованим валковим пристроєм, до складу якого входили гумовий і анілоксовий валики. Анілоксовий валик мав три варіанти глибини комірок, що дозволяло за один прогін наносити три шари лаку різної товщини [7, 9]. Колірні характеристики відбитків  $\Delta E$  визначали за допомогою спектрофотометра Spectrolino Gretag Macbeth і програмного забезпечення Gretag Quality 3.0 — як середнє арифметичне з п'яти паралельних дослідів. Умови вимірювання: джерело світла D50, стандартний спостерігач 2°, геометрія 0/45. За цих умов визначали і показник відбивання у спектральному діапазоні 400–750 нм.

Порівнювали експериментальні зразки з лакованими відбитками, виготовленими на поліграфічних підприємствах, за технологіями: традиційна офсетна фарба + масляний лак по сирому; традиційна офсетна фарба + дисперсійний лак по сирому; традиційна офсетна фарба + УФ-лак по сухому; традиційна офсетна фарба + дисперсійний лак + УФ-лак по сирому; УФ-фарба + УФ-лак по сирому; гібридна фарба + УФ-лак по сирому.

Усі відбитки піддавали старінню під впливом кліматичних параметрів навколишнього середовища: при температурі повітря від мінус 26° до плюс 25°C; вологості повітря 30–100%; швидкості вітру 3–30 м/с; тривалість інсоляції — 200 днів.

Умови інсоляції суттєво змінюють колір і градації лакованих відбитків, спостерігається значна втрата градацій (рис. 1). Це помітно при візуальній оцінці відбитків — змінюється насиченість репродукцій.

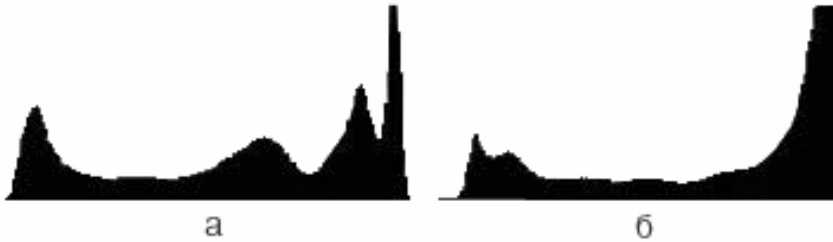


Рис. 1. Гістограми репродукцій:  
а — до інсоляції; б — після інсоляції

Серед найвпливовіших чинників зміни кольорних характеристик лакованих відбитків залежно від тривалості й умов інсоляції — світлостійкість пігментів друкарських фарб. У дослідженнях застосовано традиційні, гібридні та УФ-фарби, що вживаються для випуску широкого асортименту поліграфічної продукції, тобто не призначені для відкритих ділянок, вулиці тощо. Тому низька або висока світлостійкість пігменту, використовуваного в тій чи іншій фарбі, буде визначальним чинником довговічності лакованого відбитка.

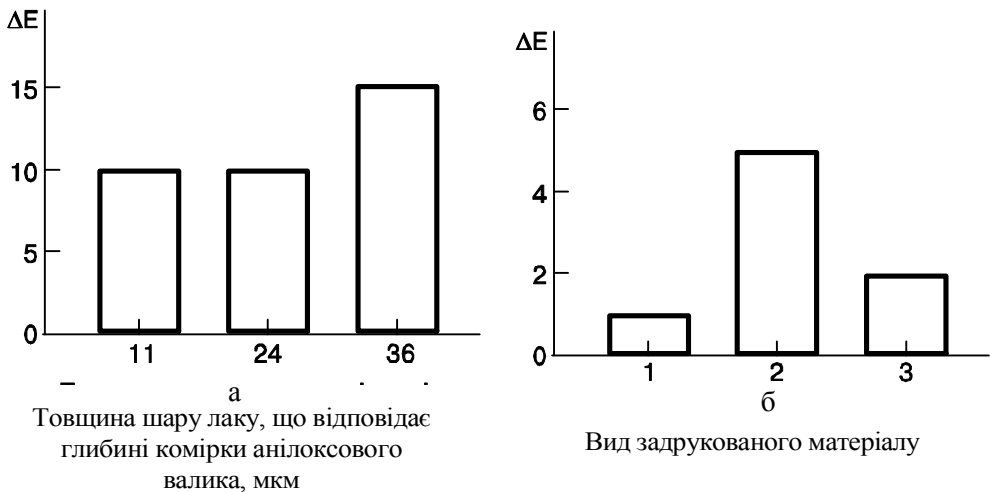


Рис. 2. Колірні відмінності лакованих відбитків (а) та лакованого задрукованого матеріалу (б):  
1 — папір Lumi Art масою 115 г/м<sup>2</sup>; 2 — папір Chromolux масою 115 г/м<sup>2</sup>;  
3 — картон типу хром-ерзац

Збільшення товщини шару лаку на відбитку (рис. 2 а) призводить до зростання величини кольорних відмінностей  $\Delta E$ , яка перевищує допустимі на 5–10 одиниць, що особливо небезпечно для пакувань і фірмових рекламних буклетів, де важливим є відповідність первинному фірмовому кольору. Слід

зазначити, що в роботі [9] було встановлено вплив параметрів лакування і складу УФ-лаку на зміну кольору відбитків. Таким чином, і технологічний процес лакування, і склад УФ-лаку, і режими зберігання та експлуатації лакованих відбитків суттєво впливають на колірні характеристики відбитків. Тобто при збільшенні товщини лакового шару зростає ризик втрати ідентичності кольору упродовж зберігання й експлуатації репродукцій. Отже, при виборі технології та матеріалів УФ-лакування необхідно врахувати виявлені аспекти.

За однакової мінімальної товщини шару лаку на відбитках найбільші спотворення кольору (рис. 2 б) спостерігаються на папері Chromolux масою 115 г/м<sup>2</sup>, що можна пояснити складом його поверхневого крейдового шару. Однак зміни оптичних властивостей паперу при закріпленні лакованих відбитків супроводжуються змінами структури каолініту — головного компонента крейдового шару. Як показали дослідження [3], структура каолініту зазнає суттєвої перебудови під впливом інтенсивного теплового потоку, що вводиться у відбиток при закріпленні лаку. Одночасно змінюється кількість адсорбованої волоконцями целюлози і компонентами покривного крейдового шару води. При зростанні часу опромінення в сушарці (а це пов'язано зі збільшенням товщини шарів УФ-лаку) кількість адсорбованої вологи зменшується, що призводить до незворотних втрат фізико-хімічних властивостей поверхневих шарів паперу і, відповідно, до інтенсифікації старіння лакованих відбитків — розтріскування, відшарування, пилення тощо.

Найбільше піддаються старінню лаковані кольорові ділянки відбитків, отримані накладанням плашок чотирьох традиційних друкарських фарб — блакитної, пурпурової, жовтої і чорної. Лаковані відбитки фарби Huber Group серії ECP на папері Sappi Next Generation 12C жовто-зеленого і зеленого кольорів, які утворюються накладанням чотирьох фарб, після кліматичної дії змінюють свої колірні характеристики (рис. 3). Практично для пурпурового і блакитного кольорів ці зміни порівняно з жовто-зеленим і зеленим незначні, але їх колірні характеристики також відрізняються від еталонних за стандартом ISO 12267. Відповідно, найбільші зміни й коефіцієнта відбивання R спостерігаються для жовто-зеленого, синього та фіолетового кольорів, для інших він залишається майже без змін.

Візуальна оцінка зовнішнього вигляду відбитків після впливу кліматичних умов дала дещо несподівані результати. Так, розтріскування виявилось практично на всіх відбитках, лакованих УФ-лаком, але найінтенсивніше — на відбитках, лакованих за схемою гібридна фарба + УФ-лак по сирому. На підставі проведених досліджень побудовано ряд з технологічних схем лакування в порядку зниження якості поверхні відбитків під впливом кліматичних параметрів навколишнього середовища:

традиційна офсетна фарба + масляний лак по сирому < традиційна офсетна фарба + дисперсійний лак по сирому < традиційна офсетна фарба + УФ-лак по сухому = традиційна офсетна фарба + дисперсійний лак + УФ-лак по сирому < УФ-фарба + УФ-лак по сирому < гібридна фарба + УФ-лак по сирому.

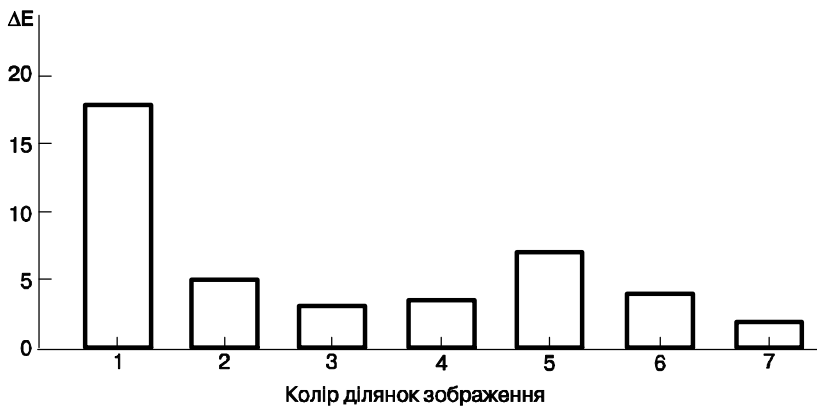


Рис 3. Колірні відмінності  $\Delta E$  лакованих відбитків: фарби Huber Group серії ECP на папері Sappi Next Generation 12C. Колір ділянок зображення: 1 — жовто-зелений; 2 — пурпуровий; 3 — синій; 4 — жовтий; 5 — зелений; 6 — червоний; 7 — фіолетовий

Водночас зменшення коливання вологості до 40–70% і температури повітря від плюс 15 до плюс 28 °С не викликає практично зміни колірних характеристик відбитків, лакованих за вищезазначеними технологічними схемами. Встановлено, що  $\Delta E$  не перевищує величини 0,25–2,88. Тож найвірогідніше — найбільше впливають вологість повітря і коливання температури, що підтверджується висновками роботи [4], де наведено методики й результати визначення світлостійкості друкарських фарб за синьою вовняною шкалою (Blue Wool Scale), сірою шкалою ISO 105B02 та стандартами Великої Британії BS 3020, BS 4666. Окрім того, у роботі [4] доведено, що взимку зміни колірних характеристик відбитків відбуваються повільніше, ніж улітку, що пояснюється меншими коливаннями величини УФ-складової денного світла.

Таким чином, при проектуванні сучасних технологічних процесів друкування й опорядження різноманітної продукції увагу слід зосередити на визначенні умов подальшого її використання. Саме це регламентуватиме вибір оптимальної технологічної схеми для забезпечення максимальної довговічності лакованих відбитків і збереження їх колірних і фізико-механічних поверхневих властивостей.

З вищевикладеного випливають наступні висновки:

1. Уперше встановлено зміни колірних характеристик відбитків, лакованих за різними технологічними схемами, які характеризуються збільшенням величини колірних відмінностей  $\Delta E$  залежно від складу фарби, лаку і типу задрукованого матеріалу, особливо на ділянках зображень, що утворюються накладанням чотирьох фарб.

2. Зміни якості поверхні відбитків характеризуються інтенсифікацією розтріскування під впливом кліматичних умов залежно від параметрів технологічного процесу друкування і лакування. Найбільш нестійкі відбитки отримано гібридними фарбами і лаковані УФ-лаком по сирому.

3. Проведені експериментальні дослідження дають підстави твердити про необхідність подальшого визначення впливу кліматичних умов зберігання й експлуатації лакованих відбитків і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для вдосконалення технологічного процесу оздоблення видань і паковань.

1. Валенски В. Рекомендации по технологии лакирования оттисков в офсетной печати // Полиграфия. 1995. № 5. С. 38. 2. Величко О., Зоренко О., Кириченко І. Практикум із загального та поліграфічного матеріалознавства: Навч. посіб. К., 2006. 3. Величко О. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: Моногр., К., 2005. 4. Гудин Д. Светостойкость печатных красок // Компьюарт. 2006. № 9. С. 19–21. 5. Климова Е. Фотополимеризующиеся композиции для печатных и отделочных процессов. М., 2000. 6. Кочкин В. Ф., Гуревич А. Е. Лакокрасочные материалы и покрытия в производстве радиоаппаратуры. Л., 1991. 7. Матеріалознавство. Методики випробувань фарб та відбитків флексографічного і глибокого друку: Метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Матеріалознавство»/ Уклад.: А. І. Степанець, Р. А. Хохлова. К., 2007. 8. Пахаренко В. А., Яковлева Р. А., Пахаренко А. В. Переработка полимерных композиционных материалов. К., 2006. 9. Хохлова Р. Вплив лакового шару на колірні характеристики відбитків // Упаковка. 2006. № 4. С. 38–41.

УДК 655.32

**В. В. Кукура, Ю. А. Кукура**

*Українська академія друкарства*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ ДРУКАРСЬКОГО ПРОЦЕСУ ФЛЕКСОГРАФІЧНОГО ДРУКУ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ**

*Подано результати досліджень процесу флексографічного друку з метою оптимізації деяких параметрів друкарського процесу у виробничих умовах.*

*The results of the research of the process of flexographical printing in order to optimize some points of printing process in production conditions are presented.*

Процес друкування флексографічним способом сьогодні ґрунтовно досліджується багатьма спеціалістами з огляду на його швидкий та інтенсивний розвиток. Крім того, цей спосіб друку постійно вдосконалюється: з'являються більш досконале обладнання та нові технології. А при цьому, відповідно, зростає число тих самих перемінних факторів, для керування якими стають потрібними нові прийоми, а головне стандарти якості. Адже, як відомо, довгоочікуваний стандарт якості флексографічного друку ISO 12647-6 усе ще доопрацьовується. Тому важливими і необхідними є дослідження в цій сфері, до того ж, якщо вони виконують і практичні завдання [1].

Серед факторів впливу на якісні характеристики відбитків у флексографії слід виокремити швидкість процесу друкування та основну характеристику фарб — в'язкість. Завданням нашого експерименту було вивчення саме цих параметрів друкарського процесу та їх впливу на якість друкованої продукції.