

УДК 655.3.022.11:655.344:620.18

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ «УФ-ЛАК—ДРУКОВАНІЙ ВІДБИТОК»

© Р. А. Хохлова, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**Разработана и описана физическая модель системы
«УФ-лак—печатный оттиск».****It is developed and described physical model of the system
«UV-varnish—printing print».****Постановка проблеми**

В умовах ринкової конкуренції українського сьогодення оздоблена друкована продукція має більше шансів на успіх. Оздоблення, виконуючи функцію захисту від механічних пошкоджень, надання оптичних ефектів для підвищення рекламного впливу продукту, забезпечення подальшої оперативної обробки, має широкий спектр варіантів: висічка, блінтове і конгревне тиснення поліграфічною фольгою та без неї, друкування металізованими фарбами, припресування різного роду полімерних плівок, а також найрізноманітніші способи лакування. Оцінюючи економічно-технологічні параметри, найдешевшим, найпростішим, найрозповсюдженішим, масовим та найоперативнішим технологічним процесом оздоблення друкованої продукції вважається лакування, УФ-лаками зокрема. Тому розробка аналітичних, математичних, фізичних моделей системи «УФ-лак—друкований відбиток» сприяє подальшому розвитку теоретичних основ лакування, встановленню науково-обґрунтованих рекомендацій по вдосконаленню технологічного процесу.

Аналіз останніх досліджень

Існуючі відомі моделі описують процеси фотополімеризації лаків, копювальних шарів під дією УФ-

випромінювання [1—7]; модель Н. І. Канигіна [8] відображає проходження, заломлення, відбивання, розсіювання світла в системі «фарба—папір». Всі ці нароби описують процеси взаємодії світла з УФ-активним середовищем залежно від довжини хвилі випромінювання, складу шарів УФ-лаків і фарб, копювальних шарів, потужності джерела опромінювання, його відстані від відбитка, однак лише частково їх можна застосувати до опису моделі «УФ-лак—друкований відбиток».

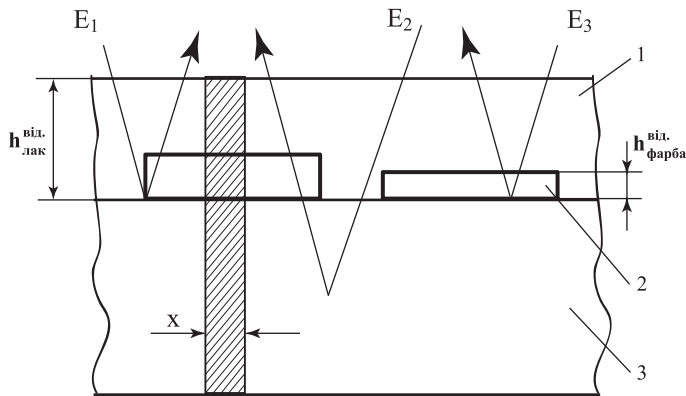
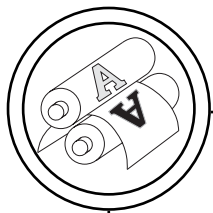
Мета роботи

Розробка фізичної моделі системи «УФ-лак—друкований відбиток» для подальшого розвитку теоретичних основ лакування та встановлення науково-обґрунтованих рекомендацій по вдосконаленню технологічного процесу нанесення лаку.

Результати проведених досліджень

Прийнята фізична модель взаємодії лакового шару на друкованому відбитку з енергетичними потоками E_1 , E_2 , E_3 схематично наведена на рис.

Світловий енергетичний потік діє на лаковий шар друкованого відбитка, частково відбиваючись від поверхні, заломлюючись у ша-



Фізична модель системи «УФ-лак—друкований відбиток»: 1 — шар лаку, товщиною $h_{лак}^{від}$; 2 — шар фарби, товщиною $h_{фарба}^{від}$; 3 — папір; E_1, E_2, E_3 — енергетичні потоки; x — товщина певного шару у системі

рах, розсіюючись, проходячи в глиб системи. Відбите і розсіяне папером світло частково поглинається шаром фарби. Уявімо шар фарби як дискретне зображення з певною роздільною здатністю, яка відповідає кроку растра $\frac{10}{L}$, де L — лініатура растра.

Тоді за рахунок поглинання і розсіювання світла папером, лаковим шаром і фарбою, шар якої прийнято не суцільним, а дискретним хід променів буде описуватися рівнянням згідно закону Френеля [9].

Промені зміщуються, проходячи через шари лаку. Товщина шару лаку пов'язана з ходом променів такою залежністю [9]:

$$h_{лак}^{від} = \frac{10}{L} n \sqrt{\frac{1 - \sin^2 \alpha}{4 \sin^2 \alpha}}, \quad (1)$$

де $h_{лак}^{від}$ — товщина шару лаку на відбитку; $\frac{10}{L}$ — крок растра L ;

n — показник заломлення лакового покриття; α — кут падіння світлового потоку.

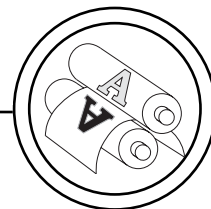
Відповідно визначимо на підставі закону Бугера-Ламберта та з врахуванням взаємозв'язку оптичних характеристик лакового, фарбового шару і паперу, потоки випромінювання, які виникають в результаті направленного енергетичного потоку E_1, E_2, E_3 [10]:

$$E_1 = E_{лак+фар.} \cdot \tau_{лак} \frac{R_{лак}}{1 - R_{фар.} \cdot R_{лак}}, \quad (2)$$

$$E_2 = E_{лак+фар.} \cdot E_{папір} \cdot \tau_{папір} \frac{R_{фар.} \cdot R_{лак} \cdot R_{папір}}{1 - R_{фар.} \cdot R_{лак} \cdot R_{папір}}, \quad (3)$$

$$E_3 = E_{лак+фар.} \cdot \tau_{фар.} \frac{R_{фар.}}{1 - R_{фар.} \cdot R_{лак}}, \quad (4)$$

де E_1, E_2, E_3 — енергетичні потоки, направлені на лакований відбиток під кутом α ; $E_{лак+фар.}$ — енергетичні потоки, що створюються в середині шарів лаку та фарби; $E_{папір}$ — енергетичні потоки, що створюються в середині шару паперу; $\tau_{лак}$



$\tau_{\text{папір}}$, $\tau_{\text{фар.}}$ — відповідно пропускна здатність шарів лаку, паперу, фарби; $R_{\text{лак}}$, $R_{\text{папір}}$, $R_{\text{фар.}}$ — відповідно відбивна здатність шарів лаку, паперу, фарби.

На підставі формули Гуревича-Кубелки-Мунка [11] можна встановити аналітичний вираз взаємозв'язку поглинання, розсіювання, відбивання світлових енергетичних потоків у системі «УФ-лак—друкований відбиток»:

$$k_{\text{фар.}} = \frac{1 - R_{\text{фар.}}}{1 + R_{\text{фар.}}} \cdot I_{\text{фар.}}, \quad (5)$$

$$k_{\text{лак}} = \frac{1 - R_{\text{лак}}}{1 + R_{\text{лак}}} \cdot I_{\text{лак}}, \quad (6)$$

$$\sigma_{\text{папір}} = \frac{2 \cdot R_{\text{папір}}}{1 - R_{\text{папір}}^2} \cdot I_{\text{папір}}, \quad (7)$$

де $l_{\text{лак}}$, $l_{\text{папір}}$, $l_{\text{фар.}}$ — товщина шарів відповідно лаку, паперу, фарби.

Вираз (7) показує розсіювальну здатність паперу як по відношенню до шару лаку, так і до фарби.

З урахуванням поглинальної і розсіювальної здатності в папері, лаковому, фарбовому шарі для всієї системи «УФ-лак—друкований відбиток» у визначеному певному шару товщиною x буде [10]:

$$\frac{dE}{dx} = \frac{1}{\cos \alpha} \left[(k_{\text{лак}} + \sigma_{\text{лак}}) + (k_{\text{фар.}} + \sigma_{\text{фар.}}) + (k_{\text{папір}} + \sigma_{\text{папір}}) \right] \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \quad (8)$$

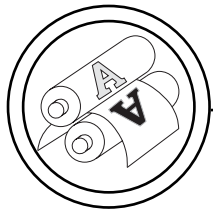
де $k_{\text{лак}}$, $k_{\text{папір}}$, $k_{\text{фар.}}$ — відповідно поглинальна здатність лаку, паперу, фарби; $\sigma_{\text{лак}}$, $\sigma_{\text{папір}}$, $\sigma_{\text{фар.}}$ — відповідно розсіювальна здатність лаку, паперу, фарби.

Аналітичний вираз (8) показує суть внесення кольорних спотворень лаковим шаром, підтверджує отримані результати проведених експериментальних досліджень впливу лакового покриття на кольорні характеристики відбитків й дає підстави твердити про доцільність введення поправки до коефіцієнту світлорозсіювання Юла-Нілсена в функцію Шеберстова-Мюррея-Девіса [8] для лакованих відбитків.

Висновки

1. Розроблено фізичну модель взаємодії лакового шару з енергетичними потоками, що діють на нього у системі «УФ-лак—друкований відбиток».
2. Описано енергетичні потоки, що взаємодіють з шарами системи.
3. Встановлено аналітичний вираз взаємозв'язку поглинання, розсіювання, відбивання енергетичних потоків у розробленій моделі.
4. Аналітично обґрунтовано суть внесення кольорних спотворень відбитка лаковим шаром.

1. Лазаренко Э. Т. Фотохимическое формование печатных форм. — Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1984. — 152 с. 2. Шибанов В. Минимумы или очерки о фотополимеризующихся материалах. — Киев: Украинская флексографская техническая ассоциация, 2002. — 128 с. 3. Крюков А. И., Шерстюк В. П., Дилунг И. И. Фотоперенос электрона и его прикладные аспекты. — Киев: Наукова думка, 1982. — 240 с. 4. Маслюк А. Ф., Храновский В. А. Фотохимия полимеризационноспособных олигомеров. — Киев: Наукова думка, 1989. — 192 с. 5. Климова Е. Д. Фотополимеризующиеся композиции для печатных и отделочных процессов. — М.: МГУП, 2000. — 192 с. 6. Мервінський Р. І. Фізико-хімічні основи техно-



логії формування макро- та мікрорельєфних носіїв інформації з фотополімеризаційноздатних матеріалів на основі олігоєфіракрилатів / Автореф... док. тех. наук. — Львів: УАД, 1999. — 36 с. 7. Миклушка И. З. Создание и исследование фотополимеризующегося лака на основе олигоуретанакрилата для облагораживания полиграфической продукции / Диссертация к.т.н. — Львов: УПИ им. И. Федорова, 1992. — 147 с. 8. Каньгин Н. И. Цветовоспроизведение изобразительной информации репродукционными системами. — М.: Изд-во МГУП «Мир книги». — 1998. — 188 с. 9. Фролов М. В. Защитные метки с оптическими эффектами // В сб.: Проблемы полиграфии и издательского дела. — М.: МГУП. — 2004. — № 4. — С. 59—68. 10. Ильясов С. Г., Будникова О. А., Батжаргал Унэнбат. Исследование оптических защитных характеристик многослойных упаковочных материалов // В сб.: Проблемы полиграфии и издательского дела. — М.: МГУП. — 2005. — № 3. — С. 3—13. 11. Ильясов С.Г. Перенос энергии электромагнитного излучения в многослойных материалах полиграфического и упаковочного производства // В сб.: Проблемы полиграфии и издательского дела. — М.: МГУП. — 2005. — № 1. — С. 15—39.

Надійшла до редакції 30.05.06