

УДК 655.3.026

О. О. Гриценко, В. П. Шерстюк, докт. хім. наук., проф.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
Видавничо-поліграфічний інститут, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ЗМІННИМИ ОПТИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАКОВАНЬ

O.O. Hrytsenko, V. P. Sherstiuk, Dr., Prof.

THE USE OF PRINTED IMAGES WITH CHANGEABLE OPTICAL CHARACTERISTICS FOR SMART FUNCTIONAL PACKAGING

На сьогодні однією із світових тенденцій у галузі пакувальних технологій є підвищення вимог до безпечності харчових продуктів, розширення й урізноманітнення функціональності пакувань, підвищення екологічності пакувань. У зв'язку з цим нанесення друкарськими методами на матеріали пакувань зображень із змінними оптичними характеристиками для забезпечення функціональності новітніх (активних і розумних) пакувань є досить перспективним. Такі друковані зображення на функціональних пакуваннях можуть виконувати слугувати елементами захисту поліграфічної продукції від підробки, реагувати на зміни стану навколишнього середовища, внутрішнього середовища пакування, запакованого продукту або цілісності пакування шляхом зміни оптичних характеристик. Таким чином можна підвищувати безпечність і культуру споживання, вирізняти свій продукт серед продуктів конкурентів. Досягнення нанотехнологій починають активно використовуватися в усіх сферах виробництва, у тому числі в поліграфії та друкованих пакуваннях. Нанопотонні системи засновані на явищах випромінювання та поглинання світла компонентами у нанометровому масштабі. Друкарські фарби та лаки з нанопотонними елементами можуть мати змінні оптичні характеристики і є перспективними для використання у функціональних пакуваннях. До оптичних характеристик друкованих зображень, які мають люмінесцентні властивості, слід віднести інтенсивність люмінесценції та колірні характеристики. Інтенсивність люмінесценції відбитків, які поглинають і випромінюють світло (емісійні процеси), аналогічна оптичній густині відбитків, які поглинають і відбивають світло (абсорбційні процеси).

Проблема технологічного забезпечення виготовлення друкованих функціональних пакувань є практично не розкритою в літературних джерелах. Для досягнення показників, яким мають відповідати поліграфічні відбитки, у тому числі оптичних характеристик друкованих відбитків, друкування зображень із змінними оптичними характеристиками на пакуваннях має бути забезпечене узгодженням параметрів технологічного процесу і властивостей матеріалів, зокрема через значний вплив на оптичні характеристики друкованих функціональних пакувань ряду технологічних чинників. Визначальними є спосіб друку і технологічні параметри друкарського та післядрукарського процесів, показники складників технологічного середовища, поверхневі й оптичні властивості задрукованого матеріалу, наявність інших технологічних операцій тощо.

Було проведено технологічні дослідження формування друкованих шарів із змінними оптичними характеристиками на поверхні пакувальних матеріалів для виготовлення функціональних пакувань, в результат яких було встановлено вплив параметрів складників технологічного середовища на оптичні характеристики друкованих відбитків з нанопотонними елементами при виготовленні друкованих функціональних пакувань. Було виявлено закономірності впливу параметрів технологічного процесу виготовлення методами прямого та непрямого друку

штрихових і растрових друкованих відбитків з нанофотонними елементами на їхні оптичні характеристики. На основі встановлених аналітичних залежностей було розроблено комплексну математичну модель забезпечення оптичних характеристик друкованих відбитків з нанофотонними елементами, що враховує узгодження параметрів технологічного процесу виготовлення друкованих функціональних паковань (додрукарських, друкарських і післядрукарських процесів) з оптичними характеристиками одержуваних друкованих елементів функціональних паковань.

Для створення алгоритму розрахунку технологічних параметрів виготовлення друкованих зображень із змінними оптичними характеристиками було використано результати досліджень [1–4], у яких було визначено вплив використовуваних матеріалів, технологічних параметрів додрукарського і друкарського процесу різних способів друку, а також післядрукарських процесів на оптичні характеристики друкованих шарів. Згідно з розробленою математичною моделлю, інтенсивність люмінесценції I друкованого шару, який знаходиться на зовнішній поверхні задруковуваного матеріалу:

$$I = ((1 - R/100) I_{ЗМ} + R/100 (I_{ДФ} (0,00005\delta^2 + 0,0015\delta + 0,3055) + I_{ЗМ} \times (-0,00003 \delta^2 + 0,0002 \delta + 1))) f_{суш}(t, \tau, \delta)$$

де $I_{ДФ}$ – інтенсивність люмінесценції суцільного фарбового шару товщиною 100 мкм, нанесеного на гладкий нелюмінесцентний матеріал, R – відсоток градацій растрової ділянки, $I_{ЗМ}$ – інтенсивність люмінесценції задруковуваного матеріалу, δ – товщина шару фарби на відбитку, $f_{суш}(t, \tau, \delta)$ – функція [3] врахування впливу параметрів фіксування шару фарби на відбитку (t – температура сушіння, τ – час).

Оскільки для функціонування друкованої системи у складі пакування може бути необхідним прямий її контакт із запакованим продуктом, можливе друкування фарбового шару на внутрішній поверхні пакування, і характеристики люмінесценції такого елемента будуть зчитуватися крізь шар матеріалу пакування – полімеру. Відповідно, інтенсивність люмінесценції I друкованого шару, який знаходиться на внутрішній поверхні задруковуваного матеріалу (полімерної плівки товщиною $\delta_{плівки}$):

$$I = (I_{ЗМ} + R/100 (I_{ЗМ} + I_{ДФ}(0,00005\delta^2 + 0,0015\delta + 0,3055) \times (-0,00001 \delta_{плівки}^2 + 0,0057 \delta_{плівки} + 0,2282))) f_{суш}(t, \tau, \delta)$$

На основі проведених досліджень було розроблено програмне забезпечення у сучасному середовищі програмування Delphi XE5 для розрахунку впливу технологічних параметрів друкування функціональних паковань на їхні оптичні характеристики.

Дослідження проводилися за підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках НДР №2873п. Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф64/36-2015 від 27.10.15.

Література

1. Sarapulova O. Influence of parameters of a printing plate on photoluminescence of nanophotonic printed elements of novel packaging / O. Sarapulova, V. Sherstiuk // Journal of Nanotechnology. – 2015. – Vol. 2015. – P. 1–6.
2. Сарапулова О. О. Технологічні особливості нанесення нанофотонних елементів паковань трафаретним способом друку / О. О. Сарапулова, В. П. Шерстюк // Технологія і техніка друкарства. – 2013. – №3(41). – С. 18–26.
3. Сарапулова О. О. Вплив технологічних параметрів фіксування нанофотонних друкованих покриттів на їхні фотолюмінесцентні характеристики / О. О. Сарапулова, В. П. Шерстюк // Технологія і техніка друкарства. – 2014. – №4(46). – С. 21–28.
4. Сарапулова О. О. Вплив властивостей задруковуваного матеріалу на виготовлення друкованих нанофотонних систем / О. О. Сарапулова // Технологія і техніка друкарства. – 2014. – №3(45). – С. 103–112.