

О. А. Гриценко, ассист.;  
 Д. С. Гриценко, ст. преп., канд. техн. наук;  
 (КПИ им. Игоря Сикорского, ИПИ, г. Киев, Украина)

## РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕЧАТНЫХ НАНОФОТОННЫХ МАРКИРОВОК ДЛЯ УМНЫХ УПАКОВОК

При производстве нанофотонных маркировок для умных упаковок [1] печатными методами (тампонная [2], трафаретная [3], струйная печать [4]) важно спрогнозировать, какие оптические характеристики будет иметь оттиск. Целью данного исследования является построение аналитической зависимости для расчета влияния технологических факторов на оптические характеристики (интенсивность люминесценции) печатных нанофотонных маркировок для умных упаковок, изготовленных с использованием красок на основе наночастиц углерода струйным методом печати.

Для изготовления образцов в виде печатных участков размерами 2×2 см, были использованы: 1) красочные композиции для струйной печати с наночастицами углерода [1]; 2) бумага для струйной печати без оптических отбеливателей [5] с разной впитывающей способностью поверхности, которая определяется степенью проклейки бумаги; 3) струйный принтер Epson Stylus SX 4300. Запись спектров люминесценции образцов для определения интенсивности люминесценции осуществлялась с использованием флуоресцентного спектрометра Perkin Elmer LS 55.

К основным определяющим факторам, которые оказывают влияние на интенсивность люминесценции полученных печатных изображений, отнесены: 1) состав краски, а именно концентрация наночастиц углерода в красочной композиции: 10%, 20%, 50%; 2) относительная площадь растровых элементов тонового изображения: 10%, 20%, ..., 100%; 3) гладкость поверхности бумаги: 65 с., 95 с. и 125 с.

Был проведен полный факторный эксперимент и построена математическая модель для получения аналитической зависимости интенсивности люминесценции оттисков  $I = f(c, R, s)$ , которая учитывает влияние нижеуказанных факторов на интенсивность люминесценции печатного слоя на оттиске:

$$I = - 0,50057 c - 1,46016 R + 3,103403 s + 0,030549 c \cdot R - \\ - 0,000644 c \cdot s + 0,023026 R \cdot s - 3,14815 \cdot 10^{-5} c \cdot R \cdot s - 135,119$$

где  $c$  — концентрация наночастиц углерода, %,  $R$  — относительная площадь растровых элементов растрового поля, %,  $s$  — гладкость поверхности бумаги, с.

На основе рассчитанной аналитической зависимости интенсивности люминесценции отпечатков от исследованных технологических факторов определено, что: 1) наибольшее влияние на интенсивность люминесценции имеет гладкость поверхности бумаги; 2) меньшее влияние имеет относительная площадь растровых элементов растрового поля; 3) сравнительно наименьшее влияние на интенсивность люминесценции имеет концентрация люминесцентной составляющей в краске, однако это связано с тем, что целесообразно выбирать среднюю концентрацию люминесцентной составляющей в краске (20%), а при повышении концентрации не происходит существенного повышения интенсивности люминесценции получаемого печатного изображения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гриценко О. О. Виготовлення нанофотонних маркувань для розумних паковань / О. О. Гриценко, Д. С. Гриценко // Упаковка. – 2017. – №3. – С. 44–49.
2. 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.
3. Сарапулова О. О. Проблеми поліграфічного виготовлення новітніх паковань з нанорозмірними фотоактивними елементами / О. О. Сарапулова, В. П. Шерстюк // Технологія і техніка друкарства. – 2013. – №2. – С. 46–57.
4. Гриценко Д.С. Особливості використання технологій струминного друку для виготовлення маркувань для розумних паковань / Д. С. Гриценко, О. О. Гриценко // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 432 с. – С. 226–227.
5. Гриценко О. А. Особенности подбора бумаги для печати маркировок упаковок с нанофотонными элементами / О. А. Гриценко, Д. С. Гриценко // Принттехнологии и медиакоммуникации : тезисы докладов 82-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1-14 февраля 2018 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск : БГТУ, 2018. – С. 19–20.