

УДК 655.3.022.75

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ВІДБИТКІВ, НАДРУКОВАНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИМИ ФАРБАМИ

С. Ф. Гавенко, М. О. Огірко, А.-Й. П. Лозовий, О. Г. Котмальова, Н. І. Канцір

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Здійснено аналіз сучасних поліграфічних технологій для захисту продукції від підробки. Проведено оцінювання якості відбитків, утворених фарбою з вмістом люмінофорів від 10 до 30 відсотків. Об'єктами досліджень вибрано відбитки на картоні Alaska GC із подвійним крейдованим покриттям. Досліджено вплив люмінесцентних добавок на денситометричні та колориметричні показники друкарських відбитків. Вимірювання люмінесценції здійснювали за характеристикою координат кольору CIE на основі отриманих спектрів випромінювання світла. Визначено вплив люмінофора на полиск надрукованих зображень. Досліджено, що полиск відбитка голубої фарби залишається незмінним при 10 і 20 % люмінофора і зростає більше як вдвічі при збільшенні люмінофора до 30 %. За результатами експериментальних досліджень побудовано діаграми величин розрізнення кольорів ΔE , визначено площу колірною охоплення фарб. За допомогою електронно-мікроскопічних досліджень встановлено рівномірність розподілу наночастинок люмінофора у фарбовому шарі на поверхні друкарського відбитка. Встановлено, що збільшення відсотка люмінесцентних частинок, введених у фарбу, сприяє збільшенню площі колірною охоплення на відбитку. Виявлено, що значення оптичної щільності збільшується на одну соту відповідно до збільшення вмісту люмінофора. Підтверджено, що чим товстіший шар фарби, тим сильніший ефект флуоресценції. Засвідчено, що друкування зображень фарбами зі спецефектами є надійним захистом друкованої продукції від фальсифікації.

Ключові слова: друкарські відбитки, картон, люмінесцентні фарби, полиск, якість, денситометричні та колориметричні показники.

Постановка проблеми. Зараз спостерігається інтенсивний розвиток пакувальної індустрії. Згідно з останніми даними Світової організації упакування (WPO) та Британського дослідницького об'єднання PSRA, світовий ринок упакування щорічно зростає на 4,2 %. Особливо суттєве збільшення використання пакувань спостерігається в Індії (14, 2%), Польщі (11,0 %) та Китаї (8,2 %) [1]. Вимоги до упакування в різноманітних сферах виробництва також різні, тому що воно бере участь у багатьох процесах: виробництво; складське господарство; маркетинг; торгівля; транспорт; логістика. Відповідно, пакувальна продукція потребує інформаційного забезпечення, класифікації, стандартизації, сертифікації тощо. Особливо інтенсифікуються статистичні, аналітичні, інформаційні та маркетингові дослідження процесів виготовлення та використання пакувань.

Популярними є захисні поліграфічні технології, які використовуються для маркування паковань, промислових і продуктових товарів, ліків тощо і є надійними елементами протидії підробкам. Оскільки етикетка — обличчя продукції, то насамперед підробляють саме її, тому найбільш серйозну увагу потрібно приділяти виготовленню захищеної етикетки, яка стає основним фактором протидії виготовленню фальсифікації. Захисні фарби і голограми — найбільш поширені способи підтвердження справжності продукції [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним зі шляхів розв'язання задачі протидії фальсифікації друкованої та пакувальної продукції є використання витратних матеріалів зі специфічними фізико-хімічними та оптичними властивостями. Для цього можуть використовуватися відомі способи друку — офсетний, трафаретний, флексографічний, цифровий. Добре відомі захисні елементи для паковань та етикеток, в основі яких лежать самі полімерні матеріали (термомеханічна модифікація), а також можливість додрукарської підготовки оригіналу (дисторсія, латентність, інверсія). Суть захисту полягає у використанні інтервальних полімерних матеріалів, у створенні, а потім спотворенні або маскуванні електронної версії штрихових кодів, які містять різноманітне інформаційне навантаження, та у відтворенні цих зображень за допомогою трафаретного друку.

Автори праці [3] пропонують використовувати флуоресцентну композицію, яка не потребує дисторгування зображення. Його не розпізнає сканер, і воно не містить інформації. Зчитування можливе тільки під впливом УФ-випромінювання, на яке реагує флуоресцентна композиція. У такий спосіб проявляються раніше замасковані пробіли, і штриховий код стає видимим для сканувального пристрою. У процесі друкування важливою є приводка, оскільки, якщо люмінофор потрапляє на штрихи, зчитування коду стає неможливим. Ідентифікація за допомогою УФ-випромінювання під час використання флуоресцентних композицій сьогодні є досить популярною. З позицій фізики флуоресценція — це короткочасна люмінесценція. Під час флуоресценції відбувається випромінювальний перехід збудженого стану з найнижчого коливного рівня в основний стан. Проте флуоресцентні пігменти не забезпечують довгого періоду світіння, як, наприклад, порошкові люмінофори — від 8 до 12 годин. Зникає УФ-джерело світла, і світіння припиняється [4]. Винахід може бути використаний у друкарських фарбах під час виробництва та обігу захищених від підробок документів і виробів. Люмінесцентні захисні чорнила містять розчинник і напівпровідникові нанокристали, дисперговані в кремнійорганічній сполуці, що складаються з послідовно розташованих: напівпровідникового ядра 1, першого 2 і другого 3 напівпровідникових шарів, а також зовнішнього 4 шару, матеріал якого вибраний із кремнійорганічного полімеру з ряду, що містить полі (аміноетил) триметаксисілан, полі (метакрил) триетаксисілан, полі (метил) триетаксисілан, полі (меркаптоетил) триметаксисілан, метилфеніловий полісілоксан, поліетоксисілан.

Напівпровідникові нанокристали видають флуоресцентний сигнал у діапазоні довжин хвиль флуоресценції від 400 до 3000 нм під впливом джерела світла видимого або ультрафіолетового діапазону, відносний квантовий вихід флуоресценції

становить не менше 80 %. На основі люмінесцентних захисних чорнил виготовляють захисну мітку, за допомогою якої контролюють справжність виробів за допомогою простих засобів. Забезпечується додатковий захист протягом двадцяти років [5].

У праці [6] описуються дослідження неорганічних ГЧ-люмінофорів (фосфорів) та їхніх основних характеристик. Люмінесцентні фарби застосовують для зовнішньої реклами, їх використовують для привернення уваги до тексту, для яскравих етикеток, рекламних проспектів. Їх можуть застосовувати для підвищення ступеня захисту документів. Так, під час копіювання на кольоровому принтері деякі кольори Novaspot Fluorescent не відображаються — змінюється їхній колір. Наприклад, 804 — яскраво-помаранчева фарба — стає під час копіювання бежевою. Саме 804 фарбу використовують для захисту від копіювання. Ці фарби, кожна у своїй зоні, випромінюють багато світла. Сонячне світло, потрапляючи на зображення, задруковане флуоресцентною фарбою, не поглинається, як іншими фарбами, а підсумовується через зміну енергії. Завдяки цьому явищу відбувається насичення фарби і виникає ефект флуоресценції: фарби наче світяться, посилюється їхній колірний ефект. Схоже явище спостерігається тільки за денного освітлення.

Для флуоресцентних фарб характерне явище «мерехтіння в очах», якщо виникають розбіжності в яскравості фарби на сусідніх ділянках відбитка. Фарби серії Novaspot Fluorescent PANTONE підходять для подальшого лакування водно-дисперсійним лаком. Потрібно зазначити, що чим товстіший шар фарби, тим сильніший ефект флуоресценції. Для його підсилення часто рекомендують подвійне задруковування зображення при низькій лінійній растрі. Існує декілька теорій виникнення люмінесценції. Так, Стрендж, який прожарював ZnS у кварцових ампулах при $1000\text{ }^{\circ}C$ протягом декількох годин, спостерігав, що якщо є $0,001\%$ CuS і еквівалентна кількість NH_4Cl , з'являється характерна для $ZnSCu$ зелена люмінесценція, водночас якщо є лише CuS (за температури вище $200\text{ }^{\circ}C$ він перетворюється на Cu_2S) без NH_4Cl , люмінесценція слабка або її немає [7].

Характерним явищем під час низькотемпературного окислення вуглеводнів потрібно вважати виникнення блідо-блакитної люмінесценції, або холодного полум'я, що супроводжує швидке окислення. Введені в решітку люмінофора чужорідні атоми, що отримали назву активаторів, зумовлюють як виникнення люмінесценції, так і спектральний склад випромінювання. Відомі два механізми виникнення люмінесценції:

1) світіння окремих центрів, коли процес виникнення люмінесценції відбувається лише в одній частинці (центр світіння), що є як поглиначем енергії, так і випромінювачем світлових квантів;

2) рекомбінаційні процеси світіння, під час яких зазвичай поглинання енергії здійснюють не ті частинки, які випромінюють світлові кванти [8]. Залежно від характеру елементарних процесів, що спричинюють люмінесцентне випромінювання, розрізняють: спонтанну люмінесценцію, яка полягає в тому, що під впливом джерела люмінесценції спочатку відбувається збудження атомів (молекул або іонів) на проміжні збуджені енергетичні рівні. Далі з цих рівнів відбуваються випромінювальні, а

частіше безвипромінювальні переходи на рівні, з яких випромінюється люмінесцентне світіння. Такий вид люмінесценції спостерігається у складних молекулах парів і розчинів, у центрах твердих тіл. Вимушена (метастабільна) люмінесценція характеризується тим, що під впливом джерела люмінесценції відбувається перехід на метастабільний рівень, а потім — на рівень люмінесцентного випромінювання (прикладом є фосфоресценція органічних речовин). Рекombінаційна люмінесценція відбувається внаслідок сполучення частинок, що розділилися під час поглинання збудженої енергії. Перед очима людини може відбуватися рекombінація радикалів або іонів, внаслідок якої виникає молекула у збудженому стані. Подальший перехід в основний стан може супроводжуватися люмінесценцією. Флуоресценція може бути сповільненою, або, як її називають, фосфоресценцією. Відомі два види сповільненої флуоресценції: в одному спектр світіння збігається зі спектром флуоресценції (а-процес), в іншому — спостерігається інший спектр світіння, зміщений до довгих хвиль (b-процес) [9].

Мета статті — оцінювання якості відбитків, надрукованих люмінесцентними фарбами.

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктом дослідження було вибрано відбитки на картоні Alaska GC – 2 граматурою 250–300 г/м², задруковані фарбою з люмінесцентними домішками (від 10 до 30 %). Порівняння здійснювали з відбитками, утвореними фарбою серії Fluorescent Ink 214 405, яка світиться синім кольором при УФ-випромінненні, а закріплення відбувається внаслідок всотування та окислювальної полімеризації. Для досягнення кращого ефекту світіння наносили достатньо товстий фарбовий шар > 2,0 г/м². Картон Alaska GC – 2 складається з верхнього подвійного крейдованого покриття, біленої та хіміко-термомеханічної целюлози, містить первинні волокна, зворотна сторона світло-кремового кольору, має підвищений показник білизни лицьового шару, технічні характеристики якого наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики картону Alaska GC – 2

| Параметри | Одиниці вимірювання | Стандарт | Показник |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Білизна | % | ISO 2470 | Верх 91±1 Низ 70±1 |
| Глянець, 75 ° | % | TAPPI 480 Om-99 | > 45 |
| Шорсткість | мкм | PPS S10 | < 1,3 |
| Внутр. зчеплення | Дж/м ² | TAPPI 833 Om-94 | > 110 |
| Вологопоглинання Cobb 60 | г/м ² | PN-EN 20535:1996 | Верх < 55 Низ < 70 |
| Вологість | % | PN-ISO 287:1994 | 7,5±1 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Щільність 250 | г/м ² | PN-ISO 536:1996 | ± 2,5 % |
| Товщина 410 | мкм | PN-EN 20534:1995 | ± 4 % max 20 ± 4 % max 20 |
| Жорсткість | мНм | DIN 53121 (5°) TABER(15°) | MD-29,6; CD-14,4 MD-16,4; CD-8,0 |

Для визначення відхилення колірному тону і насиченості використовували денситометр X — RITE 939. Відповідно до результатів експериментальних досліджень побудовано діаграми величини розрізнення кольорів. Для визначення величини розрізнення кольорів (ΔE) вимірювали координати кольору в системі CIE $L^*a^*b^*$ за допомогою колориметра і розраховували ΔE за формулою:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2},$$

де $\Delta L^* = L^*1 - L^*2$ $\Delta a^* = a^*1 - a^*2$ $\Delta b^* = b^*1 - b^*2$; ΔE_{ab} — відстань між двома пунктами в тривимірній системі координат кольору; L^*1, a^*1, b^*1 — середнє значення для еталонного зразка; L^*2, a^*2, b^*2 — середнє значення для досліджуваного відбитка.

Залежно від отриманих значень, розрізняють п'ять варіантів ідентифікації кольору:

- $\Delta E < 1$ — різниця не помітна для людського ока;
- $\Delta E = 1 \div 2$ — різниця кольору, помітна для досвідченої людини;
- $\Delta E = 2 \div 3,5$ — різниця кольору, помітна для будь-кого;
- $\Delta E = 3,5 \div 5$ — помітна різниця кольору;
- $\Delta E > 5$ — дуже велика різниця між вимірювальними кольорами.



Рис. 1. Загальний вигляд денситометра X – RITE 939 для виміру координат кольору в системі CIE $L^*a^*b^*$

Важливим параметром якості відбитків є блиск. Блиск — це оптичне враження, що виникає внаслідок розсіювання або відбиття світла на поверхні твердих тіл чи безпосередньо над їхньою поверхнею. Блиск відбитка визначали як властивість поверхні, що виражається коефіцієнтом прямого відбиття світла, вимірним на площині друку на блискомірі ZGM 1020. Вимірювання блиску — це процес освітлення досліджуваної поверхні під відповідно обраним кутом, а потім визначення інтенсивності відбитого випромінювання під однаковим кутом. Вимірювання блиску проводили під однаковим кутом, щоб уникнути різниці у відбивальній здатності від різних кутів вимірювання (рис. 2).

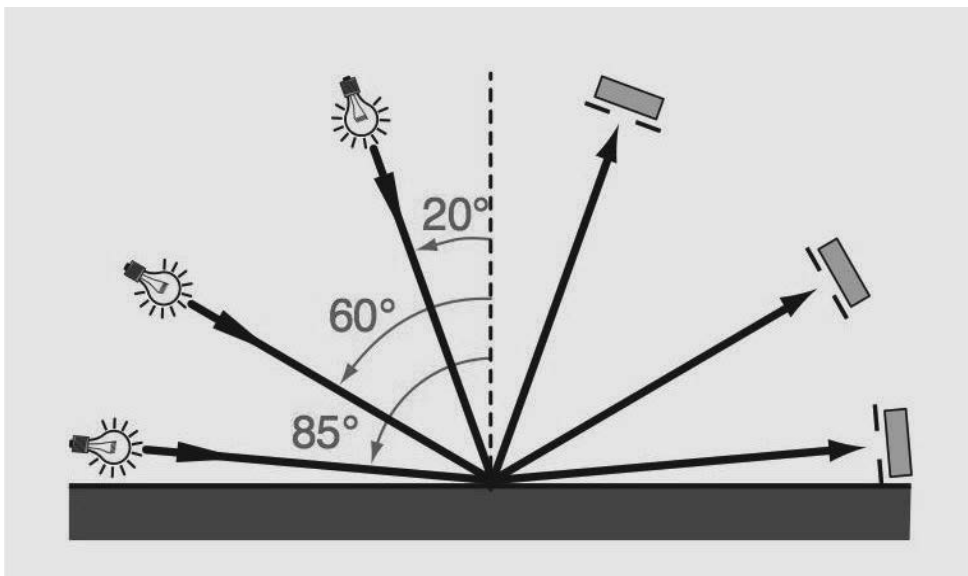


Рис. 2. Найбільш використовувані кути для визначення блиску на відбитках

Вимірювання люмінесценції здійснювали за характеристикою координат кольоровості СІЕ на основі отриманих спектрів випромінювання світла. Спектроскопічні значення вимірювали за кімнатної температури за допомогою діодного лазера безперервної хвилі з довжиною хвилі 808, 975, 1208 та 1532 нм (2 Вт), оснащеного цифровою камерою із спектрографом зображення SP-2156. Під час випробування використовували збудження випромінюванням із довжиною хвилі $\lambda = 975$ нм. Для збору спектрів випромінювання застосовували відповідні фільтри. Колір люмінесценції залежав від обраних легуючих іонів, а також від механізму передачі енергії між ними.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як відомо, для виникнення люмінесценції необхідно перевести частинки досліджуваної речовини з нормального в збуджений стан і забезпечити його збереження протягом часу, необхідного для здійснення електронного переходу при поверненні центрів світіння у збудженому стані.

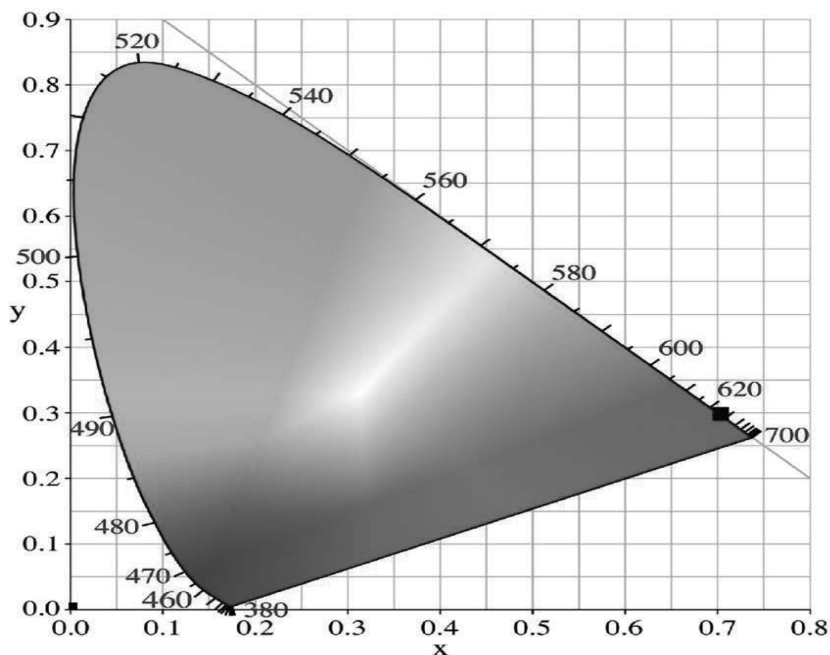


Рис. 3. Хроматична діаграма СІЕ з визначеною емісією люмінофора

Під впливом збудження радіацією в діапазоні ближньої інфрачервоної довжини хвилі $\lambda = 975$ нм було отримано випромінювання червоного нанолюмінофора (який на діаграмі вище позначений чорним квадратиком). Нанолюмінофор також змусив матеріали, в які він був введений, світитися червоним кольором. Ефект світіння був помітний для кольорів СМУ. Значення кутів вимірювання поліску на відбитку наведено в табл. 2

Таблиця 2

Кути вимірів блиску

| Величина блиску | Значення | Значення кутів |
|-----------------|----------|----------------|
| Високий | > 70 | 20° |
| Середній | 10–70 | 60° |
| Низький | < 10 | 85° |

Результати досліджень поліску на відбитках у незадрукованих і задрукованих місцях засвідчили, що люмінесцентна фарба збільшує його від 2 до 15 одиниць.

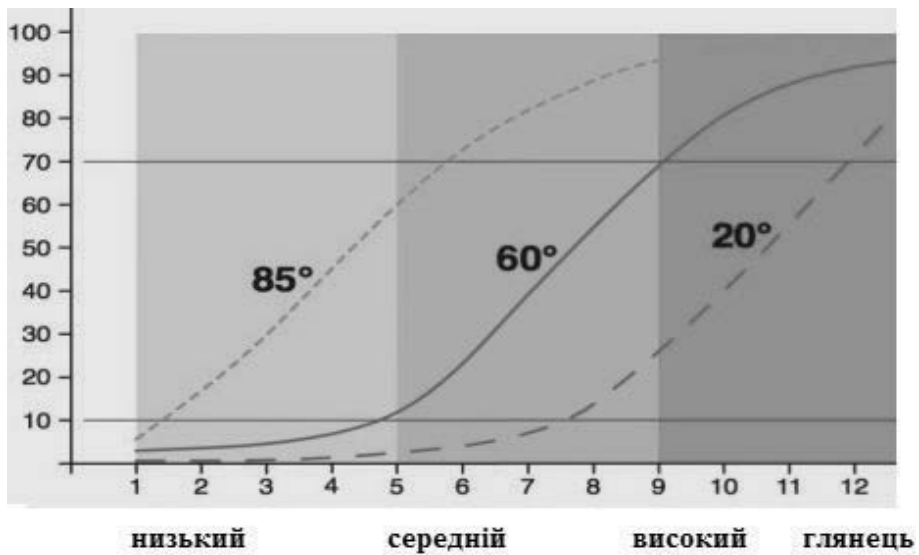


Рис. 4. Значення блиску на відбитках при різних кутах вимірювання

На рис. 5 наведено діаграми блиску відбитків, побудовані на усереднених вимірювальних значеннях, залежно від кольору зображення.

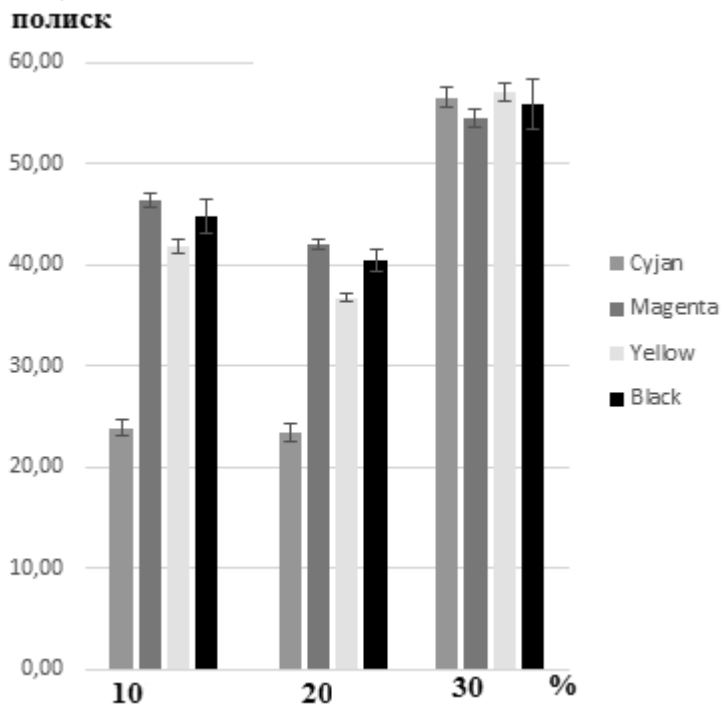


Рис. 5. Діаграми блиску відбитків, утворених люмінесцентною фарбою

Аналіз діаграм засвідчує, що полиск друкарських відбитків змінюється залежно від кольору зображення. Так, полиск відбитка голубої фарби залишається незмінним (23,6) при 10 і 20 % люмінофора і зростає більше як вдвічі (55,1) при додаванні люмінесцентних наночастинок до 30 %. У випадку з пурпурним кольором, то при збільшенні люмінофора до 20 % полиск відбитка дещо спадає (з 47 до 42) і при 30 % люмінофора знову зростає до 53. Аналогічна ситуація характерна і для відбитка з чорною і жовтою фарбою.

Проведені електронно-мікроскопічні дослідження відбитків із різним вмістом люмінофора у фарбі Суап засвідчують, що домішки рівномірно розподіляються на поверхні структури зображення (рис. 5), отже, не знижують якість.

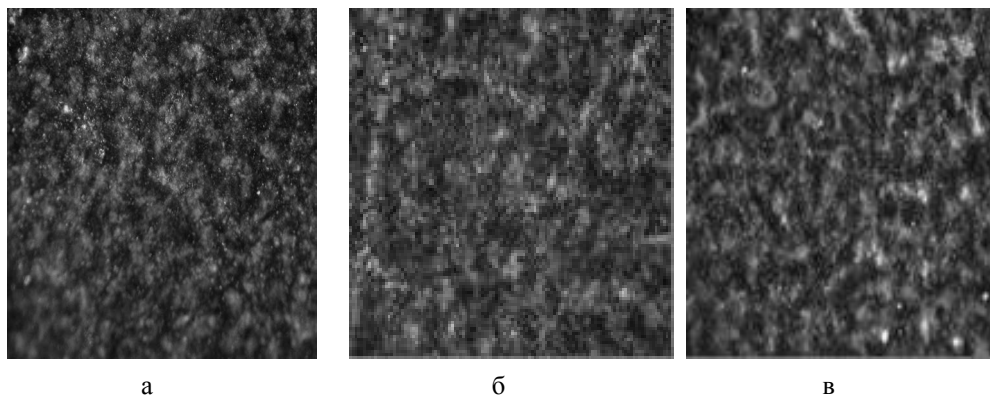


Рис. 6. Структура поверхні відбитків, утворених фарбою з різним відсотком люмінофора: а — 10 %; б — 20 %; в — 30 %

Дослідження оптичної щільності відбитків для кожного кольору СМΥК засвідчили, що жовтий колір характеризується найменшими значеннями. Найвищу оптичну щільність має відбиток чорного кольору. Причому значення оптичної щільності збільшується на одну соту відповідно до збільшення вмісту люмінофора (табл. 3).

Таблиця 3

Значення оптичної щільності відбитків

| Вміст люмінофора, % | С | М | Υ | К |
|---------------------|------|------|------|------|
| 10 | 1,23 | 1,31 | 1,22 | 1,71 |
| 20 | 1,25 | 1,32 | 1,24 | 1,72 |
| 30 | 1,26 | 1,33 | 1,25 | 1,73 |

Додавання люмінесцентних наночастинок до фарби спричиняє видимі зміни у сприйнятті кольору (рис. 7).

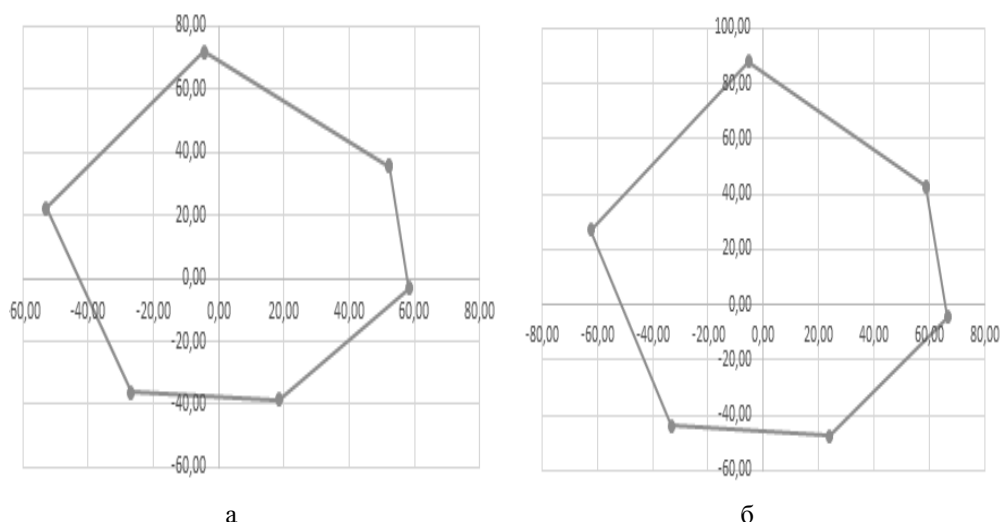


Рис. 7. Площа колірнього охоплення фарби Суап із додаванням люмінофора:
а — 10%; б — 30 %

Відмінності колірних характеристик відбитків засвідчують (рис. 7), що найбільше колірне охоплення має відбиток з 30 % люмінофора, найменше — з 10 % наночастинок.

Висновки. На основі експериментальних досліджень можна стверджувати, що:

- 1) використання люмінесцентних наночастинок у фарбах забезпечує надійний захист продукції від підробки та надає бажаного оздоблювального ефекту при ГЧ-лазерному опроміненні;
- 2) люмінофорні добавки у вигляді колоїдного розчину в гексані до друкарської фарби дають їм змогу рівномірно розміщуватися на поверхні картону під час утворення відбитка;
- 3) що більше доданих у фарбу люмінесцентних наночастинок, то більша площа колірнього охоплення на відбитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козак А. Яка упаковка найдоцільніша? Харчова і переробна промисловість. 2009. № 1 (353). С. 28–30.
2. Коншин А. А. Защита полиграфической продукции от фальсификации. Москва : ООО «Синус», 2000. 160 с.
3. Коновалова М. В., Черкасов Е. П. Получение защитных изображений с оптическими эффектами способом трафаретной печати. Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Вып. 3. С. 118–123.
4. Флуоресценты как отдельное направление технологии «Светимость в темноте». URL: <http://gross-ulianovsk.ru> (дата обращения: 01.03.2013).

5. Вакштейн М. С., Дежуров С. В., Назаркин А. В. Люминесцентные чернила для криптозащиты документов и изделий от подделок, способ их нанесения, а также способы контроля подлинности таких изделий : пат. ; заявл. 2011.11.03 ; publ. 10.01.2014.
6. Erdman A. Włókna celulozowe o właściwościach luminescencyjnych – materiał zabezpieczający opakowania i inne wyroby poligraficzne. *Opakowanie*. 2017. № 11. S. 54–57.
7. Фарби для захисту упаковки та етикетки від фальсифікації / Сазоненко В. В., Карпіловський П. Е., Кільдишова Л. В., Біляєва Л. Г. Упаковка. 2011. № 3. С. 53–56.
8. Gooch J. W. Fluorescent Inks. *Encyclopedic Dictionary of Polymers*. 2011.
9. Голубева Н. П., Фок М. В. О природе центров зеленой люминесценции ZnS-O:Cu. *ЖПС*. 1981. Т. 35. № 3. С. 551–553.
10. Шевченко А., Кудрявцев В. Защищенная от подделки пигментная краска для цветной струйной печати. *Полиграфия*. 2001. С. 82–83.
11. Security printing of covert quick response codes using upconverting nanoparticle inks / Meruga J. M., Cross W. M., May P. S., Luu Q., Crawford G. A., Kellar J. J. *Nanotechnology*. 2012. № 23 (39).

REFERENCES

1. Kozak, A. (2009). Yaka upakovka naidotsilnisha? *Kharchova i pererobna promyslovist*, 1 (353), 28–30 (in Ukrainian).
2. Konshin, A. A. (2000). *Zashhita poligraficheskoy produktsii ot fal'sifikatsii*. Moskva : OOO «Sinus» (in Russian).
3. Konovalova, M. V., & Cherkasov, E. P. (2013). Poluchenie zashhitnykh izobrazheniy s opticheskimi jeffektami sposobom trafaretnoy pechati: *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki*, 3, 118–123 (in Russian).
4. Fluorescenty kak otdel'noe napravlenie tehnologii «Svetimost' v temnote». Retrieved from <http://gross-ulianovsk.ru> (data obrashheniya: 01.03.2013) (in Russian).
5. Vakshtejn, M. S., Dezhurov, S. V., & Nazarkin, A. V. Ljuminiscentnye chernila dlja kriptozashhity dokumentov i izdelij ot poddelok, sposob ih nanesenija, a takzhe sposoby kontrolja podlinnosti takih izdelij : pat. ; zajavl. 2011.11.03 ; publ. 10.01.2014 (in Russian).
6. Erdman, A. (2017). Włókna celulozowe o właściwościach luminescencyjnych – materiał zabezpieczający opakowania i inne wyroby poligraficzne: *Opakowanie*, 11, 54–57 (in Polish).
7. Sazonenko, V. V., Karpilovskyi, P. E., Kildyshova, L. V., & Biliaieva, L. H. (2011). Farby dlja zakhystu upakovky ta etyketky vid falsyfikatsii: *Upakovka*, 3, 53–56 (in Ukrainian).
8. Gooch, J. W. (2011). *Fluorescent Inks*. *Encyclopedic Dictionary of Polymers* (in English).
9. Golubeva, N. P., & Fok, M. V. (1981). O prirode centrov zelenoj ljuminiscencii ZnS-O:Su: ZhPS, 35, 3, 551–553 (in Russian).
10. Shevchenko, A., & Kudryavcev, V. (2001). Zashhishhennaja ot poddelki pigmentnaja kraska dlja cvetnoj strujnoj pechati: *Poligrafija*, 82–83 (in Russian).
11. Meruga, J. M., Cross, W. M., May, P. S., Luu, Q., Crawford, G. A., & Kellar, J. J. (2012). Security printing of covert quick response codes using upconverting nanoparticle inks: *Nanotechnology*, 23 (39) (in English).

RESEARCH OF IMPRINTS QUALITY PRINTED BY LUMINESCENT INKS

S. F. Havenko, M. O. Ohirko, A.-J. P. Lozovyi, O. H. Kotmalova, N. I. Kantsir

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
havenko1559@gmail.com*

An analysis of modern printing technologies to protect products from counterfeiting has been carried out. The quality assessment of imprints formed by the ink with the phosphor content from 10 to 30 percent has been conducted. The objects of the research were the imprints on Alaska GC cardboard with a double coating. The influence of luminescent additives on densitometric and colorimetric parameters of imprints was studied. luminescence measurements were performed on the characteristics of the CIE color coordinates based on the obtained light emission spectra.

The influence of the phosphor on the gloss of printed images has been determined. It has been studied that the imprints gloss of the blue ink remains unchanged at 10 and 20% of the phosphor and increases more than twice with the increase of the phosphor to 30%. According to the results of experimental researches the diagrams of color distinction values Δe are constructed, the area of color coverage of inks is defined. The uniformity of the distribution of phosphor nanoparticles in the ink layer on the surface of imprints was determined by using electron microscopic studies. It has been found out that increasing the percentage of luminescent particles entered into the ink, contributes to the increase of the area of color coverage on the imprint. It has been found out that the value of optical density increases by one cell in accordance with the increase in the content of phosphors.

It is confirmed that the thicker the ink layer is, the stronger the fluorescence effect is. It is shown that printing with inks with special effects is a reliable protection of products against counterfeiting.

Keywords: *imprints, cardboard, luminescent inks, gloss, quality, densitometric and colorimetric indicators.*

Стаття надійшла до редакції 07.02.2020.

Received 07.02.2020.