

Спектральні характеристики відбитків на пакувальних матеріалах

К.І. Савченко, О.М. Величко, д.т.н., В.Ф. Морфлюк, д.т.н., ВПІ НТУУ «КПІ», м. Київ

Металізований папір, полімерні плівки, фольгу, ламінати та інші матеріали все частіше застосовують для виготовлення поліграфічної продукції. Особливо активно останнім часом використовуються у пакувальній та рекламній індустрії невосутувальні матеріали. Забезпечення привабливого зовнішнього вигляду, високої міцності, вологостійкості і надання захисних властивостей — ці та інші завдання вирішуються за рахунок використання полімерних матеріалів. Виготовлення пакування з полімерних матеріалів тільки починає набирати обертів, і за ним майбутнє. Полімерні матеріали еластичні, зручні, при цьому їх легко перевозити і утилізувати. До того ж прозоре полімерне пакування дозволяє покупцеві на власні очі оцінити продукцію.

Нанесення зображення на невосутувальні поверхні на сьогодні виконують різними способами, але найбільш поширеними є офсетний, трафаретний та цифровий способи друку. При цьому важливе попереднє оброблення поверхні полімерного матеріалу газовим полум'ям, коронним розрядом. Під впливом плазми коронного розряду або полум'я відбувається деструкція молекулярних зв'язків полімеру, внаслідок чого поверхня набуває змочування, що сприяє закріпленню фарби на відбитку і значно підвищує його стійкість до стирання та пошкодження. Розроблено спеціальні фарби, що закріплюються без додаткової попередньої обробки поверхні полімерного матеріалу. Але для них потрібно обробити відбитки після друкування. Це, наприклад, фарби УФ-закріплення, фолієві та гібридні фарби. Фарби є найуразливішим компонентом друкарського процесу, тож їхнє дослідження найбільш поширене і обговорюване у науково-технічній літературі. Однак здебільшого це інформація рекламного характеру з узагальненими рекомендаціями. Мало інформації щодо практичного досвіду використання сучасних фарб, які закріплюються під дією УФ-опромінення, фолієвих і гібридних фарб.

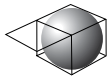
Відомо, що кольорове охоплення УФ-фарб вужче, ніж традиційних, і це призводить до необхідності побудови під час кольороподілу ІСС-профілю [1–3]. Для друкування на полімерах малими форматами зазвичай використовують фолієві фарби, оскільки, на відміну від УФ-фарб, тут відсутній тепловий вплив на матеріал, який може призвести до його значної деформації, а фарбовий шар при цьому менш крихкий. Упаковка має продавати продукцію, тому для надання їй ексклюзивності, привабливого зовнішнього вигляду використовують металізовані фарби, поєднання в одному друкарсько-обробному процесі друкування УФ- чи гібридними фарбами та лакування для надання різноманітних візуальних ефектів. Втрата кольорних характеристик відбитками, видрукуваними гібридними фарбами та із застосуванням гібридних технологій, відбувається значно інтенсивніше порівняно із традиційними фарбами та технологіями [3–5].

Загалом, у поліграфічній промисловості використовується величезний асортимент матеріалів, який накладає певні обмеження на застосування комбінацій «фарба — матеріал, на який наноситься друк». Застосування того чи іншого виду фарб зумовлене низкою технологічних факторів. Постачальники пропонують великий асортимент друкарських фарб, достатній для задоволення вимог найвибагливіших замовників і будь-яких технологічних параметрів, дотримання яких потрібне для виготовлення поліграфічної продукції. Однак необхідність урахування обмежень на поєднання матеріалів призводить до виникнення певних проблем щодо практичного вибору в системі «фарба — матеріал, на який наноситься друк».

Спектральні характеристики використовуваних у фарбі пігментів дають можливість одержати кількісну і якісну оцінку суб'єктивного сприйняття кольору на відбитку. Для упаковки точне відображення колірних даних — важливий показник, оскільки частим є використання іміджевих кольорів, потреба у відповідності пакованої продукції зображенню на пакуванні тощо. Тому контролювання кольорних характеристик відбитків є надзвичайно важливим параметром, адже невідповідність кольору, наприклад, на моніторі комп'ютера та на друкованому відбитку, розбіжність тиражних відбитків за кольором тощо може призвести до значних збитків [6–9].

Серйозні проблеми під час визначення колориметричних характеристик виникають у разі роботи з фарбами із спеціальними оптичними властивостями: металізованими, флуоресцентними, інтерферентними (перламутровими). Для вимірювання кольору металізованих фарб рекомендується застосовувати спектрофотометри із сферичною геометрією, які у поліграфії поки фактично не використовуються. На практиці під час друкування фарбами із спеціальними оптичними властивостями орієнтуються на зразки, представлені постачальниками фарб, і на зразки, наведені в колірних атласах [10].

На вибір продукції впливає колір пакування, а вірніше, суб'єктивне сприйняття того чи іншого кольору споживачем. Для досягнення стабільності кольоровідтворення упродовж друкування накладу у виробничих умовах застосовують інструментальний спектрофотометричний контроль.



Під час порівняння даних спектрофотометричного вимірювання із стандартизованими значеннями проводиться контроль об'єктивних фізичних характеристик і подальший колориметричний аналіз, що враховує суб'єктивне сприйняття. Аналіз спектральних характеристик дає можливість зробити порівняння фарб за такими параметрами [6, 8, 9]:

- колірні характеристики для системи «фарба — матеріал, на який наноситься друк»;
- відмінність фарб різних виробників між собою;
- спектральні характеристики в окремих зонах для однієї або декількох фарб;
- забруднення експериментальних зразків фарб порівняно із стандартизованими тощо.

Як виробники фарб, так і друкарні прагнуть до стабільного відтворення кольору на відбитку, якомога меншого забруднення фарби на всіх ділянках спектра. Але введення тих чи інших компонентів до складу фарби не завжди дає бажаний результат, і, покращуючи один параметр, можна негативно вплинути на інший.

Застосування спектрофотометричного контролю на етапі виробництва фарб, їхнє тестування в лабораторії є обов'язковим, оскільки дає можливість відкоригувати елементний склад фарбової композиції для досягнення стабільних колірних характеристик у разі їхнього подальшого використання у виробничих умовах і дотримання оптичних та колірних показників відповідно до стандарту ISO 12647, що є обов'язковою умовою для забезпечення естетичних і споживчих властивостей відбитків.

У даній статті наведені результати досліджень, мета яких полягала у визначенні впливу цільових домішок до гібридних фарб та фарб для друкування на невсотувальних поверхнях на оптичні властивості відбитків, зокрема оптичну густину, яка має відповідати стандартизованим даним для фарб європейської тріади і не змінюватися під час друкування.

Відбитки отримували під час друкування на лабораторному прободрукарському пристрої ЛПУ-1, імітуючи плоский офсетний спосіб друку із зволоженням друкарських форм. Для проведення експерименту використовували друкарські фарби для офсетного друку, а саме:

- модельну пурпурну гібридну фарбу з кількістю УФ-складника 2 % (Мпгф1);
- модельну пурпурну гібридну фарбу з кількістю УФ-складника 10 % (Мпгф2);
- модельну металізовану (золоту) гібридну фарбу з кількістю УФ-складника 2 % (Ммгф1);
- модельну металізовану (золоту) гібридну фарбу з кількістю УФ-складника 20 % (Ммгф2);
- модельну жовту фарбу для друкування на невсотувальних поверхнях (Мжнф);
- реальну жовту фарбу для друкування на невсотувальних поверхнях відомого виробника (Ржф).

До складу модельних зразків гібридних друкарських фарб входили поверхнево-активні речовини (ПАР) та олігомерні складники (УФ-складники); до складу фарб для невсотувальних поверхонь — ПАР та спеціалізовані добавки для забезпечення рівномірності нанесення, однорідності поверхні відбитка, оперативного інструментального контролю

якості фарбоперенесення і фарбосприйняття, стабільності колірних характеристик.

Гібридні фарби мають комбінований механізм закріплення: первинне закріплення фарбової плівки відбувається в результаті реакції фотополімеризації, як в УФ-фарбах, а остаточне закріплення — у результаті всотування і окислення, як у традиційних друкарських фарбах. Відповідно, до складу гібридних фарб входять компоненти, характерні як для УФ-, так і для традиційних фарб. А механізм закріплення розробленої модельної фарби для невсотувальних поверхонь відбувається за рахунок оксидативного закріплення сполучника.

Друкування здійснювали на білому матовому полівінілхлориді (ПВХ) Pentaprint і полістиролі (ПС) марки HIPS товщиною 0,5 мм, крейдованому папері марки Magno Satin Suppi (130 г/м²) та офсетному папері UPM Gloss (80 г/м²). Досліджувані види паперу можуть бути використані для виготовлення етикетко-пакувальної продукції, а невсотувальні матеріали — для ексклюзивного пакування з нанесенням друку офсетним способом. За допомогою спектрофотометру Datascolor 110 R виміряли оптичну густину відбитків та їхні коефіцієнти відбивання світла на певній ділянці спектра.

Під час випробування друкарських фарб коефіцієнти відбивання в трьох ділянках спектра істотно різні, відповідно до спектрального складу відбитого світла. Графічно спектральні криві відбивання відображаються як залежність коефіцієнта відбивання (R , %) від довжини хвилі відбитого світла (λ , нм) у зоні видимого спектра випромінювання 400–700 нм. Розподіл спектра на зони проводиться за таких умов: синя 400–500 нм, зелена 500–600 нм і червона 600–700 нм [6, 7].

В ідеальному випадку фарби повинні повністю поглинати випромінювання в одній із зон спектра і повністю відбивати у двох інших. Так, ідеальна жовта фарба характеризується 100 % відбиванням ($R = 100$ %) у зеленій та червоній зонах і 100 % поглинанням ($R = 0$ %) у синій, ідеальна пурпурна фарба — 100 % відбиванням ($R = 100$ %) у синій і червоній зонах та 100 % поглинанням ($R = 0$ %) у зеленій [6]. Однак у реальних виробничих умовах неможливо отримати ідеальні показники коефіцієнта відбивання, відповідно, реальні тріадні фарби значно відрізняються від ідеальних, що обмежує можливості точного відтворення кольорів. Тільки Ржф наближається до спектральних характеристик ідеальної фарби, тому що повністю поглинає промені синьої зони спектра, а відбиває — у червоному і зеленому діапазонах. На спектральні характеристики реальних фарб впливає колірний тон пігменту, сполучник, домішки, що вводяться у фарбу, ступінь білості матеріалу, на який наноситься друк, тощо.

Таким чином, застосування інструментального контролю, зокрема криві відбивання, дозволило судити про колірний тон відбитків, його суміщення в ту чи іншу зону спектрального діапазону.

Отримані під час проведення дослідження спектральні характеристики та побудовані криві відбивання дають змогу визначити, у якій із зон спектра відбувається поглинання

або відбивання світла, та оцінити ступінь забруднення фарби на певній ділянці спектрального діапазону. Ступінь чистоти або забруднення фарби визначається відхиленням кривої відбивання модельної фарби від реальної. Тобто якщо коефіцієнт відбивання модельного зразка, наприклад пурпурної фарби, вище за коефіцієнт відбивання реальної пурпурної фарби, тобто наближається до ідеального стану ($R = 100\%$) у синій та червоній зонах, то це свідчить про підвищення чистоти фарби, її колірного тону, а якщо нижче, то про забруднення фарби.

Відповідно, якщо коефіцієнт відбивання модельного зразка жовтої фарби вище за коефіцієнт відбивання Ржф у зеленій та червоній зонах і близький до 0 у синій зоні, то це свідчить про підвищення чистоти фарби, наближення її до ідеального стану, а якщо нижче в зеленій та червоній зонах, то про забруднення фарби тощо.

Для отриманих результатів дослідження була проведена їхня статистична обробка з визначенням середньоквадратичного відхилення. Діапазон абсолютної похибки для коефіцієнта відбивання на ділянці спектра 400–700 нм становив $\pm (0,1-0,5)$. На графіках представлено статистично оброблені дані коефіцієнта відбивання [11, 12].

Як видно з рис. 1, 2, найкращі значення коефіцієнта відбивання, а саме його найбільші значення у синій та червоній зонах для Мпгф1 (рис. 1) і зеленій та червоній зонах для Мжнф (рис. 2) з усіх досліджуваних матеріалів, отримано під час друкування на ПВХ. Якщо порівнювати результати, отримані на всотувальних та невсотувальних поверхнях, то дані, наближені до кривих відбивання ідеальної фарби, отримано за використання невсотувальних матеріалів (рис. 1). Відбитки, отримані під час друкування Мпгф1 на папері, мають низький коефіцієнт відбивання на синій ділянці спектра 400–500 нм, що свідчить про зміщення кольору відбитка до синього. На червоній ділянці спектра 600–700 нм вище значення коефіцієнта відбивання отримано для крейдованого паперу.

Для більш детального розгляду впливу домішок на коефіцієнт відбивання обрано відбитки, віддруковані на ПВХ (рис. 3, 4). У разі друкування на ПВХ коефіцієнти відбивання відбитків, отриманих за допомогою Мпгф2 з більшим вмістом УФ-складника, більш чисті на ділянці спектра 400–470 нм та близькі між собою для Мпгф1 і Мпгф2 на ділянці спектра 600–700 нм. Тобто

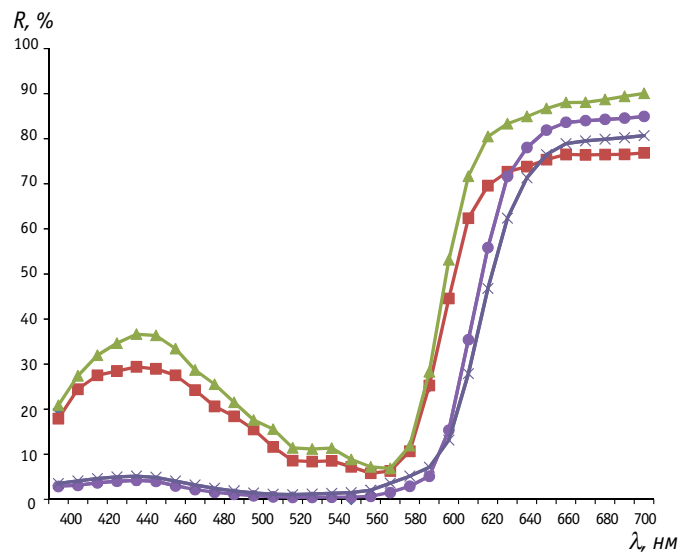


Рис. 1. Зміна коефіцієнта відбивання фарби Мпгф1 залежно від довжини хвилі відбитого світла на ПС (—■—), ПВХ (—▲—), папері Magno Satin Supri (—●—), папері UPM Gloss (—×—)

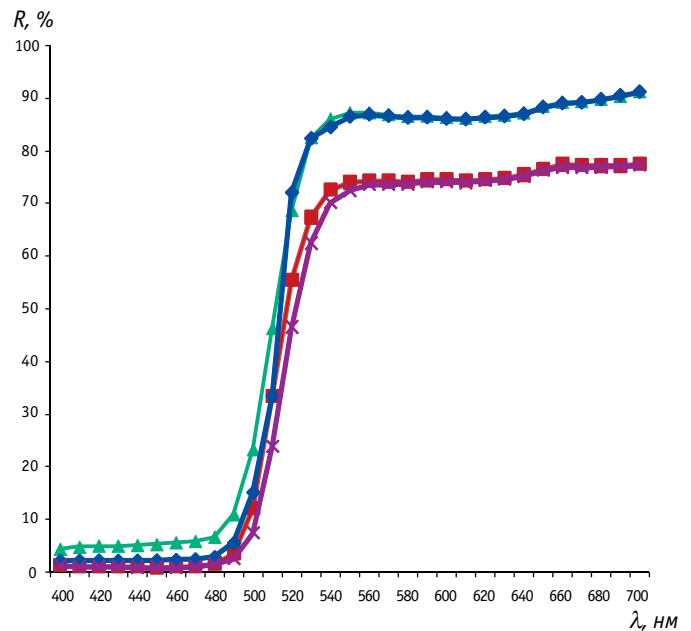


Рис. 2. Зміна коефіцієнта відбивання фарб Мжнф (—▲—, —■—) та Ржф (—●—, —×—) залежно від довжини хвилі відбитого світла на ПВХ (—▲—, —●—) і ПС (—×—, —■—)

		Таблиця. Оптична густина відбитків фарб	
Матеріал	Фарба	Оптична густина	
		Експериментальні значення	Згідно з ISO 12647, папір з глянцевим шаром без волокон
ПВХ	Мпгф1	1,47	1,47–1,61 (для пурпурної фарби)
ПВХ	Мпгф2	1,48	
ПС	Мпгф1	1,50	
Magno Satin Supri	Мпгф1	2,10	
UPM Gloss	Мпгф1	1,75	
ПВХ	Мжнф	1,40	1,40–1,55 (для жовтої фарби)
ПВХ	Ржф	1,41	
ПС	Мжнф	1,48	
ПС	Ржф	1,52	

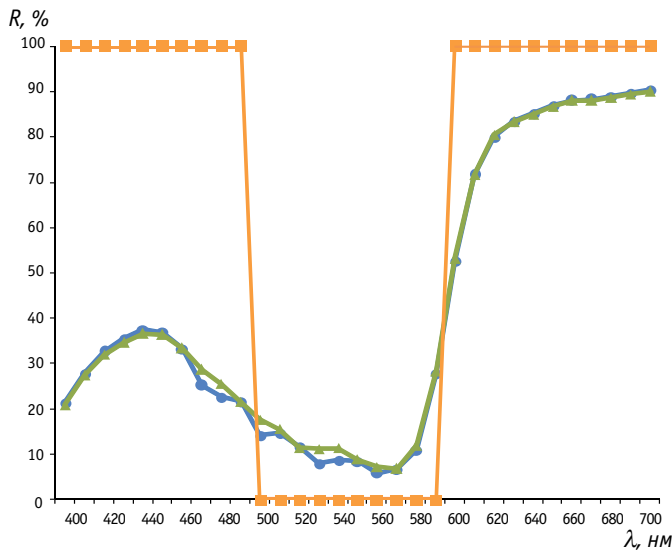
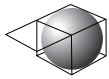


Рис. 3. Зміна коефіцієнта відбивання фарб Мпгф1 (—▲—), Мпгф2 (—●—) залежно від довжини хвилі відбитого світла на ПВХ, теоретичні дані для ідеальної пурпурної фарби (—■—)

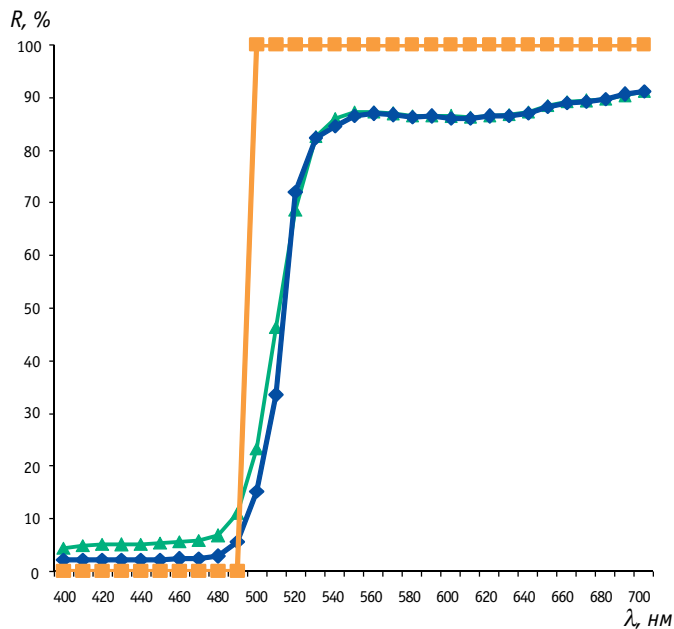


Рис. 4. Зміна коефіцієнта відбивання фарб Мжнф (—▲—) та Ржф (—●—) залежно від довжини хвилі відбитого світла на ПВХ, теоретичні дані для ідеальної жовтої фарби (—■—)

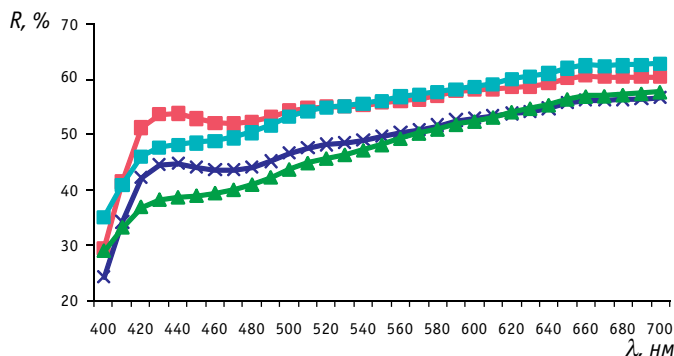


Рис. 5. Зміна коефіцієнта відбивання фарб Ммгф1 (—■—, —▲—) та Ммгф2 (—●—, —▲—) залежно від довжини хвилі відбитого світла на папері UPM Gloss (—■—, —●—) і Magno Satin Suppi (—■—, —▲—)

можна констатувати, що введення більшої кількості УФ-складника до складу фарби не вносить значних спотворень у спектральні характеристики і сприяє їхньому покращенню.

За оптичною густиною зразки пурпурної гібридної фарби відповідають денситометричним нормам друкування (таблиця). Дещо вищі значення оптичної густини отримано для відбитків, віддрукованих модельними зразками пурпурної фарби на папері. Загалом, введення ПАР та олігомерних складників до модельного зразка гібридної пурпурної фарби не вплинуло на зміну оптичної густини і переважно сприяло підвищенню чистоти фарби.

Введення домішок до складу фарби для невсотувальних поверхонь сприяло підвищенню коефіцієнта відбивання та наближенню його значень до показників Ржф, тобто фарба стала дещо чистішою, приблизно на 0,4–0,8 % на ділянці спектра 540–700 нм у разі друкування на ПВХ та на 0,4–0,9 % в зоні 540–700 нм у разі друкування на ПС. Коефіцієнт відбивання відбитків на ПВХ, отриманих модельною фарбою для невсотувальних поверхонь, вище показників, отриманих під час друкування Ржф на ділянці спектра 530–700 нм, що свідчить про підвищення чистоти фарби, наближення її до ідеального стану.

Таким чином, можна констатувати, що введення домішок до розроблених модельних зразків фарб сприяє кращим оптичним та спектральним характеристикам відбитків, стабілізації кольоровідтворення. За оптичною густиною відбитки, отримані під час друкування на ПВХ та ПС, відповідають унормованим значенням.

Спектральні характеристики були виміряні і для відбитків, віддрукованих металізованими фарбами (рис. 5). Для обох видів паперу коефіцієнти відбивання знаходяться у найвищому діапазоні у разі друкування гібридними металізованими фарбами з меншою кількістю УФ-складника. Збільшення кількості УФ-складника до 20 % у складі гібридної металізованої фарби призвело до зменшення коефіцієнта відбивання. У результаті взаємодії домішок з неорганічним металізованим пігментом відбувається незначне спотворення кольору.

Загалом розроблені модельні зразки продемонстрували стабільні показники під час друкування і відповідність унормованим значенням відтворення спектральних та оптичних показників, а введення домішок — їхнє покращення. Розроблені фарби можуть бути рекомендовані для проведення широких досліджень у виробничих умовах.

Література

1. Самарин Ю. Каждый охотник желает знать... [Электронный ресурс] // Компьюарт. — 2011. — № 9. — Режим доступа: <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=22485&iid=1031>
2. О'Брайен К. Яркое УФ-будущее // Publish. — 2006. — № 1 // Режим доступа: <http://www.publish.ru/publish/2006/04/4055888/>
3. Хохлова Р.А., Величко О.М. Лакування у друкарсько-обробному процесі: Монографія. — К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. — 136 с.

4. *Полищук Г.В., Величко О.М.* Вплив гібридних технологічних процесів на довговічність відбитків: Зб. «Технологія і техніка друкарства». — К.: ВПІ НТУУ «КПІ». — 2008. — № 3–4. — С. 21–26.
5. *Величко О.М., Хохлова Р.А., Закацюра О.Б.* Довговічність лакованих відбитків // Упаковка. — 2008. — № 2. — С. 55–57.
6. *Шайлов Б.А.* Цвет и цветовоспроизведение. — М.: Изд-во МГУП «Мир книги», 1995. — 316 с.
7. *Шайлов А., Чуркин А.* Цветовоспроизведение [Электронный ресурс] // Компьютерра. — 1999. — № 17. — Режим доступа: <http://offline.computerra.ru/1999/295/3658/>
8. *Кок Ганс-Якоб* Стандартизация цвета и реальное цветовое пространство во флексографской печати [Электронный ресурс] // Флексо плюс. — 2006. — № 6. — Режим доступа: http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/54/18.php
9. *Марикуца К.* Виват, Королева, или определение параметров допечатного процесса во флексографии [Электронный ресурс] // Флексо Плюс. — 2002. — № 5(29). — Режим доступа: <http://www.flexoplus.ru/archive/29/16.html>
10. *Гудилин Д.* Особенности применения смесевых красок // Мир Этикеты. — 2006. — № 11. — Режим доступа: <http://labelworld.ru/article.aspx?id=17091&iid=791>
11. *Морфлюк В.Ф., Морфлюк-Шур В.Ф.* Цифровой контроль статистического вимірювання lab координат для об'єктивного цифрового визначення кольорового відхи-

лення // Наукові записки: Науково-технічний збірник. — 2012. — № 2. — С. 139–143.

12. *Морфлюк В.Ф., Чуркін В.В.* Статистичне визначення параметрів зволожувальних розчинів при друкуванні гібридними фарбами // Технологія та техніка друкарства: Зб. наук. пр. — 2011. — № 4. — С. 27–33. *У*

Спектральные характеристики оттисков на упаковочных материалах

Е.И. Савченко, Е.М. Величко, д.т.н., В.Ф. Морфлюк, д.т.н.

Автори привели анализ красок, используемых для нанесения рисунков на различные упаковочные материалы. Они показали, что спектрографические исследования оттисков красок дают реальную оценку их качества в различных зонах спектра. Авторы исследовали оттиски модельных красок разного цвета и состава на бумаге, поливинилхлориде и полистироле.

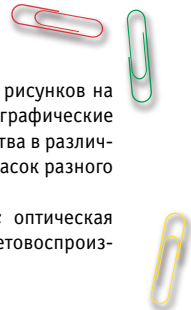
Ключевые слова: типографская краска; примеси; упаковка; оптическая плотность; спектральные кривые отражения; загрязнение; цветовоспроизведение.

Spectral characteristics of fingerprints on packing materials

K.I. Savchenko, O.M. Velichko, Dr., V.F. Morfluk, Dr.

The authors presented the analysis of inks used for printing on a variety of packaging materials. They showed that the spectrographic studies of prints colors give a real measure of their quality in different areas of the spectrum. Authors studied the prints of model paint in different colors and composition on paper, PVC and polystyrene.

Key words: printing inks; additives; packaging; optical density; spectral reflectance curves; pollution; color reproduction.



VII Науково-практична конференція

ПАКУВАЛЬНА ІНДУСТРІЯ

**Травень
2013 р.**

**м. Алушта
Крим**

Організатори: Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України



Генеральний спонсор: УКРПЛАСТИК

Інформаційний спонсор: