

4. Матрук Г. Машины компании MPS — универсальность из Голландии / Г. Матрук // Флексодрок и спецвиды печати. — 2003. — №. 3. — с. 10. 5. Некоторые проблемы физической химии / под ред. А. Е. Чалых. — М. : ИФХ РАН, 1997. — С.54 – 58. 6. Пікневич С. Класифікація УФ-лаків для створення на відбитках тактильних шрифтів та знаків / С. Пікневич, В. Репета // Міжнар. наук.-практ. конф. з проблем видавничо-поліграфічної галузі, 19 грудня 2013 р., м. Київ. — К., 2013. — с. 117–118. 7. Репета В. Б. Матеріали і технології лакування поліграфічної продукції: навч. посіб. / В. Б. Репета, В. В. Шибанов — Львів : Укр. акад. друкарства, 2011. — 136 с. 8. Яковлев А. Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А. Д. Яковлев — Л.: Химия, 1989. — 384 с. 9. Ярема С. М. Флексографские машины: состояние, перспективы развития / С. М. Ярема, Б. Г. Мамут и др. // Флексодрок и спецвиды печати. — 2003. — №. 2. — с. 34–40. 10. Netzung, Oberflächenenergie und YOUNG'sche Gleichung // Publikation 1. TIGRES GmbH. — 6 s.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ УФ-ЛАКОВЫХ РЕЛЬЕФНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ФЛЕКСОГРАФСКИХ ОТТИСКАХ**

*Исследовано влияние толщины и линиатуры сетки трафаретной формы, а также поверхностных свойств флексографских печатных оттисков на переход УФ-лака и рельеф выборочно нанесенных УФ-лаковых изображений.*

## **THE DETERMINATION OF THE FORMING PROCESS OF UV-VARNISHES ON THE FLEXOGRAPHIC IMPRINTS**

*This article describes the process of relief image formation by UV-varnishes on flexographic imprints by means of screen printing plates with different thickness and screen mesh. The influence of substrates' surface energy on the process of UV-varnish transfer and the relief of UV-varnish images has been investigated.*

*Стаття надійшла 05.11.2014*

УДК: 655.3.024.3

**К. І. Золотухіна, О. М. Величко, Т. Г. Осипова**  
*Видавничо-поліграфічний інститут НТУУ «КПІ»*

## **ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ДРУКУВАННЯ НА НЕВСОТУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ**

*Досліджується вплив складників технологічного середовища на підвищення продуктивності друкування та колірні характеристики репродукцій, отриманих за допомогою сучасних технологій.*

**Невсотувальні матеріали, друкування, технологічне середовище, кольоровідтворення, фарба**

Розширення асортименту витратних матеріалів, підвищення якості різноманітної продукції сприяє поширенню технологій нанесення зображень на невсотувальні поверхні [2, 5]. На перенесення фарби на відбиток у друкарсько-

му контакті, формування поверхні фарбового шару, стабільність процесу друкування та кольоровідтворення суттєво впливають реологічні характеристики друкарських фарб, концентрація домішок, уведених до її складу, морфологія задрукованого матеріалу, закономірності впливу факторів друкарського контакту тощо [1–3].

Відхилення режиму перенесення фарби від оптимальних параметрів має такі негативні наслідки як різновідтінковий відбиток, звуження його колірного охоплення або нерівномірну оптичну густину у площині відбитка. Зменшення та уникнення цих явищ особливо важливе під час друкування мінімальними шарами фарби для забезпечення продуктивності процесу. Однак відсутність на сьогодні чітких закономірностей взаємовпливу параметрів технологічного середовища друкарського контакту не дає змоги забезпечити стабільність кольоровідтворення під час друкування мінімальними шарами фарби на носіях з невсотувальною поверхнею і, своєю чергою, підвищити продуктивність процесу друкування. Для дослідження стабільності процесу друкування, потрібно вивчити взаємодію елементів у реальному середовищі друкарського контакту і виявити стабілізуючі чинники, які можуть привести до нормалізації кольоровідтворення.

У загальному вигляді кількість фарби, яка переноситься на задруковуваний матеріал, є функцією двох взаємопов'язаних величин: кількості фарби на друкарській формі ( $h_{\phi}$ ) й ефективної площі поверхні контакту між задруковуваним матеріалом і фарбою ( $S_{ef}$ ), тобто  $y = f(h_{\phi}, S_{ef})$  [2–4]. Відповідно,  $S_{ef}$  є функцією багатьох діючих факторів, серед яких: характер поверхні і структурно-механічні властивості задрукованого матеріалу, реологічні властивості фарби, тиск, тривалість часу друкарського контакту. Для досягнення однорідного, рівномірного шару, фарба повинна мати певні реологічні, адгезійні та змочувальні властивості, відповідати морфології поверхні задрукованого матеріалу тощо.

Так, у праці [4] досліджено зміну шорсткості задрукованого матеріалу в процесі друкування і показано повноту заповнення фарбою нерівностей при флексографічному друці.

У працях [3, 8] встановлено, що найменші градаційні спотворення при друкуванні на невсотувальних поверхнях досягаються при нанесенні тонких шарів фарби на відбиток. Однак у такому випадку складно досягти встановлених показників оптичної густини на відбитку та стабілізації кольоровідтворення. У зв'язку з цим виникає потреба у вивченні взаємодії складників технологічного середовища, зокрема фарбового шару з пористими та невсотувальними поверхнями. А корегування композиційного складу фарби, підвищення адгезії до невсотувальних задруковуваних матеріалів, дає можливість вплинути на ведення технологічного процесу та якість кінцевого результату.

Мета роботи полягає в експериментальному дослідженні оптичних і колірних характеристик репродукцій, віддрукованих на невсотувальних матеріалах; визначенні впливу мікронерівностей невсотувальної поверхні та композиційного складу поверхні і фарби на колірні характеристики відбитків.

Створення проміжного тонкого шару фарби на невсотувальній поверхні офсетним або трафаретним способом, з наступним друкуванням зображень у цифрових друкувальних пристроях забезпечує нормований показник оптичної густини репродукцій. Однак компонентний склад фарби, час її закріплення, ступінь шорсткості поверхні відбитка, відтінок або ступінь білості уповільнюють процес формування головного сюжету зображення, призводять до спотворення тону і кольору, знижують ступінь закріплення.

Для проведення дослідження було використано трафаретну друкарську фарбу для невсотувальних поверхонь, яку можна застосовувати для нанесення проміжного фарбового шару. Для визначення функціональних груп ланцюгів макромолекул фарби застосовано метод інфрачервоної спектроскопії багаторазового порушеного повного внутрішнього відбивання (ІЧС БППВВ) [2]. Як видно з рис. 1, для досліджуваної фарби у спектральному діапазоні  $3100\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ , який відповідає валентним коливанням ОН-зв'язків в асоційованому стані сполучника разом з розчинником, спостерігаються зміни, що пояснюються різним вмістом розчинника у складі пурпурної та жовтої фарб.

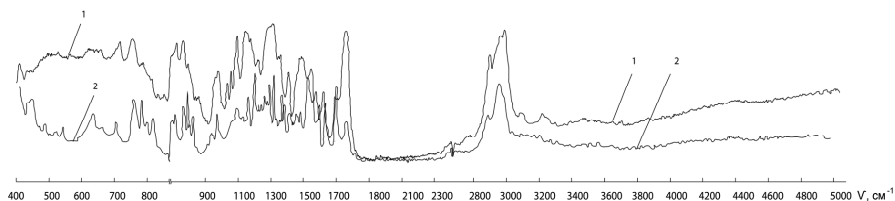


Рис. 1. Спектрограми ІЧС БППВВ трафаретної друкарської фарби для невсотувальних поверхонь:  
1 — пурпурна, 2 — жовта

Частоти коливань у діапазоні  $3100\text{--}2800\text{ см}^{-1}$  зазвичай розглядають одночасно зі смугами поглинання в області  $1650\text{--}1400\text{ см}^{-1}$ , а також  $1000\text{--}900\text{ см}^{-1}$ . Наявність піків поглинання в цих областях (рис. 1) вказує на присутність зв'язків С—С в молекулі. З рис. 1 випливає, що широкий діапазон поглинання присутній на смузі  $2800\text{--}1800\text{ см}^{-1}$ , що свідчить про коливання зв'язків S—H, C=H. Пік поглинання на позначці  $2872\text{ см}^{-1}$ , свідчить про симетричні валентні —CH<sub>3</sub> коливання, тобто наявність у речовині вуглеводневих груп. Цей вид фарб призначений саме для невсотувальних матеріалів, характеризується високим ступенем адгезії та має узгоджуватися із типом задруковуваного матеріалу, який повинен мати розвинену мікрогеометрію поверхні для формування тонкого фарбового шару.

Вимірювання мікронерівностей поверхні невсотувальних задруковуваних матеріалів проводили за допомогою профілографа [6]. Профілограми (рис. 2) були отримані для поверхні компакт-диска, як одного з найпоширеніших видів задруковуваного матеріалу, який потребує нанесення проміжного фарбового шару перед формуванням основного сюжету. Значення параметра

$R_a$  при повздовжньому вимірюванні мікрогеометрії поверхні для компакт-диска становили межі 0,503–0,606 мкм, а в поперечному — 0,462–0,637 мкм, що характеризує досить розвинену поверхню для формування зображення дуже тонкими фарбовими шарами, які створюються у струминному принтері відповідними картриджами. Отже, для формування відбитків на такій поверхні слід забезпечувати фарбові шари, які відповідатимуть фарбомісткості цієї поверхні, що полягає в повному перекритті мікронерівностей. Оскільки мікрогеометрія поверхні нерівномірна, то можливе спотворення кольірних характеристик відбитків у тонких фарбових шарах.

Визначення показника шорсткості  $R_a$  показало, що неоднорідний характер поверхні впливає на якість відбитка, чистоту кольору, оптичну густину і колірні відмінності, зокрема, коли на поверхні невсотувального матеріалу створюється проміжний носій для нанесення зображення, як у зразків компакт-дисків, що піддаються задруковуванню. Тому підбір компонентів для складу фарби для нанесення проміжного фарбового шару має здійснюватися саме з урахуванням особливостей поверхні та умов друкування. Оскільки в принтерах можливості керувати параметрами друку надто обмежені, натомість у трафаретному й офсетному друці параметрів управління значно більше.

Нанесення проміжного шару білої фарби для нормалізації кольоровідтворення можливе трафаретним способом друку, який був реалізований при проведенні дослідження. А удосконалення композиційного складу трафаретної друкарської фарби з урахуванням особливостей поверхні невсотувальних задруковуваних матеріалів дали позитивні результати з відтворення кольірних характеристик відбитків.

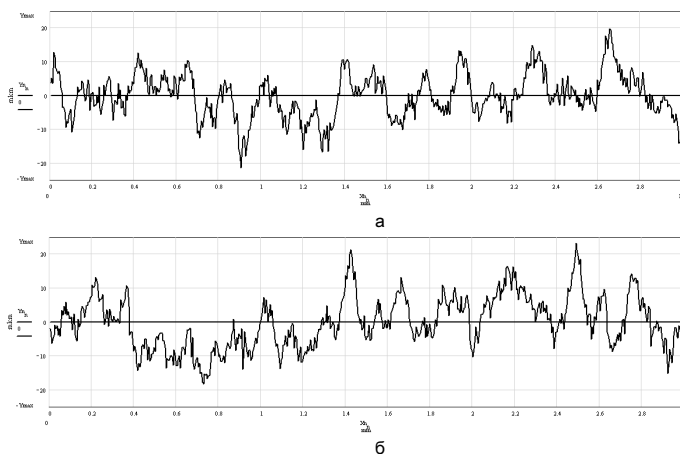


Рис. 2. Профілограма поверхні компакт-диска для задруковування у струминному принтері:  
а — у повздовжньому напрямі вимірювання; б — у поперечному напрямі

При моделюванні трафаретного способу друку для виготовлення друкарської форми було використано сітчасту тканину щільністю 120 нит./см. За

допомогою скануючої електронної мікроскопії та рентгенофлуорисцентного аналізу (РФА) досліджено структуру задрукованого трафаретним способом не-всотувального матеріалу за певною методикою [7]. Як видно з рис. 3, переважно структура поверхні має однорідний характер, пов'язаний з рівномірністю розподілення фарби по поверхні задрукованого матеріалу. Частинки пігментів мають однорідне розташування як за розмірами, так і за їх розподіленням у фарбовому шарі.

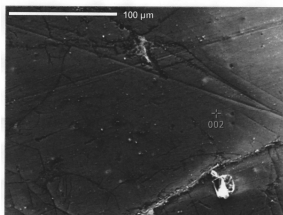


Рис. 3. Мікрофотографія поверхні задрукованого матеріалу з нанесеним трафаретним способом фарбовим шаром

На рис. 4 наведено спектр енергетичної дисперсії розподілення елементів у точці на межі розподілу трафаретна друкарська фарба — задруковуваний не-всотувальний матеріал, при впливі лазерним випромінюванням протягом 55 с.

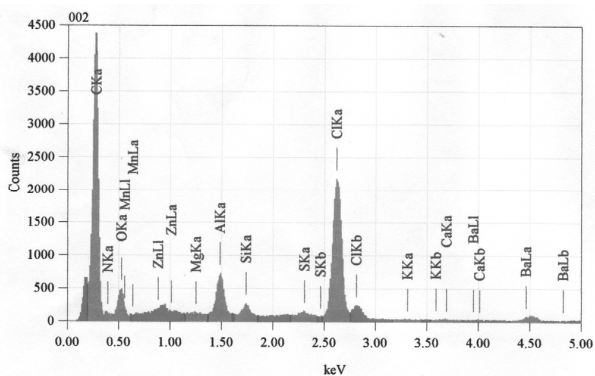


Рис. 4. Спектр енергетичної дисперсії

Аналіз спектра розподілу елементів показує, що матеріал складається з атомів декількох елементів: вуглецю (C), азоту (N), кисню (O), марганцю (Mn), магнію (Mg), цинку (Zn), алюмінію (Al), кремнію (Si), сірки (S), хлору (Cl), калію (K), кальцію (Ca) та барію (Ba). Елементарний склад верхнього шару задрукованого матеріалу може характеризуватися наявністю вуглецю, кисню, кальцію, алюмінію і кремнію. Можна допустити, що як наповнювач задрукованого матеріалу був використаний  $\text{CaCO}_3$ . Наявність кремнію може впли-

вати на зниження змочування поверхні задрукованого матеріалу фарбою, але водночас, цей компонент забезпечує переміщення відбитків, полегшення їх складування. Наявність вуглецю на спектрі енергетичної дисперсії свідчить про його вміст у складі задрукованого матеріалу та фарбового шару як основного складника макромолекул сполучника. Решта смуг, барій, калій, алюміній, відповідають елементам, що входять до складу задрукованого матеріалу.

За допомогою спектрофотометра Eye-One Pro виміряно оптичні та спектральні характеристики проміжного фарбового шару нанесеного на компакт-диск трафаретним способом. Порівнюючи результати з визначеними колірними характеристиками відомих трафаретних фарб, відбитки модельних зразків фарби вирізняються поліпшеними характеристиками. Уведення до складу фарби цільових домішок вдвічі зменшує спотворення показника  $b^*$  з 8,4 до 4,2 та колірні відмінності відбитків, що забезпечує унормування білої друкарської фарби для застосування у подальших процесах задруковування основного сюжету. При цьому якість відтворення текстово-ілюстраційної інформації на її поверхні відповідатиме типовим стандартним нормам друкування.

Отже, досліджено взаємодію невосотувальних поверхонь з друкарською фарбою, склад якої сформовано на підставі компонування твердих смол, органічних розчинників, поверхнево-активних речовин, флуоресцентних компонентів, цільових домішок, що забезпечило колірні і друкарсько-технічні властивості.

Використовуючи характеристики профілю поверхні задрукованого невосотувального матеріалу, можна встановити мінімальні межі товщини фарбового шару для досягнення однорідності поверхні відбитка при нанесенні проміжного шару, наприклад трафаретним способом.

Корегуючи композиційний склад друкарської фарби, та узгоджуючи всі складники технологічного середовища між собою, можна досягти підвищення продуктивності процесу друкування та стабільного відтворення колірних характеристик відбитків на невосотувальних матеріалах. За допомогою скануючої електронної мікроскопії та РФА показано характер розподілу фарби на поверхні задрукованого матеріалу та підтверджено, що нанесення проміжного шару фарби перед формуванням основного сюжету репродукції позитивно впливає на процес друкування та відтворення кольору на відбитку.

1. Варепо Л. Г. Моделирование переноса краски в печатной системе между офсетным и печатным цилиндрами печатного аппарата / Л. Г. Варепо, А. В. Паничкин, В. И. Бобров. — М., 2013.
2. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту / О. М. Величко. — К, 2005.
3. Зоренко О. Декелі в офсетному друкарському процесі / О. Зоренко. — К, 2008.
4. Могинов Р. Г. Экспериментальная проверка влияния шероховатости запечатываемого материала на равномерность оттиска / Р. Г. Могинов, Р. М. Амосов, О. Ю. Затула // Изв. высш. учеб. заведений. Пробл. полиграфии и изд. дела. — М., 2011. — № 4.
5. Савченко Е. Полиграфия Украины. Современное состояние, перспективы развития / Е. Савченко, Е. Величко // Полиграфия. — 2013. — № 4.
6. Скиба В. М. Вплив друкарського контакту на зміну мікрогеометрії елементів друкарської форми / В. М. Скиба // Технол. і техніка друкарства. — К., 2011. — № 3 (33).
7. Скиба В. М. Хімічний аналіз поверхні пробільних елементів форм плоского офсетного друку

методом рентгенівського мікроаналізу / В. М. Скиба, О. Ю. Коваль, О. М. Величко // Технол. і техніка друкарства. — К., 2010. — № 4 (30). 8. Фишбейн П. С. Особенности офсетной плоской печати на полимерных пленках / П. С. Фишбейн, Д. Д. Гольдштейн, Л. А. Богданова. — М., 1981.

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕЧАТАНИЯ НА НЕВПИТЫВАЮЩИХ МАТЕРИАЛАХ**

*Исследовано влияние составляющих технологической среды на повышение производительности печати и цветовые характеристики репродукций, полученных с помощью современных технологий.*

## **INCREASED PRODUCTIVITY OF PRINTING ON NON-ABSORBENT MATERIALS**

*The influences of the components of the technological environment to improve productivity printing, optical properties of reproductions in modern technologies are investigated.*

*Стаття надійшла 04.09.2014*

УДК 655.326.1

**Н. О. Кащенко, Р. А. Хохлова**

*Національний технічний університет України «КПІ»*

### **ТЕНДЕНЦІЇ У РОЗВИТКУ ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФАРБ**

*На підставі аналізу патентної інформації визначаються перспективи розвитку флексографічних друкарських фарб.*

***Друкарська фарба, флексографічний спосіб друку, пакування, патент***

Глобалізація сприяє розширенню асортименту товарів будь-якого призначення, що призводить до збільшення як назв, так і об'ємів упаковки, для виготовлення якої можуть використовуватись одношарові і багатошарові полімерні плівки, папір, картон, гофрокартон та інші пакувальні матеріали. Формування високої якості відбитків на широкому спектрі матеріалів, що задруковуються, універсальність та гнучкість технології забезпечують тотальне розповсюдження флексографічного способу друку у всьому світі. Це приводить до зростання попиту на матеріали, які застосовуються під час друкування, насамперед, друкарську фарбу. Отож аналіз напрямів розвитку флексографічних друкарських фарб є актуальним завданням, яке дозволить окреслити вектор розробки для створення нових композицій друкарських фарб.