

УДК 655.225.261.32

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ ЛАЗЕРНИМ ГРАВІЮВАННЯМ

© Н. В. Ярка, аспірантка, В. З. Маїк, к.т.н., доцент, Українська академія друкарства, Львів, Україна

Рассмотрены полимерные материалы для прямой лазерной гравировки печатных форм, и их состав. Проанализированы основные недостатки материалов и способы их решения.

Polymeric materials for the direct laser engraving of printing plates, and their composition have been considered. The basic defects of materials and methods for their elimination have been analysed.

Постановка проблеми

Контроль за утилізацією небезпечних відходів, звалищами і очищенням води посилюється у всьому світі, все актуальнішим стає питання про вплив на навколишнє середовище. Нині компанії і уряди різних країн усвідомлюють реальну вартість переробки відходів і споживання енергії. Пряме лазерне гравіювання друкарських форм — екологічна, безпечна альтернатива традиційним способам виробництва [1, 2].

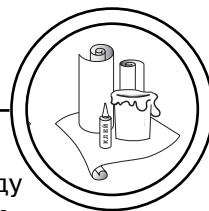
При лазерному гравіюванні із технологічного процесу виготовлення форм усувається: операція експонування через фотоформу, яка спричиняє втрати якості зображення; операція проявлення (вимивання) у хімічних розчинах, яка спричиняє набухання друкарської форми і при недостатньому висушуванні призводить до різнотовщинності і погіршення якості форми та відбитків з неї [2–5].

Лазерне гравіювання дає змогу, завдяки концентрованої і контрольованій енергії лазера,

отримувати високоякісне зображення [6]. Гравіювання можна виконувати і по третій осі (z), задаючи необхідний профіль друкувальних елементів для їхньої стабільності. Параметри глибини рельєфу і профілю елементів у межах однієї пластини не є жорстко фіксованими, як при використанні УФ-випромінювання. Вони керовані і регульовані оператором відносно щільності на оригіналі.

Зображення гравіюють за допомогою лазера на заздалегідь полімеризованій пластині або гільзі. Відходами процесу гравіювання є дрібний пил або попіл, які можна зібрати за допомогою замкнутої фільтраційної системи і відправити на переробку, спалювання або звалище. Наступними стадіями є промивання водою для видалення залишків попелу і коротке сушіння [1, 7].

Найновіші розробки у сфері формних матеріалів та програмного забезпечення дають змогу досягти конкурентного високоякісного друкування. Деякі роз-



робки уже надійшли у продаж — дні, коли вибір для гравіювання обмежувався формами і гільзами із каучука, давно пройшли [3, 8].

Мета роботи

Провести аналіз матеріалів для виготовлення друкарських форм прямим лазерним гравіюванням. Проаналізувати основні проблеми при використанні таких матеріалів та способи їх усунення.

Результати проведених досліджень

Гравіювання є термоіндукційним процесом, у якому енергія сфокусованого променя світла абсорбується матеріалом [6]. Тому необхідно, щоб матеріал був здатним перетворювати енергію світлового променя у термічну енергію через абсорбування: друкарська пластина повинна мати високу чутливість до дії лазерного випромінювання, забезпечуючи високі репродукційно-графічні та друкарсько-технічні властивості, а продукти гравіювання мають легко видалятися із поверхні друкарської форми [9–11].

Лазерне гравіювання здійснюють лазерами, які працюють у ІЧ-діапазоні хвиль. Найпоширенішими є CO₂-лазери із довжиною хвилі 10,64 мкм та Nd:YAG лазери — 1,064 мкм.

Загалом неметали здатні поглинати випромінювання із довжиною хвилі 10 мкм без необхідності у додатковому абсорбційному компоненті і не поглинають випромінювання із довжиною хвилі 1 мкм без уве-

дення до їхнього складу спеціальних домішок — абсорбуючих компонентів.

Найпоширенішою для лазерного гравіювання стала гума на основі природного каучука, який згодом замінили синтетичними еластомерами, наприклад EPDM (етилен-пропілен-дієновий мономер). Виготовлення гуми потребує вулканізації із використанням сірки або її сполук, а для однакової товщини і гладкої поверхні необхідна додаткова обробка — шліфування, що є тривалим і трудомістким процесом.

Найновіші розробки базуються на використанні еластомерів, які не потребують вулканізації і додаткової обробки. Такі матеріали можуть бути одношаровими і багатшаровими (із щонайменше одним компресійним шаром), рельєфоутворюючий шар отримують термopolімеризацією композиції, яку наносять на матеріал-основу екструзією і каландруванням, або розпиленням (рис. 1) [9, 10, 13–16].

Більш детально розглянемо склад рельєфоутворюючого шару.

Якщо у якості сполучного полімера використовувати полімер із температурою склування ± 20 °C або вище, то можна підвищити чутливість матеріалу до гравіювання. Такими компонентами є акрилові, епоксидні смоли, полівінілацетат, поліестер і поліуретан, які можна поєднувати у одній композиції. Серед цих полімерів найкраще використовувати ті, що мають гідроксильні групи у молекулі із точки зору збільшення

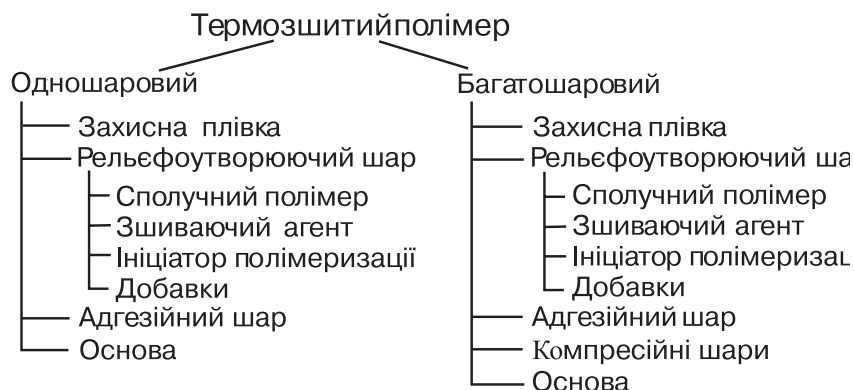
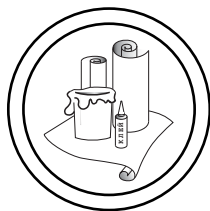


Рис. 1. Класифікація термополімерів

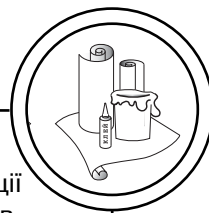
реактивності [9]. Рекомендована частка сполучного полімера у композиції — 15–75 %.

Зшиваючий агент дає змогу отримувати полімер термополімеризацією, тому варто використовувати разом із зшиваючим компонентом ініціатор термополімеризації. Така комбінація дає змогу підвищити ступінь зшивання, а отже покращити якість гравірованого зображення. Як зшиваючий агент використовують мономери із двома і більше ненасиченими подвійними зв'язками: (мет)акрилати, (мет)акриламід, стирол, ненасичені поліестери, поліаміди і уретани. Вміст зшиваючого агента може коливатись від 15 % до 45 % від загальної маси композиції.

Ініціаторів термополімеризації є величезна кількість: ароматичні кетони, пероксиди, похідні оксимів, бориди, карбоніли металів, азосполуки тощо [9, 12]. Однак у [9, 13] рекомендовано використовувати органічні пероксиди, які покращують чутливість до гравіювання і забезпечують чіткий контур гравірованого зображення.

Концентрація ініціаторів коливається у межах 0,1–3 % від загальної маси полімера.

Під час прямого гравіювання утворюються низькомолекулярні відходи у вигляді пилу та рідини, які впливають на якість готової друкарської форми та відбитків з неї. Тому важливим є покращення процесу видалення залишків гравіювання. Для цього у [9, 14] запропоновано вводити до складу композиції неорганічні пористі частинки, які поглинають рідкий залишок, що виділяється при гравіюванні. Рекомендовано використовувати ароматичні, алкілові, сілоксанові сполуки, що містять Si, Ti, Al та Zr. Полімерна композиція, яка термополімеризується, потребує вищої температури і відносно довшого часу обробки порівняно із фотополімерною композицією. Тому пористі неорганічні частинки композиції можуть мігрувати у товщі полімера при термополімеризації і рівномірно розподілятися у зшитому матеріалі. Відповідно, абсорбуючий ефект підвищується і покращується видалення залишків гравіюван-



ня із поверхні друкарської форми. З іншої сторони, процес фотополімеризації потребує нижчої температури і менше часу на зшивання композиції, але він не може забезпечити однорідного розподілу пористих неорганічних частинок і такого покращення видалення залишків гравіювання, як у попередньому випадку.

У полімерну композицію вводять і інші добавки. Наприклад, фототермічний перетворюючий агент (сажа) прискорює термічне розкладання полімера, поглинаючи випромінювання лазера і перетворюючи його у тепло [9, 10, 15]. Пластифікатор призначений для пом'якшення шару полімера і повинен бути сумісним із зшиваючим полімером. Також рекомендують додавати невелику кількість інгібітора термopolімеризації, щоб попередити небажану теплову полімеризацію компаундів під час виготовлення чи зберігання.

Спеціальні зміцнюючі агенти вводять у композицію для покращення механічних властивостей полімерів — міцності на розтяг, жорсткості, стійкості до стирання. Такими є сажа, силікон, оксид титану, карбонат і силікат кальцію, сульфат барію тощо [10].

Полімеризований матеріал має високу чутливість до гравіювання і задовільне видалення продуктів гравіювання, що дає змогу скоротити тривалість виробництва. Такий полімер можна широко застосовувати, наприклад для форм глибокого, високого, флексографічного друку, штампів тощо.

Аналіз патентної інформації за останні десятиліття показав, що для лазерного гравіювання можна використовувати традиційні тверді фотополімерні пластини (сольвентновимивні і водовимивні) та рідкі фотополімеризаційноздатні композиції (суміші мономерів, найчастіше акрилатів), якщо їх перед гравіюванням проекспонувати для утворення просторово зшитої структури полімера. Нині відомі розробки компаній «ASAHI», «Houtstra», «ТОК» для флексографічного, високого способів друкування та для виготовлення печаток, штемпелів і штампів для тиснення [11, 17–19].

Основою фотополімерного шару є фотополімеризаційноздатна композиція (ФПК). Компоненти, які впливають на друкарсько-технічні характеристики і якість фотополімерних друкарських форм наведені на рис. 2.

Плівкоутворювальними агентами композиції можуть бути полімери або сополімери (мет)акрилатів, акриламідів, малеїнатів, уретанакрилатів, вінілацетатів. Також використовують ефіри целюлози і сополімери бутадієну та ізопрену [11, 12, 17]. Вони визначають фізико-механічні властивості, розчинність, світлочутливість тощо фотополімерної пластини. Молекули полімерів складаються із мономерних фрагментів, що отримані між собою хімічними зв'язками. Оскільки мономерні, як правило, — це органічні сполуки із порівняно невисокою молекулярною масою і низькою в'язкістю, то вони є розчинниками

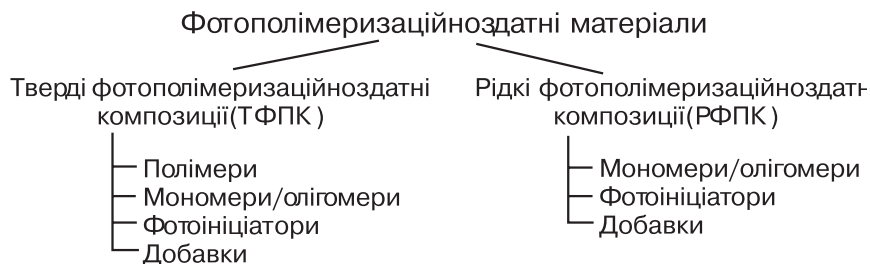


Рис. 2. Класифікація і компоненти фотополімеризаційноздатних матеріалів

для решти компонентів композиції. Зазвичай зміною вмісту мономера регулюють в'язкість усієї системи. Поруч із мономерами у композиції можуть бути і олігомери — ненасичені органічні сполуки із більшою молекулярною масою, здатні до полімеризації і сополімеризації із мономером. Вважають, що властивості отриманих полімерів, зокрема фотополімерних друкарських форм, визначаються, в основному, саме природою олігомера.

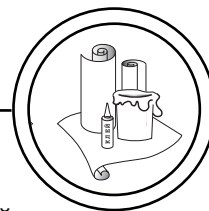
До вирішальних параметрів у виборі мономерів і олігомерів належать реакційна здатність, рівень функціональності, сумісність із іншими компонентами системи, розчинність, в'язкість, температура кипіння/плавлення, спектр поглинання у видимій та УФ-області, токсичність.

Полімеризація композиції під дією УФ-випромінювання може протікати і без участі інших сполук, але дуже повільно. Для пришвидшення реакції у композицію вводять невелику кількість (від частки відсотка до кількох відсотків) фотоініціаторів, здатних під дією світла генерувати вільні радикали і/або іони, які ініціюють ланцюгову реакцію. Незважаючи на

незначний вміст фотоініціатора у композиції, йому належить важлива роль у визначенні багатьох характеристик процесу зшивання (швидкості фотополімеризації, тривалості експонування) і властивостей отриманих матеріалів. Як фотоініціатори використовують органічні похідні бензофенону, антрахінону, тіоксантону, асцилфосфіноксиди, похідні пероксидів. Більшість фотоініціаторів поглинають світлове випромінювання у ближній ультрафіолетовій і частково у короткохвильовій видимій області (250–460 нм) [12].

У ФПК також використовують спеціальні добавки для надання матеріалу необхідних властивостей — барвники, пластифікатори, стабілізатори, сенсibiliзатори тощо.

Загальною проблемою фотополімерних матеріалів після їхньої обробки є залишкова липкість. Це пояснюють наявністю мономерів, які не вступили у реакцію. Одним із способів для усунення липкості є опромінення матеріалу УФ-випромінюванням у області 250–300 нм (так зване UVC-випромінювання). У [12] рекомендується проводити цю операцію, зануривши фотополімер-

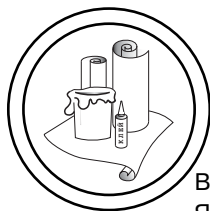


ну форму у воду, щоб зменшити інгібуючу дію кисню на процес полімеризації. А у [11, 17] цей процес відбувається одночасно із основним експонуванням: фотополімеризаційноздатний матеріал піддають дії випромінювання із довжиною хвилі 450 і 280 нм. Оскільки антиадгезійну обробку виконують перед лазерним гравіюванням, частинки, які видаляються у процесі гравіювання, не будуть прилипати до поверхні форми.

Висновки

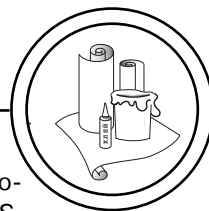
У статті проаналізовано найпоширеніші матеріали для виготовлення полімерних форм лазерним гравіюванням. Як бачимо, більше уваги приділяють термозшитим полімерам, фотополімери не мають такого широкого поширення, зокрема через залишкову липкість матеріалу. Це обумовлює перспективність досліджень у даній галузі.

1. Клинтон Дж. Прямое лазерное гравирование обычных и гильзовых флексографских форм [Электронный ресурс] / Клинтон Дж. // Флексо Плюс. — 2004. — № 4. — Режим доступа : http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/40/26.php#text.
2. Веферс Л. Прямое лазерное гравирование — повышение качества и упрощение процесса допечатной подготовки / Л. Веферс, Х. Аппс // Флексо Плюс. — 2006. — № 1. — С. 20–24.
3. Готч Э. Прямое лазерное гравирование форм флексографской и высокой печати / Э. Готч // Флексо Плюс. — 2004. — № 6. — С. 34–40.
4. Маїк Л. Я. Computer-to-Plate: технології, матеріали, устаткування : навч. посібник / Л. Я. Маїк, Т. Г. Дудок. — Львів : УАД, 2011. — 128 с.
5. Самарин Ю. Н. Лазерная техника и технология изготовления печатных форм : монография / Самарин Ю. Н., Шевченко С. А. — М. : МГУП, 2009. — 142 с.
6. Григорьянц А. Г. Технологические процессы лазерной обработки : учеб. пос. / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров; под ред. А. Г. Григорьянца. — М. : Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. — 664 с.
7. Спилка С. Прямое лазерное гравирование против лазерной абляции : преимущества и недостатки [Электронный ресурс] / С. Спилка // Флексо Плюс. — 2004. — № 4. — Режим доступа : http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/40/30.php#text.
8. Ярکا Н. В. Дослідження якості фотополімерних штампів, виготовлених за фотохімічною та лазерною технологіями / Н. В. Ярکا, Е. Т. Лазаренко, В. З. Маїк, Л. С. Дутко // Поліграфія і видавнича справа. — 2011. — № 2. — С. 99–106.
9. Пат. JP2010253931 A1 Японія, МПК B41C1/05; B41N1/12. Printing plate precursor for laser engraving, printing plate, and method for producing printing plate. / A. Sugazaki; заявник та власник пат. FUJIFILM CORP. — JP20100044189 20100301; заявл. 2010; опублік. 11.11.2010. — 6 с.
10. Пат. 5798202 USA, B41C 1/02; B41C 1/05. Laser engravable single-layer flexographic printing element / St. Cushner, Roxy Ni, P. Thomas, M. Carol; заявник та власник пат. E.I. duPont de Nemours and Company. — # 07/880792; заявл. 11.05.1992; опублік. 25.08.1998.
11. Пат. EP 1228864 A1 European Patent Office, B41C 1/05. Method of making a printing plate / M. Hessel; заявник та власник пат. Houtstra Polimero Deutschland GmbH. — # 01201770.3; заявл. 14.05.2001; опублік. 07.08.2002, бюл. 2002/32 — 6 с.
12. Шибанов В. В. Фотополімеризаційноздатні матеріали /



В. В. Шибанов. — Львів : УАД, 2008. — 216 с. 13. Пат. JP2010100048 A1 Японія, МПК В41С1/05; В41N1/12; В41N3/00. Relief printing original plate for laser engraving, method of producing the same, relief printing plate obtained from the original plate, and method of producing relief printing plate / T. Kawashima, A. Sugazaki; заявник та власник пат. FUJIFILM CORP. — JP20090219337 20090924; заявл. 2010; опублік. 06.05.2010. — 6 с. 14. Пат. JP2004160898 A1 Японія, МПК В41С1/05; В41N1/12. Manufacturing method for flexographic original plate / H. Yamada, H. Tomeba; заявник та власник пат. ASAHI CHEMICAL CORP. — JP20020331219 20021114; опублік. 10.06.2004. — 23 с. 15. Пат. № 92087 Україна, МПК В23К 26/00, В32В 27/38, В41С 1/00. Спосіб виготовлення штампів для тиснення лазерним гравіюванням та полімерна композиція для його реалізації / В. З. Маїк, Б. А. Зайцев, І. Д. Швабская та ін. ; заявник та власник пат. Українська академія друкарства. — заявл. 29.12.2008; опублік. 27.09.2010, бюл. № 18. 16. Пат. WO 2010121887 A1 World Intellectual Property Organization, МПК В41N1/12. Multiple-layer flat structure in the form of a printing blanket or a printing plate precursor for flexographic and letterpress printing with laser engraving / S. Fuelgraf, C. Knisel; заявник та власник пат. CONTITECH ELASTOMER BESCH GMBH. — WO2010EP54168 20100330; заявл. 30.03.2010; опублік. 28.10.2010. — 23 с. 17. Пат. WO 2005/042253 A1 World Intellectual Property Organization, МПК В41С 1/05. Laser-engravable element for use in hand or coding stamps / M. Hessel; заявник та власник пат. Houtstra Management & Beheer B.V. — PCT/EP2004/052745; заявл. 1.11.2004; опублік. 12.05.2005. — 13 с. 18. Пат. JP2004037866 A1 Японія, МПК G03F7/00; G03F7/004; G03F7/30; G03F7/36. Method for making printing plate / H. Yamada, Y. Araki ; заявник та власник пат. ASAHI CHEMICAL CORP. — JP20020195105 20020703; опублік. 05.02.2004. — 13 с. 19. Пат. №57727 Україна, МПК В23К 26/36 (2011.01). Спосіб виготовлення штампів для тиснення лазерним гравіюванням / Маїк В. З., Салко О. С., Ярка Н. В.; заявник і власник патенту Українська академія друкарства. — u 2010 09904; заявл. 09.08.2010 ; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.

1. Klinton Dzh. Prjamoje lazernoje hravirovanije obichnih i hil'zovih fleksohrafских form [Elektronnij resurs] / Klinton Dzh. // Flekso Pljus. — 2004. — # 4. — Rezhim dostupu : http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/40/26.php#text. 2. Vefers L. Prjamoje lazernoje hravirovanije — povishenije kachestva i uproshchenije protsessa dopечатnoj podgotovki / L. Vefers, H. Apps // Flekso Pljus. — 2006. — # 1. — S. 20-24. 3. Hotch Je. Prjamoje lazernoje hravirovanije form fleksohrafskoj i visokoj pečati / Je. Hotch // Flekso Pljus. — 2004. — # 6. — S. 34-40. 4. Majik L. Ja. Computer-to-Plate: tehnologhiji, materiali, ustatkuvannja : navch. posibnik / L. Ja. Majik, T. H. Dudok. — L'viv : UAD, 2011. — 128 s. 5. Samarin Ju. N. Lazernaja tehnika i tehnologhija izhotovlenija pečatnih form : monohrafija / Samarin Ju. N., Shevchenko S. A. — M. : MHUP, 2009. — 142 s. 6. Hrihor'jants A. H. Tehnologhicheskiye protsessi lazernojo obrabotki : ucheb. pos. / A. H. Hrihor'jants, I. N. Shihanov, A. I. Misjurov; pod red. A. H. Hrihor'jantsa. — M. : Izd. MHTU im. N. Je. Bauman, 2006. — 664 s. 7. Spilka S. Prjamoje lazernoje hravirovanije protiv lazernojo ablatsii : preimushchstva i nedostatki [Elektronnij resurs] / S. Spilka // Flekso Pljus. — 2004. — # 4. — Rezhim dostupu : http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/40/30.php#text. 8. Jarka N. V.



Doslidzhennja jakosti fotopolimernih shtampiv, vihotovlenikh za fotokhimichno-ju ta lazernoju tekhnolokhijami / N. V. Jarka, E. T. Lazarenko, V. Z. Majik, L. S. Dutko // Poligrafija i vidavnicha sprava. — 2011. — # 2. — S. 99–106. 9. Pat. JP2010253931 A1 Japonija, MPK B41C1/05; B41N1/12. Printing plate precursor for laser engraving, printing plate, and method for producing printing plate. / A. Sugazaki; zajavnik ta vlasnik pat. FUJIFILM CORP. — JP20100044189 20100301; zajavl. 2010; opublik. 11.11.2010. — 6 s. 10. Pat. 5798202 USA, B41C 1/02; B41C 1/05. Laser engravable single-layer flexographic printing element / St. Cushner, Roxy Ni, P. Thomas, M. Carol; zajavnik ta vlasnik pat. E. I. duPont de Nemours and Company. — # 07/880792; zajavl. 11.05.1992; opublik. 25.08.1998. 11. Pat. EP 1228864 A1 European Patent Office, B41C 1/05. Method of making a printing plate / M. Hessel; zajavnik ta vlasnik pat. Houtstra Polimero Deutschland GmbH. — # 01201770.3; zajavl. 14.05.2001; opublik. 07.08.2002, bjul. 2002/32 — 6 s. 12. Shibanov V. V. Fotopolimerizatsijnizdatni materiali / V. V. Shibanov. — L'viv : UAD, 2008. — 216 s. 13. Pat. JP2010100048 A1 Japonija, MPK B41C1/05; B41N1/12; B41N3/00. Relief printing original plate for laser engraving, method of producing the same, relief printing plate obtained from the original plate, and method of producing relief printing plate / T. Kawashima, A. Sugazaki; zajavnik ta vlasnik pat. FUJIFILM CORP. — JP20090219337 20090924; zajavl. 2010; opublik. 06.05.2010. — 6 s. 14. Pat. JP2004160898 A1 Japonija, MPK B41C1/05; B41N1/12. Manufacturing method for flexographic original plate / H. Yamada, H. Tomeba; zajavnik ta vlasnik pat. ASAHI CHEMICAL CORP. — JP20020331219 20021114; opublik. 10.06.2004. — 23 s. 15. Pat. # 92087 Ukrajina, MPK B23K 26/00, B32B 27/38, B41C 1/00. Sposib vihotovlennja shtampiv dlja tsnennja lazernim hravijuvannjam ta polimerna kompozitsija dlja joho realizatsii / V. Z. Majik, B. A. Zajtsev, I. D. Shvabskaja ta in. ; zajavnik ta vlasnik pat. Ukrajins'ka akademija drukarstva. — zajavl. 29.12.2008; opublik. 27.09.2010, bjul. # 18. 16. Pat. WO 2010121887 A1 World Intellectual Property Organization, MPK B41N1/12. Multiple-layer flat structure in the form of a printing blanket or a printing plate precursor for flexographic and letterpress printing with laser engraving / S. Fuelgraf, C. Knisel; zajavnik ta vlasnik pat. CONTITECH ELASTOMER BESCH GMBH. — WO2010EP54168 20100330; zajavl. 30.03.2010; opublik. 28.10.2010. — 23 s. 17. Pat. WO 2005/042253 A1 World Intellectual Property Organization, MPK B41C 1/05. Laser-engravable element for use in hand or coding stamps / M. Hessel; zajavnik ta vlasnik pat. Houtstra Management & Beheer B.V. — PCT/EP2004/052745; zajavl. 1.11.2004; opublik. 12.05.2005. — 13 s. 18. Pat. JP2004037866 A1 Japonija, MPK G03F7/00; G03F7/004; G03F7/30; G03F7/36. Method for making printing plate / H. Yamada, Y. Araki ; zajavnik ta vlasnik pat. ASAHI CHEMICAL CORP. — JP20020195105 20020703; opublik. 05.02.2004. — 13 s. 19. Pat. №57727 Ukrajina, MPK B23K 26/36 (2011.01). Sposib vihotovlennja shtampiv dlja tsnennja lazernim hravijuvannjam / Majik V. Z., Salko O. S., Jarka N. V. ; zajavnik ta vlasnik patentu Ukrajins'ka akademija drukarstva. — u 2010 09904; zajavl. 09.08.2010 ; opublik. 10.03.2011, Bjul. # 5.

Рецензент — Т. І. Онищенко,
к.т.н., доцент, УАД

Надійшла до редакції 23.04.12