

УДК 681.3.06

ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ПОВЕРХНЮ ОПТИЧНИХ ДИСКІВ

© Т. Ю. Киричок, к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Рассмотрены технологии полиграфического оформления поверхности оптических дисков. Разработана детальная классификация способов нанесения изображений на поверхность дисков.

The technologies of printing on surface of CD/DVD were examined. The detailed classification of the methods of printing on surface of CD/DVD was worked out.

Постановка проблеми

Нанесення зображення на поверхню оптичних дисків (декорування) — остання стадія, що завершує тиражування будь-якого типу оптичних носіїв інформації (міні-CD, DVD, CD-R, Blu-ray), не впливає на якість відтворення й фізичні параметри компакт-диску, але відповідає за ідентифікацію носія, відображує зміст видання, а також надає продукції товарного вигляду, за яким споживач робить висновок про якість електронного видання.

Під терміном «тиражування» розуміють створення заданої кількості (тиражу) ідентичних CD, DVD чи інших оптичних дисків, що містять одну й ту ж інформацію [1, 2]. Надалі будемо вживати термін «диск».

На сьогодні існує багато способів декорації оптичних дисків в процесі тиражування, доцільність застосування котрих визначається, насамперед, величиною тиражу дисків а також терміновістю виготовлення, дизайном зображення, що наноситься.

Мета роботи

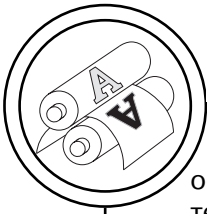
Необхідно систематизувати та класифікувати способи нанесення зображення на поверхню дисків з метою вибору найбільш ефективного методу декорації.

Результати проведених досліджень

На сьогодні існує два способи тиражування дисків: *реплікація* — промисловий спосіб тиражування DVD та CD дисків методом інжекційного лиття, що використовується, зазвичай, при великих накладках, та *дублікація* — копіювання дисків шляхом запису, котра використовується при відносно невеликих накладках.

Способи декорування неробочої поверхні дисків також доцільно розглядати з точки зору тиражу: *промислові* (виробничі) методи друку на диску (для великих тиражів) та *непромислові* (невиробничі) методи нанесення зображення на диск (за умов невеликих тиражів).

Основними промисловими методами друку на дисках є трафаретний та офсетний. Також в



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

останні роки виробники принтерів пропонують нове покоління високотехнологічного устаткування — цифрові принтери. Вони добре підходять для невеликих тиражів (1000-2000 дисків), зміна замовлення фактично зводиться до завантаження файла нового зображення на жорсткий диск керуючого комп'ютера або його вибір із наявної бібліотеки зображень. Однак ці принтери програють у швидкості друку (що особливо важливо для великих тиражів). Крім того, вони є достатньо дорогими.

Офсетні принтери, що з'явилися на початку 1990-х років, спершу не набули великого поширення через ті ж причини, що й цифрові принтери зараз: висока вартість, недосконалість і складність технології. Однак, поява нового цифрового формату — DVD — сприяла поширенню офсетного друку на дисках, оскільки фільми, що, насамперед, видавалися на перших DVD-дисках, потребували якісного зображення та поліграфічного оформлення. Не тільки пакування диска, але і його поверхня стала елементом дизайну, що привертають увагу до вмісту. Тому переваги офсетного друку порівняно з трафаретним — краща лініатура й насиченість кольору — виявилися вирішальними: офсет став фактично стандартом друку на DVD дисках. Проте трафаретний друк залишається найпоширенішою технологією нанесення зображення на диск: 90 % всіх оптичних дисків, що випускаються у світі, пофарбовані способом трафаретного друку.

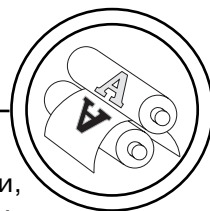
Трафаретний друк на дисках. Найбільш широко застосовуваним методом нанесення зображення на диск є технологія трафаретного (шовкотрафаретного) друку. Цей метод найбільше підходить для друку векторних зображень, або будь-яких зображень, що мають «рисований» характер, оскільки забезпечує рівномірне нанесення фарби при суцільній заливці й дозволяє використовувати кольори за шкалою PANTONE (у тому числі золото, срібло, бронзу, лаки, флуоресцентні та фосфоресцентні фарби тощо).

Друк на дисках відбувається на трафаретних принтерах. Для кожного кольору використовується окрема форма (рамка із сіткою). Відповідно до кількості друкувальних станцій принтери поділяють на 2-х, 3-х, 4-х, 5-ти й 6-ти фарбові. Оскільки фарби, використовувані у виробництві компакт-дисків, сохнуть тільки в ультрафіолетових променях, після декількох станцій друку (або кожної) розташовується UV-сушка.

Під час друку на дисках для забезпечення більшої насиченості кольорів рекомендується нанести ще один неорієнтований колір (підкладка, база), як правило, білий, тобто використовувати білу підкладку як основу для нанесення.

Першим етапом технологічного процесу є виготовлення сітки для друку на дисках у кількості, що дорівнює кількості використовуваних кольорів. При цьому собівартість трафаретного друку на диску складається практично із вартості сіток. Зрозуміло, що при малих тиражах

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



економічно не вигідне трафаретне задруковування поверхні оптичних дисків. Шовкотрафарет більш доцільно використовувати при тиражах понад 500 екземплярів і нанесенні на диск нескладних графічних зображень, переважно векторних, і тексту.

Друк на дисках здійснюється за допомогою трафарету: на обране колірне тло поверхні диска інші кольори наносяться шарами.

Провідним виробником обладнання для трафаретного друку на дисках є німецька фірма KAMMANN [3], що випускає зокрема трафаретний принтер KAMMANN K15-I, що є повністю автоматичним пристроєм для нанесення зображень на оптичні носії. Як правило, принтер K 15 I (High Speed) має п'ять фарбових станцій і три УФ-сушки. За рахунок цього досягається висока швидкість друку (5400 дисків на годину). Передбачено місце для встановлення шостої станції, наприклад під лак. Можливе використання шестифарбового принтера й для одночасного фарбування двох тиражів (у три фарби). Максимальна лінійтура, що досягається, 133 lpi (стандарт 100-120). Модифікація принтера K 15 I для фарбування DVD дисків оснащена станцією перевертання диска, що необхідно під час фарбування двобічних DVD. Такий принтер забезпечує суміщення фарб з відхиленням не більш, як 0,1 мм, та потребує невеликої кількості дисків (до 10 шт.) на підгонку та зведення кольору.

Домінування шовкотрафаретного друку при нанесенні зо-

браження на оптичні диски, особливо CD, обумовлене такими факторами:

— технологія й устаткування трафаретного друку забезпечують високу швидкість фарбування (до 5500 CD на годину);

— якість друку є цілком прийнятною, завдяки високій лінійтурі (стандарт 100-120 lpi) досягається висока чіткість зображення;

— зображення наноситься безпосередньо на саму поверхню диска, непотрібне використання дисків зі спеціально підготовленою до друку поверхнею;

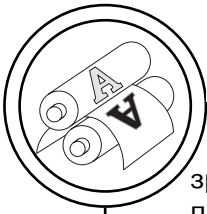
— УФ-фарба добре захищає неробочу поверхню диска від впливу зовнішнього середовища. Цей фактор підсилюється нанесенням білої підкладки;

— можливе використання елементів дизайну зображення — «дзеркало диска» (нездруковані ділянки диска);

— наявна можливість використання кольорів за шкалою PANTONE.

Разом з тим шовкотрафаретний друк на дисках має певні недоліки, серед яких наявність невеликої зернистості фотозображення, а також неекономічність при невеликих тиражах.

Ще один недолік трафаретного друку проявляється при задруковуванні DVD-дисків, котрі мають певні особливості порівняно з CD. Диски DVD складаються із двох тонких половинок (0,6 мм), склеєних між собою. Величина пітів у DVD менше, ніж у CD, й диск більш чутливий до товщини нанесеного шару фарби. Щільність запису інформації на DVD суттєво вища, ніж на CD-Audio або CD-ROM, пропорційно



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

зростає й імовірність помилки під час відтворення. Так, припустимі коливання товщини диска для DVD не повинні перевищувати 100 мкм, в той час, як для CD припустимі коливання 200 мкм. Так само, DVD диск повинен бути максимально плоским, в іншому випадку промінь лазера легко втрачає доріжку. При повнокольоровому друці на трафаретному принтері й наступному сушінні відбувається стягування товстого шару фарби (біла база й чотири основні кольори) і незначна зміна геометрії DVD диска, так само існують коливання товщини диска через нерівномірне накладання шарів фарби. Усе це може призвести до помилок під час відтворення тиражу (особливо при тиражуванні DVD-9). Саме тому було розроблено спеціальні серії фарб для декорування DVD на трафаретних принтерах. Їх відрізняє більш висока швидкість сушіння в УФ-променях і менша усадка. Більша текучість цих фарб і використання твердого ракеля дозволяють наносити тонший шар.

Офсетний друк на дисках. Офсетний друк на поверхні оптичних дисків — це на сьогодні найсучасніший вид друку, при застосуванні якого досягається зображення фотографічної якості. Даний спосіб ідеально підходить для друку растрових зображень.

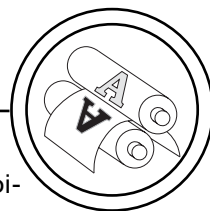
Використання офсетного друку є доцільним у разі виробництва дисків методом реплікації й кількості тиражу дисків від 1000 екземплярів.

Перевага офсетного друку на дисках перед шовкотрафаретом — можливість друку складних і багатокольорних зображень, що мають градієнтні переходи й численні відтінки кольорів. Саме офсет дозволяє досягти більшої деталізації й яскравості зображень, вимоги до яких ростуть з кожним днем.

Одна з причин зростання популярності офсетного друку на дисках пов'язана з дедалі більшими вимогами цифрового стандарту DVD. На відміну від трафаретного друку, в офсетному друці шар фарби, що накладається, в 2-3 рази тонший, офсетна фарба більш текуча й менш піддається усадці. Менш чутливий офсет до запиленості приміщення. Немає такого фактору, досить важливого для трафаретного друку, як зупинка через прорив сітки або її забруднення пилом. Крім того, варто враховувати такі переваги офсетного друку, як менша вартість витратних матеріалів, можливість отримання на поверхні диска високоякісного глянцевого зображення фотографічної якості, низька собівартість при великих тиражах.

Офсетний принтер, як правило, має 6 друкувальних станцій (чотири фарбові й дві — для білої підкладки й лаку), як, наприклад, офсетний CD/DVD принтер KAMMANN 15-40 [3], котрий складається з шести фарбувальних секцій: двох шовкотрафаретних і чотирьох офсетних (метод «сухого» офсету). На початковому етапі перша трафаретна секція застосовується для нанесення білого ґрунту (бази, підкладки), причо-

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



му є можливість наносити фарбу не тільки по всій задрукованій області диска, але й вибірково. Поверх ґрунту наносять чотири основні поліграфічні фарби (СМУК), що формують зображення. На фінішному етапі офсетні фарби закріплюють глянцевим УФ-лаком (останній також може бути нанесено вибірково). Метод офсетного друку дозволяє досягати лініатури до 175 ліній/дюйм (стандарт — 150 lpi). Офсетна фарба утворює шар, у кілька разів тонший, ніж у випадку трафаретного друку. За рахунок цього задрукована поверхня диска виглядає гладкою, а УФ-лак додає насиченості фарбам та фотографічного глянцевого зображенню.

Використання таких принтерів дозволяє досягати дуже високих швидкостей друку на дисках — 5000-6000 дисків на годину.

Цифровий друк на дисках. Цифровий друк зображення на оптичних дисках останнім часом динамічно розвивається. Просування цифрового друку на ринок промислового устаткування для фарбування дисків розпочалося наприкінці 1990-х років через його певні переваги перед офсетним та трафаретним друком на дисках: відсутність додрукарських процесів, можливість друку будь-яких тиражів (від 1 диску), індивідуалізація й персоналізація кожного диска.

Найважливішою особливістю цифрового друку на дисках є можливість отримання зображення найвищої фотографічної якості — з високою роздільною здатністю 800 dpi, гарною якістю

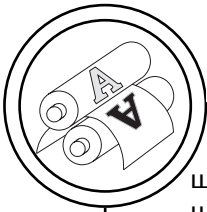
відтворення напівтонової графіки, зображень з тілесними кольорами та м'якими напівтоновими переходами, високою стійкістю зображення до механічних впливів.

Важливим фактором є також те, що зображення формується безпосередньо на поверхні диска, а не приклеюється до диска, й не використовується будь-який проміжний матеріал. Диск у процесі виробництва може покриватися матовим або глянцевим лаком.

Важливою перевагою цієї технології є висока швидкість друку, так, наприклад, тираж до 500 дисків можливо декорувати протягом 1-3 годин.

В устаткуванні для цифрового друку на дисках використовують наразі два основні способи — струминну п'єзоелектричну технологію та технологію термоперенесення.

В основі струминної п'єзоелектричної технології (Piezo Inkjet) лежить п'єзоефект — здатність деяких кристалів (так званих, п'єзокристалів), деформуватися під дією електричного струму. Така фізична властивість п'єзокристалів дозволяє використовувати їх в інжекційному механізмі для створення мініатюрного чорнильного насоса, в якому зміна напруги прикладеної напруги викликає стиснення невеликого об'єму чорнила й енергійний викид його через відкрите сопло. Розмір краплі визначається фізичними характеристиками інжекційної камери й тиском, що створюється в цій камері за рахунок деформації кристала. Модуляція, тобто зміна розміру краплі, здійснюється



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

шляхом зміни величини струму, що протікає через інжекційний механізм. Найменша точка, яку можна отримати при використанні струминної п'єзоелектричної технології — 12 мкм, при тому, що людське око здатне розрізнити крапку 30 мкм (для порівняння: мінімальна точка при офсетному друці — 25 мкм, шовкографії — 75-80 мкм). Використання точок різного розміру робить картинку більш природною.

До цифрового обладнання для декорації дисків, що використовує струминну п'єзоелектричну технологію, належать такі принтери, як KAMMANN K15.51 (дозволяє вивести на друк перший диск вже за 10 секунд, друкує 40 дисків на хвилину), Tapematic 2Print, Project 37 компанії Sun Chemical.

У процесі друку використовуються УФ-фарби. Зображення так само може наноситися й на незафарбований дзеркальний диск, але для досягнення кращої поверхневої адгезії й високої якості друку рекомендується обов'язково використовувати диски з попередньо нанесеною білою базою-підкладкою.

Технологія термоперенесення полягає в поєднанні високої технологічної температури й тиску екструзивної головки через паперову стрічку на диск, внаслідок чого здійснюється пряме перенесення зображення на поверхню диска в місці найбільшого нагріву. У результаті друку на диску утворюється водо- і вологостійке зображення. Ця технологія дозволяє досягти більшої швидкості друку, ніж струминна п'єзоелектрична (наприклад,

для принтерів компанії Sefar Digitron — 6000 дисків, а Discotron — 3000 дисків на годину). Основні переваги цифрового друку:

- Відсутність додрукарського циклу;

- Низька собівартість на малих тиражах (10-500 дисків);

- Якість зображення й стійкість фарби не поступаються традиційному друку;

- Можливість індивідуалізації й персоналізації, тобто внесення інформації, що відрізняє кожний диск тиражу один від одного;

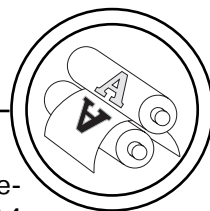
- Простота в обслуговуванні й експлуатації, не потрібні кваліфіковані друкарі;

- Відсутність витратних матеріалів (крім фарби), чистота процесу;

- Мінімальний час старту (9-20 с), не потребує витрат часу при зміні замовлення.

Цифровий друк орієнтований на обидві групи виробників оптичних дисків: реплікаторів і дуплікаторів. Переваги цифрового друку проявляються при тиражах до 2000 дисків. За більших обсягів цифровий друк програє традиційним технологіям за такими критеріями, як швидкість і собівартість відбитка. Таким чином, порівняння загальної тривалості технологічного процесу (друк й додрукарська підготовка) так званих «коротких тиражів» на трафаретному або офсетному принтері та при цифровому друці показує, що цифровий принтер швидший за офсетний при тиражах до 1250 дисків і швидший за трафаретний при тиражах до 1500 дисків [4].

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Непромислові способи декодування дисків можна поділити на поліграфічні та неполіграфічні (комп'ютерні) способи. До перших належать методи нанесення зображення безпосередньо на диск, коли використовують струминні та термопринтери для друку на дисках, а також друк наклейок.

Основні риси струминних принтерів для друку на компакт-дисках:

- необхідні диски зі спеціальною мікрошороховатою сорбуючою поверхнею на боці, що задруковується, для всмоктування чорнил — так звані, Ink-Jet Printable диски;

- зображення, що отримують на дисках, нестійке до вологи, тому для закріплення такого зображення диски покривають шаром спеціального лаку чи ламінують, після чого задрукована поверхня диску стає глянцевою;

- зображення, що може наноситись на диск, має фотографічну якість та не обмежене у кольорах;

- у порівнянні з термічними принтерами, струминний друк має підвищену економічність за рахунок того, що витрати фарби прямо пропорційні заповненню диска (термічні принтери завжди витрачають однакову кількість стрічки незалежно від заповнення поверхні диска).

Існують два типи струминних принтерів для нанесення зображення на оптичні диски: спеціальні струминні принтери, що пристосовані саме під диски, та струминні принтери комбінованого характеру, що можуть бути

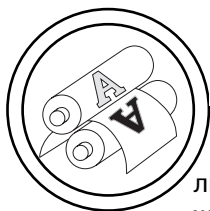
використані й для друку на паперових носіях форматом до A4 включно.

Випускається велика кількість струминних принтерів для друку на дисках: від достатньо простих принтерів з ручною подачею дисків (наприклад, Primera Signature Z6), орієнтованих, перш за все, на використання для друку невеликих партій дисків, до автоматичних принтерів для друку на CD і DVD дисках, орієнтованих на професійне тиражування CD і DVD дисків (наприклад, Print Factory PRO (PF-Pro)).

Час друку одного диска для таких принтерів в залежності від обраної якості зображення різниться: від кількох секунд для найменшої роздільної здатності 600×600 dpi до 58 секунд для 4800×1200 dpi (для Signature Z6). Якщо вимоги до економічності високі, то слід застосувати режим меншої роздільної здатності — тоді вартість нанесення зображення на диск значно знизиться [5].

Технологія термодруку (термосублімаційного друку), на якій побудовано термопринтери, полягає в поєднанні впливу високої температури й тиску друкувальної головки через стрічку на диск, внаслідок чого фарба в місці нагрівання переноситься зі стрічки на поверхню диска. Після друку зображення є абсолютно водостійким. Через різні типи поверхні дисків необхідна кількість чорнила, швидкість друку та температура повинні регулюватися для кожного типу носіїв.

Даний спосіб раціонально використовувати у випадках, ко-



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

ли тираж є одиничним. Незважаючи на якість, рівну до офсету, даний спосіб не можна назвати комерційним для повноколірного друку, тому що вартість одиниці відбитка надзвичайно висока. Економічно ефективно використовувати дану технологію для нанесення одноколірних векторних зображень. Термопринтери ідеальні для друку монохромних надписів і різних простих форм (векторів суцільного заповнення).

Важливою особливістю є можливість виготовлення одиничних копій з високою якістю.

Зображення за допомогою термодруку зазвичай наносять безпосередньо на саму поверхню диска, можуть використовуватися також диски зі спеціальним покриттям — Termo Printable диски.

Основні переваги термопринтерів для друку на оптичних дисках порівняно зі струминними:

— Термопринтери не потребують спеціальної поверхні диска, друк може відбуватись безпосередньо на чистий бік диска, що забезпечує невисоку собівартість друку, адже Ink Jet Printable диски більш дорогі, ніж диски без покриття;

— Зображення, що наноситься термопринтером на диск, — вологотривке й не потребує ніякого закріплення.

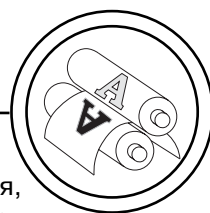
Термопринтери випускаються в багатьох модифікаціях — від офісних, типу Primera Signature Z1, котрий створений для друку монохромних текстів і графіки з роздільною здатністю 200 dpi, до потужного Rimage Everest 2 Autoprinter, що може забезпечувати повноколірний

друк з якістю, наближеною до якості офсету: якщо середня роздільна здатність друку на шовкотрафаретному обладнанні становить біля 80-120 lpi, офсетного друку — до 180 lpi, то Everest 2 друкує на CD і DVD дисках як кольорові, так і монохромні фотографії з роздільною здатністю 160 lpi. При цьому пігментні чорнила захищені від УФ-випромінювання, гарантуючи яскраві, барвисті кольори на диску. Отримане зображення на диску водо- і вологостійке [5]. Технологія друку на дисках, що застосовується в Everest, не передбачає торкання головки до диска. Спочатку зображення за допомогою головки й притискного валу наноситься на стрічку переносу (головка торкається через 2 стрічки до валу, а не до диска), після чого нанесене через переносну стрічку зображення прокочується спеціальним термовалом безпосередньо на поверхню диска.

Друк наклейок на диски. Поширений спосіб отримання зображення на неробочій поверхні диска — наклеювання вже готових етикеток, надрукованих на звичайному струминному принтері на папері, що є самоклеючим, чи плівці.

Цей метод декорування дисків часто називають друком CD-стікерів (від англ. Sticker — наклейка, етикетка). Застосування наклейок — не такий популярний спосіб друку на дисках, як офсет або шовкотрафарет. Це пояснюється ймовірністю дисбалансу диска після наклейки зображення. Однак позитивним

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



є те, що при використанні наклейки поверхня диска є яскравою й привертає увагу.

Цей спосіб нанесення зображення на оптичні диски ґрунтується на традиційних поліграфічних технологіях оперативного цифрового друку. Зображення для наклейки друкується на спеціально підготовленому аркуші, з надсіченими колами, що відповідають діаметру зображення для диска.

Розрізняють три основних способи отримання наклейки — струминний друк на наклеїці, лазерний цифровий друк на наклеїці, офсетний друк на наклеїці з наступним УФ-лакуванням. У всіх випадках наступними технологічними операціями є висікання наклейки та її наклеювання на диск.

Струминний друк та лазерний цифровий друк на наклеїці. Цей метод, зазвичай, використовують у випадках, коли тираж обчислюється одиницями дисків, або головним критерієм є терміновість виконання. Найкраща якість досягається у разі використання кольорових струминних або лазерних принтерів і подальшої ламінації наклейки.

Перевагою такого способу є те, що не потрібно застосовувати спеціальне обладнання для нанесення, використовується звичайний струминний або лазерний принтер, але найкращої якості в даному випадку можна досягти за умови використання для задрукування наклейки, що розрахована на друк 1440 dpi. Іншими перевагами такої технології є невелика собівартість виготовлення малих ти-

ражів, малий час їх виконання, отримання зображення фотографічної якості, швидка перебудова на інше зображення.

Суттєвим недоліком цієї технології є вимога максимально рівного приклеювання наклейки, а також у тому, що використання водорозчинних клеїв для наклеювання стікера може призводити до його відклеювання при підвищеній вологості, що знижує споживчі якості диска.

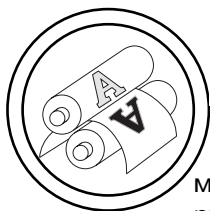
Недоліками є також відсутність глянцевої поверхні без додаткового використання ламінації, неможливість використання елемента дизайну «дзеркало диска».

Офсетний друк на наклеїці з наступним УФ-лакуванням. Цей метод використовується у випадках, коли вимагається висока якість друку на відносно невеликих тиражах дисків. Цей спосіб дозволяє отримати глянцеве зображення високої фотографічної якості.

Недоліками такого нанесення зображення на диск є наявність операції ручного наклеювання, висока собівартість при тиражах, менших за 300 дисків, неможливість використати «дзеркало диска».

Крім того, оптичні диски, декоровані шляхом наклеювання стікера, мають обмеження у застосуванні: їх, наприклад, не рекомендують використовувати в дисководі типу Slot-In, якими найчастіше оснащують автомобілі.

Під час висікання наклейки точність позиціонування ножа коливається в межах $\pm 0,5$ мм, що накладає обмеження на використання в дизайні наклеюваних еле-



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

ментів, для яких зміщення центру можуть бути візуально помітні (наприклад, кола вздовж зовнішнього або внутрішнього краю наклейки, симетричні об'єкти, що межують з краєм висікання і т. і.).

Одна людина залежно від типу, розміру, конфігурації етикетки та точності позиціювання на поверхні виробу може наклеювати в середньому біля 300 етикеток на годину. У деяких випадках також використовують етикірувальні пістолети.

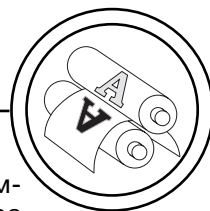
Неполіграфічні методи декорування дисків характеризуються повною відсутністю в технологічному процесі такої необхідної складової традиційної поліграфії як фарба, хоча щодо цих методів вживають терміни «друк етикеток», «задрукована поверхня диска» тощо. До групи неполіграфічних методів декорування дисків належать технології LightScribe та LabelFlash.

Технологія LightScribe. LightScribe — технологія лазерного нанесення зображення на диск, що заснована на використанні здатності певних речовин змінювати колір під дією лазерного променя. Повну назву цієї технології — LightScribe Direct Disc Labeling — можна перекласти як «пряме світлописне маркування дисків». Ця технологія розроблена компанією Hewlett-Packard і використовує для друку етикеток лазер DVD-рекордера. Якщо подивитися на робочу поверхню будь-якого оптичного диска, то легко можна встановити візуально, яка частина диска записана, а яка — ні: та, яка зазнала впливу лазера, має темнішу й

менш дзеркальну поверхню. Відповідно, якщо на неробочу поверхню диска нанести спеціальний шар, який під дією лазера помітно змінюватиме свій колір, з'явиться можливість формувати зображення. Такий спеціальний шар, розроблений Hewlett-Packard [6], у структурі диска йде безпосередньо після записувального шару і захищений лаковим покриттям.

Первісний колір неробочого боку диска — бежевий. При формуванні зображення лазерний промінь проходить по всій поверхні диска, що декорується, по спіралі (як при лінійному читанні або записі). У потрібних місцях потужність лазера збільшується, і під його дією в шарі LightScribe відбуваються хімічні зміни, які візуально представляються у вигляді темної крапки. Лазерний промінь з довжиною хвилі 780 нм і потужністю 32 мВт впливає на речовину-активатор, що викликає зміну кольору в спеціальній речовині, що отримала назву Leuco Dye (leukos — з грецької, «білий» або «безбарвний», dye — з англійської, «фарба», «барвник»). Шар містить додаткову речовину-закріплювач, що стабілізує ці зміни кольору. Яскравість одержуваного зображення залежить від відстані між окремими точками. Усього технологія LightScribe передбачає 256 градацій яскравості. Безліч таких темних крапок на спочатку білій (бежевій) поверхні дозволяє сформувати чорно-біле зображення високої роздільної здатності, порівняної з роздільною здатністю трафаретного друку.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Про технологію LightScribe Direct Disc Labeling було оголошено на початку 2004 року, а вже через рік після презентації була реалізована в приводах різних виробників.

Щоб скористатися технологією LightScribe, потрібні три складові, що підтримують дану технологію: привід, диск і програмне забезпечення для запису. Отже, для друку цього виду етикеток необхідні:

- DVD-рекордер з функцією LightScribe;
- спеціальні LightScribe-диски;
- програмне забезпечення LightScribe.

У рекордерах, сумісних з LightScribe, встановлена невелика додаткова плата, яка відповідає за точне налаштування фокусу на потрібну доріжку й центрування диска. Крім того, ця плата за окремим високошвидкісним каналом підтримує постійний контакт з програмним забезпеченням LightScribe.

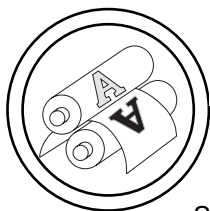
Зображення друкується концентричними круговими рухами. Якщо під час звичайного запису даних на робочому боці диска промінь лазера рухається по пресованій спіральній доріжці, то під час друку на шарі LightScribe такого орієнтира немає. Тому контрольний пристрій весь час перевіряє відстань між сусідніми доріжками. Усього їх 40000, і вони знаходяться дуже близько одна від одної — на відстані близько 10 мкм. Важливим процесом під час друку є центрування диска. Щоб друк був точним, відхилення, що виникають при обертанні диска, вирівнюються в режимі реального часу за допомогою постійного перефокусування лазе-

ра. Під час установки програмного забезпечення LightScribe для зв'язку між додатком і операційною системою вводяться три програмних інтерфейси API: LightScribe Label Control API керує процесом друку етикетки; LightScribe Drive Communication Layer API підтримує високошвидкісний комунікаційний канал, забезпечуючи на апаратному рівні загальний обмін даними і управління і, крім того, повідомляючи про статус запису; Label Engine API координує роботу всіх компонентів системи.

Етикетки для запису на LightScribe-диск виконують за допомогою спеціальних програм, що дозволяють не тільки записати красиву етикетку, але і за декілька хвилин створити власний дизайн на основі стандартних шаблонів. Це такі програми, як SureThing CD/DVD Labeler, Cyberlink, Droppix, InterVideo, Nero, Sonic Solutions.

Зазначимо, що задруковування область диска — круг радіусом 5,87 см за вирахуванням центральної частини радіусом 2,38 см.

Швидкість друку залежить не тільки від обраної якості, але й від контенту, який наноситися на диск. Так, наприклад, у найвищій якості, у випадку нанесення зображення на всю поверхню диска час друку складає менше 36 хвилин. Якщо друкувати тільки назву диска і, наприклад, список файлів диску, то час друку складає менше 9 хвилин, і на решті, якщо друкувати тільки заголовки диска, то час друку складає менше 4 хвилин. У нормальному і чорновому режимі час друку зменшується на 30-50%, проте при цьому дещо страждає якість зображення [7].



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Перевагою технології LightScribe є можливість подальшого дописування або накладення зображень на вже сформовану етикетку. Втім, така особливість є і недоліком: робити малюнок більш насиченим можна безліч разів, але стерти картинку й почати «випалювання» наново не можна.

Ще однією перевагою LightScribe є те, що сформоване лазером зображення стійке до ультрафіолетового світла й інших негативних факторів, що знижують довговічність дисків.

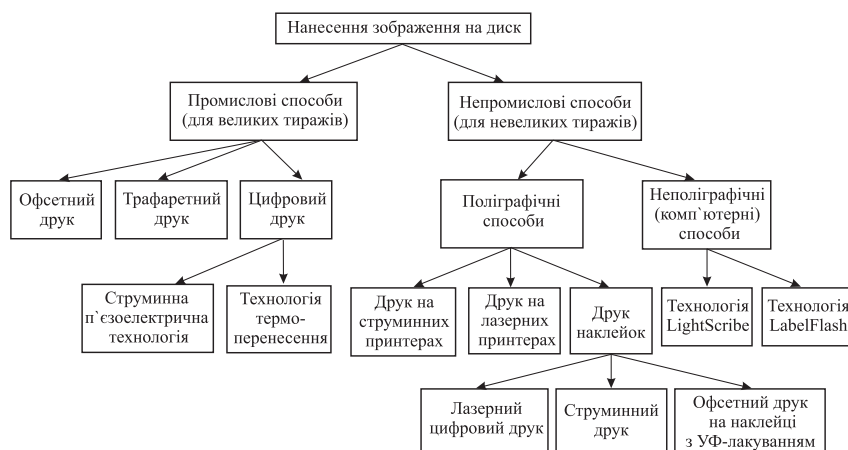
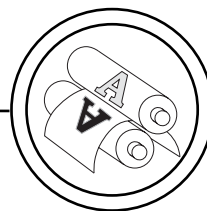
Недоліками LightScribe є невисока швидкість «лазерного друку» (може досягати 40 хв. на диск, залежно від обраного рівня контрастності), можливість створення тільки двоколірних зображень (чорно-білих), а також те, що для нанесення написів придатні тільки диски зі спеціальним шаром на поверхні. Це все зумовило те, що технологія LightScribe широкого розповсюдження не отримала. Наразі тривають дослідження, спрямовані на подолання цих недоліків: розробляється можливість формування кольорових етикеток, підвищення контрастності зображень, збільшення швидкості «випалювання». Також досліджується можливість створення дисків з перезаписуваними етикетками. Крім того, розробляються моделі дисководів з вбудованим другим лазером, що дозволить уникнути необхідності перевертати диски в дисководі після запису. Цей метод світлопису на поверхні компакт-диска називається No Flip.

Технологія LabelFlash. Технологія LabelFlash, розробниками якої є компанії Fuji Photo Film і YAMANA, з'явилася 2005 року. Дана технологія нагадує LightScribe, але не сумісна з нею. На відміну від останньої, на дисках LabelFlash, що мають відповідне маркування, поверхня для нанесення малюнка має темно-синій колір, що світлішає під впливом лазера. Для нанесення малюнка на зворотний бік диска потрібна наявність спеціального покриття.

У технології LabelFlash використовується лазерний промінь з довжиною хвилі 655 нм; глибина зображення — 0,6 мм від поверхні диска; радіус зображення — від 25 до 58 мм, час запису від 5 (швидкий режим) до 20 хвилин (висока якість). Лазер діє на пігментний органічний барвник, захищений прозорим шаром пластика. У результаті можна отримати контрастне синьо-сріблясте (256 відтінків) зображення з досить високою роздільною здатністю (до 1000 dpi). Таке зображення довговічніше, ніж нанесене за допомогою струминного чи термопринтера, або на етикетку.

Висока якість зображення забезпечується за рахунок використання стандартної механіки оптичного приводу, що відрізняється точністю позиціонування й захистом від вібрації. Крім того, завдяки тому, що глибина проникнення променя в барвник порівнювана з глибиною проникнення лазера в реєструвальний шар, досягається оптимальне фокусування променя для отримання зображення з високою роздільною здатністю.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Класифікація способів нанесення зображення на диск

У LableFlash є додаткова перевага у вигляді можливості створення зображень на робочому боці дисків, хоча варіантів застосування такої технології значно менше, адже, щоб зробити художнє оздоблення робочої частини диска, довелося б пожертвувати якістю запису.

Технологія LableFlash є дуже перспективною, оскільки не вимагає ніякого доопрацювання наявних пристроїв, що створює можливість додати технологію LableFlash в будь-які приводи, зібрані на аналогічному чіпсеті від NEC. Налаштування LabelFlash достатньо прості. Маркування чистого DVD з максимальною якістю займає близько 27 хвилин, що цілком порівняне з нанесенням маркування LightScribe.

Для декорування дисків із застосуванням LableFlash необхідні диски, що підтримують цю технологію, а також програмне забезпечення з підтримкою LabelFlash: LabelFlash Index Maker, Nero 7.0.8.2 Premium і

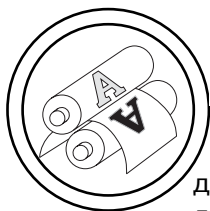
OEM, що постачаються з приводами, а також Ulead DVD MovieFactory® 5 Plus, CyberLink LabelPrint 2, Disc Cover.

Недоліком технології є блискача поверхня LabelFlash дисків, яка погіршує якість сприйняття зображення, втім, як і обрана для створення зображення білосиня гамма покриття. Тому, якщо порівнювати зображення, що створюється на спеціальному покритті за допомогою технологій LightScribe і LableFlash, то порівняння буде не на користь LableFlash.

На основі розгляду методів декорування оптичних дисків розроблено детальну класифікацію способів нанесення зображення на диск (рис.).

Висновки

1. Способи декорування неробочої поверхні дисків доцільно розглядати та класифікувати з точки зору тиражу: промислові (виробничі) методи друку на диску (для великих тиражів) та непромислові (невиробничі) мето-



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

ди нанесення зображення на диск (за умов невеликих тиражів).

2. До промислових методів друку на диску (для великих тиражів) належать трафаретний, офсетний та цифровий друк.

3. Трафаретний друк на дисках доцільно використовувати при тиражах понад 500 екземплярів і нанесенні на диск нескладних графічних зображень, переважно векторних, і тексту.

4. Офсетний друк для декоративності дисків є доцільним у разі виробництва дисків методом реплікації й тиражу понад 1000 дисків, а також при виробництві DVD.

Перевага офсетного друку на дисках перед шовкотрафаретом — можливість друку складних і багатоколірних зображень, що мають градієнтні переходи й численні відтінки кольорів.

5. Основні переваги цифрового друку проявляються при малих тиражах (10-500 дисків). Такими перевагами є відсутність додрукарського циклу, мінімум часу на запуск друку та

зміну замовлення, низька собівартість на малих тиражах, можливість індивідуалізації й персоналізації, тобто внесення інформації, що відрізняє кожний диск тиражу один від одного, висока якість зображення й стійкість фарби, що не поступаються традиційному друку;

6. Непромислові способи декорування дисків можна поділити на поліграфічні та неполіграфічні (комп'ютерні) способи.

7. До поліграфічних непромислових способів декорування дисків відносять методи нанесення зображення безпосередньо на диск, коли використовують струминні та термопринтери для друку на дисках, а також друк наклейок.

8. Неполіграфічні методи декорування дисків реалізуються шляхом друку етикеток в приводі комп'ютера, характеризуються відсутністю в технологічному процесі нанесення фарб. До групи неполіграфічних методів декорування дисків належать нові технології LightScribe та LabelFlash.

1. ГОСТ 7.83-2001. Электронные издания : Основные виды и выходные сведения : Межгосударственный стандарт. — Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. — 13 с.
 2. Про електронні документи та електронний документообіг: Закон України від 22 травня 2003 р. № 851-IV // Урядовий кур'єр. — 2003. — 2 липня. — № 119. — С. 1—6.
 3. Електронний ресурс компанії KAMMANN Maschinenbau GmbH. — Режим доступу : <http://www.kammann.de/>.
 4. Аблязизов Т. Тиражирование DVD и CD дисков / Аблязизов Т. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.markonmedia.com/page.php?pagelD=85>.
 5. Електронний ресурс фірми «Марконмедіа». — Режим доступу : <http://www.markonmedia.com>.
 6. Патент США №7172991. Integrated CD/DVD recording and labeling. — Inventors: Anderson; Daryl E. (Corvallis, OR), Gore; Makarand P (Corvallis, OR), McClellan; Paul J (Bend, OR) Assignee: Hewlett-Packard Development Company, L. P. (Houston, TX). — Appl. No.: 09/976,877. — Filed: October 11, 2001 Current International Class: B41M 5/20 (20060101).
 7. [Електронний ресурс] LightScribe — уроки выжигания. — Режим доступу : <http://www.compass.ua/products/artdet.asp?n=190>.

Надійшла до редакції 29.06.10