

УДК 655+006.063

**О. І. Проць***Українська академія друкарства***АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛАЗЕРНОГО  
МАРКУВАННЯ НА МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХНЯХ**

*Здійснено аналіз технології лазерного маркування на металевих поверхнях, яка знаходить застосування для якісного гравіювання текстової та ілюстративної інформації на різноманітних металевих поверхнях (накованнях, тарі та сувенірній продукції), в ювелірній промисловості тощо.*

**Ключові слова:** *лазерне гравіювання, маркування на металевих поверхнях, лазери з ламповим накачуванням, діодним накачуванням, волоконні лазери.*

У сучасному й динамічному виробництві на підприємствах виникає безліч завдань із підвищення якості продукції. Невід'ємну складову цього процесу складає впровадження новітніх і прогресивних технологій та обладнання.

Обов'язковою складовою будь-якого товару (продукту) є його маркування — носій важливої й актуальної інформації. Може наноситися як інформація, визначена в законодавчому порядку, так і додаткові відомості, передані добровільно, виходячи з необхідності для виробників, споживачів та інших сторін, залучених до процесу обігу конкретного товару.

Вимоги до змісту та виду маркування виробів регламентуються внутрішніми правилами виробника або вимогами різних державних структур у сфері стандартизації. Маркування має відповідати естетичним і ергономічним вимогам, що пред'являються до виробу. Впровадження лазерних технологій надає можливість підвищити технологічність і продуктивність сучасного підприємства.

Одним із найвідоміших способів нанесення зображення на метал є гравіювання. Лазерне гравіювання — створення зображення на формному матеріалі, у нашому випадку металі, з використанням лазерного випромінювання як інструмента гравіювання [2, с. 364]. Лазер удосконалив технологію гравіювання і нині її застосовують на багатьох підприємствах. Оскільки сучасна технологія вже не ручна, вона має високу продуктивність і точність. Сфокусований лазерний промінь, діючи на матеріал, частково відбивається від поверхні, а частково поглинається оброблюваним матеріалом. Унаслідок поглинання в матеріалі розпочинає діяти інтенсивне джерело тепла. Нагрівання поверхні при лазерному впливі відбувається лише в локальній області, що обмежена розмірами лазерного променя. При цьому прилеглі ділянки практично не нагріваються, тож викривлення чи інших дефектів форми виробу, яка піддається маркуванню, не відбувається. В результаті нагрівання, залежно від інтенсивності впливу, можуть змінюватись: колір плавлення або випаровування поверхні матеріалу, утворення окису, карбонізація поверхні тощо, через що виникає пляма (канавка), яка візуально сприймається як світла або темна точка на поверхні жерсті.

Лазерне маркування у сучасних умовах вважається найефективнішим методом нанесення інформації на металеву тару та пакування. Воно може містити відомості про товаровиробника, вид виробу, його серійний номер, дату і час випуску.

Останніми роками широке застосування набула технологія прямої ідентифікації товару, тобто нанесення маркування здійснюється безпосередньо на виріб без застосування наклейок та етикеток. Стандартні технології з приклеюванням етикеток не забезпечують довговічності маркування під впливом умов навколишнього середовища під час виготовлення та експлуатації виробу. Крім того, пряме маркування є відмінним методом захисту товарів від підробок.

До маркування товарів пред'являються конкретні вимоги: стійкість до розчинників, зносостійкість, можливість нанесення змінної інформації, маркування в автономному режимі, висока контрастність. Ефективність і гнучкість сучасного лазерного обладнання дає можливість швидко маркувати великі партії, отримувати значну економію ресурсів і витрат (технологічних, транспортних та ін.). Завдяки цьому методу з'явилася можливість наносити високоякісні контрастні зображення на різні матеріали, що використовуються в сучасній промисловості.

До переваг, що сприяють широкому застосуванню лазерного маркування в промисловості, можна віднести:

- відсутність механічного впливу на матеріал;
- регульований у широких межах термічний вплив на матеріал;
- висока стійкість нанесеного зображення не тільки до механічного, а й хімічного і теплового впливів;
- висока швидкість маркування;
- відсутність витратних матеріалів для маркування;
- можливість наносити складні зображення, штрих-коди, фотозображення, наскрізну нумерацію;
- зміна завдання на маркування протягом декількох секунд.

При маркуванні можна отримувати різні ефекти, змінюючи параметри випромінювання та наносячи растрові й векторні зображення або їх комбінації. Такий підхід робить маркування конкретного виробу унікальним і таким, що не піддається підробці, забезпечуючи високий ступінь захисту виробу.

Для підприємств, які впроваджують у виробничий процес технологію лазерного маркування, важливим є питання вибору устаткування. В лазерному обладнанні для маркування, як правило, джерелами лазерного випромінювання служать  $\text{CO}_2$ - і твердотільні лазери. Хоч  $\text{CO}_2$ -лазери й дешевші, вони мають недолік — маркування металів можливе лише шляхом зняття лакофарбового покриття. Твердотільні лазери дозволяють наносити маркування на метали, в тому числі й тверді сплави; на пофарбовані, лаковані, покриті хімічним способом поверхні.

Твердотільні лазери, відповідно, поділяються на кілька підкласів: лазери з ламповим накачуванням, діодним накачуванням і волоконні лазери. Лазе-

ри з ламповим накачуванням потребують водяного охолодження, споживана потужність всієї установки — 5 кВт, живлення від мережі трифазного змінного струму — 380 В; вимагають періодичної заміни лампи, налаштування, профілактичних робіт. Установка має порівняно великі габарити.

Лазери з діодним накачуванням виділяють меншу кількість тепла та мають меншу споживчу потужність. Живлення здійснюється від мережі змінного струму 220 В. Вони компактніші, термін експлуатації діодів довший від лампи, але також потребують ретельного обслуговування й водяного охолодження.

Волоконні лазери — найбільш високотехнологічні й сучасні в сьогоднішніх умовах. Не потребують системи охолодження, споживча потужність 300 Вт, живлення від мережі змінного струму 220 В, габарити установки — мінімальні, ресурс роботи — 30000 годин, не потребують обслуговування. Такий тип лазера серед перелічених має найбільшу роздільну здатність.

Технологія лазерного маркування заснована на видаленні поверхневих шарів, зміні їх кольору або структури під дією лазерного випромінювання. У місці дії променя на поверхню тіла розвиваються високі температури, при яких відбувається випаровування невеликої частини матеріалу. Завдяки високій точності лазерного маркування (товщина лінії 50–100 мкм) можна наносити доволі складні зображення. Установки для лазерного маркування керуються від звичайного ПК, з можливістю імпорту зображення зі стандартних редакторів векторної графіки.

Процес лазерного спікання — це нова можливість декорування або додаткового маркування в комплексі з існуючими методами (трафарет, тамподрук) для диференціації, персоніфікації продукції на виробничій лінії. Промислове декорування розглядається в одному кольорі й розраховане на маленьку площу: логотипи, штампи, штрихові коди, матричні коди для маркування металевої тари. Перевагами процесу лазерної обробки є:

- мінімальні витрати енергії;
- можливість маркування продукту з допомогою комп'ютерного моделювання;
- персональне маркування зразків великих розмірів;
- гнучке та швидке виконання процесу (реалізація за кілька хвилин);
- висока чіткість і якість маркування;
- висока надійність та ефективність процесу;
- виключення можливості загоряння продукту;
- декорування на всіх складних геометричних поверхнях;
- легкість у зберіганні та удосконалення ліній виробництва при маркуванні продукту.

Спікання лазером дозволяє наносити маркування всіх видів, кольорів і форм з точністю в 100 нм. Ця нова технологія дозволяє значно зменшити витрати енергії порівняно з традиційним випалюванням. Таке маркування можливе на всіх видах жерсті та алюмінію, що застосовуються для виготовлення тари й пакування в різних галузях промисловості.

Отже, сфера використання лазерних маркувальників не обмежується промисловим маркуванням, вони можуть застосовуватися також для якісного гравіювання текстової та ілюстративної інформації на різноманітних металевих поверхнях (пакуваннях, тарі та сувенірній продукції); в ювелірній промисловості тощо.

1. Вейко В. П. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Разд.: Введение в лазерные технологии / В. П. Вейко, А. А. Петров. — СПб. : Изд-во СПбГУ ИТМО, 2009. 2. Киричок П. О. Український тлумачний словник видавничо-поліграфічної справи / Киричок П. О., Величко О. М., Гавенко С. Ф., Зоренко О. В., Киричок Т. Ю., Розум Т. В. — К. : НТУУ «КПІ», 2011. — 896 с. 3. Матеріали сайту PRLOG.RU [Електронний ресурс] / [б/а]. — Режим доступу : <http://metta.kiev.ua/ru/tag/гравертон%20киев.html> 4. Оборудование и инструмент для профессионалов [Электронный ресурс] : междунар. информ.-техн. журн. — 2013. — № 6. — (Серия Металлообработка). — Режим доступа : [http://www.phoenixcontact.com/online/portal/ua?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/uk\\_UA/gwis/\\_index/\\_1272/\\_4339](http://www.phoenixcontact.com/online/portal/ua?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/uk_UA/gwis/_index/_1272/_4339) — [05.05.07].

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ**

*Проведен анализ технологии лазерной маркировки на металлических поверхностях.*

## **ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL FEATURES OF LASER MARKING ON METALLIC SURFACES**

*The analysis of the technology of laser marking on metal surfaces presented in this article.*

УДК 655+033.24

***І. Р. Кілко, Т. І. Онищенко***

*Українська академія друкарства*

## **УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ПРИНТЕРА ДЛЯ СТВОРЕННЯ РЕЛЬЄФНО-КРАПКОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ ШРИФТУ БРАЙЛЯ**

*Представлено модернізований принтер, що використовується для формування рельєфно-крапкових елементів шрифту Брайля.*

***Ключові слова: шрифт Брайля, брайлівські принтери, економічна ефективність.***

У сучасному суспільстві визначальним стає доступ до інформації, а також уміння працювати з нею. Для людей, котрі мають вади зору, така проблема надзвичайно важлива — фізичний недолік обмежує доступ до культурних цін-