

**Овчарук В.Т.**

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз  
Служби безпеки України

## ЗАПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МАРКУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДОСЛІДНОГО ВИРОБНИЦТВА

*Сьогодні майже у всіх галузях промисловості продукція підлягає маркуванню. Відповідно до вимог національного законодавства різних країн, регіональних та міждержавних об'єднань на продукцію необхідно наносити різноманітні відомості: товарні, екологічні, попереджувальні, знаки відповідності, штрих коди та ін.*

*Загалом, за різними експертними оцінками, в останні роки щорічно поставка всіх видів маркувального обладнання в Україні досягла \$ 2,4–2,8 млн та знаходиться в цих межах. Вона зросла порівняно, наприклад, із 2005 р. (\$ 1,5 млн) на 60–85% [1].*

*Використання сучасних технологій нанесення маркувальних написів під час проектування і виготовлення виробів різноманітного призначення на дослідному виробництві – це актуальне питання, хоча далеко і не нове.*

*Сучасна технологія маркування продукції реалізується на різній за видами, формою та конструкцією безпосередньо на výroбах або їх складових частинах, споживчій упаковці, транспортних пакетах з різних пакувальних матеріалів.*

*Із кожним новим витком розвитку цифрових технологій все більше зростає інформаційна складова частина щодо необхідності відображення відомостей різного характеру про виріб, його ідентифікацію, умови його експлуатації у вигляді маркувальних позначень, піктограм, QR-кодів, вказівок, та ін. Наявність маркування і логотипу також вже стало ознакою загальної культури виробництва.*

*У статті розглянуто основні сучасні методи нанесення маркувальних знаків в умовах дослідного виробництва у контексті, спрямованому на забезпечення, реалізацію вимог нормативно-технічної документації для правильної і безпечної експлуатації виробів, зручності їх використання, порядку обліку протягом відпрацювання повного ресурсу використання.*

*Розглянуті такі поняття, як «дослідне виробництво», «технологічність». Досліджено тенденції розвитку технологій маркування. Проведено якісний аналіз на технологічність різних способів маркування та визначено найбільш перспективні для впровадження в дослідному виробництві під час розроблення і виготовлення макетів, дослідних зразків виробів.*

*На основі результатів аналізу якісних показників технологічності процесу маркування продукції визначено, що техніко-економічні показники лазерного маркувального комплексу найбільшою мірою відповідають сучасним потребам і вимогам дослідного виробництва.*

**Ключові слова:** дослідне виробництво, деталь, виріб, маркування, гравірування, технологічність, показники технологічності виробу, шовкотрафаретний друк, гравірування різанням або ударом, краплетруменевий друк, термотрансферний друк, лазерне гравірування.

**Постановка проблеми.** На сучасний стан розвитку технологій нанесення маркування значний вплив має активний розвиток технологій комп'ютерного проектування та розширення сфери застосування інформаційних технологій. Крім вищевказаного, питання впровадження сучасних високоефективних технологій маркування дуже актуальне для дослідного виробництва, яке характеризується широкою номенклатурою виробів та незначною їх загальною кількістю при високих техніко-економічних вимогах до нових зразків виробів. На ефективність дослідного виробництва в цілому також впливає тенденція дефіциту робіт-

ників-верстатників. Для підвищення його загальної ефективності існує потреба в універсальності і мобільності обладнання. Тому ці проблеми займають не останнє місце в дослідженні сучасних технологій маркування для підвищення ефективності такого виробництва в цілому.

У чому ж криються особливості таких технологій? Напевно, головні з них, за кожним способом маркування, висвітлені у цій статті, які і впливають на доцільність їхнього використання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кожен день по всьому світу мільйони споживачів, купуючи продукцію, саме за допомогою маркування визнача-

ють всю інформацію про неї. Висвітленням питань сучасного стану технології маркування займалися автори Архангельська К., Кривошей В. [2] та інші. У відповідних публікаціях розглянуті різні технології маркування та передумови впровадження їх для маркування продукції. Основним завданням теперішньої роботи є необхідність більш наочно розглянути і проаналізувати можливості основних технологій маркування виробів та виділити, як найбільш перспективні з точки зору дослідного виробництва. Як вважається, це доцільно провести шляхом оцінювання технологічності процесів маркування.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є висвітлення особливостей та формулювання критеріїв щодо вибору маркувального (гравірувального) обладнання і впровадження сучасних технологій при розробці і виготовленні виробів на дослідному виробництві на базі аналізу техніко-економічних складових частин, враховуючи подальші напрямки і перспективи розвитку сучасних технологій маркування.

Перш ніж перейти до розгляду основного матеріалу, уточнимо основні поняття і терміни.

**Дослідне виробництво** – тип виробничої діяльності, спрямований на забезпечення результатів науково-дослідних робіт та впровадження прогресивних технологічних процесів на виробництві. Дослідне виробництво призначене для виготовлення, випробування і доведення до серійного виробництва дослідних зразків відповідно до техніко-економічних характеристик [3].

Усі об'єкти, які є предметом виробництва, відносять до виробів.

**Деталь** – виріб, який виготовляють з матеріалу однієї марки; первинна частина виробу виготовлена за єдиним суцільним процесом.

**Виріб** – одиниця промислової продукції, кількість якої вимірюють у штуках; предмет виробництва, основна його продукція, яка випускається відповідно до затвердженого плану чи програми, призначена для поставки чи реалізації [4].

**Маркування** – процес нанесення на виріб тексту, умовних графічних символів чи малюнків на пакування чи продукцію [5].

**Гравірування, ритування, гравіювання** – метод отримання зображення, як правило, на металевих поверхнях шляхом зняття поверхневого шару матеріалу [5].

**Технологічність** – це сукупність властивостей виробу, які виявляються в можливості витрат матеріалів, праці, засобів та часу при технічній підготовці його виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті [6].

Зважаючи на те, що для підвищення технологічності конструкції виробу було виділено напрямок удосконалення технології маркування, в особливості гравірування деталей і виробів, вважається за доцільне проведення аналізу на технологічність таких процесів для визначення найбільш перспективних серед них.

Залежно від методів оцінювання, що використовуються, розрізняють кількісне і якісне оцінювання технологічності процесу.

Критерії кількісного оцінювання технологічності процесу полягають у застосуванні інженерно-технічних розрахунків щодо порівняння базових та запланованих показників технологічності, розглянуті в роботі Бородачева [7].

Критерії якісного оцінювання наведені в роботах С. Ананьєва [8; 9] та інших авторів і полягають у формулюванні технічних вимог до тих чи інших рішень та їх експертне порівняння.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасна технологія маркування продукції реалізується на різній за видами, формою та конструкцією продукції – деталях, виробах, упаковці, транспортних пакетах та ін. Найбільш широкого розповсюдження на сучасному виробництві отримали такі технології нанесення маркування:

- шовкотрафаретний друк, або шовкографія;
- гравіювання різанням або ударом;
- термотрансферний друк;
- краплеструминний друк в т.ч. УФ-друк;
- лазерне маркування.

**Шовкотрафаретний друк, або шовкографія** – один із найбільш відомих методів нанесення написів та зображень на вироби, що використовується в промисловості, дизайні, промислені та ін. Суть методу полягає в продавлюванні пігментуючої речовини (фарби) rakelом через спеціальну трафаретну сітку, звідки і походить назва. Трафарети, що використовують для друку, виготовляють зі спеціальної дрібноструктурованої тканини з отворами сітки. Просочену фоточутливою маскою сітку засвічують, після чого полімеризовані засвічені елементи заповнюють отвори сітки, а речовина, що не була засвічена і не зреагувала на світло, просто вимивається водою, залишаючи тим самим готову «друковану» форму для подальшого пропускання пігментуючої речовини в потрібних місцях сітки. Шовкотрафаретний друк дозволяє виконати написи різних кольорів, насиченості, необхідного об'єму та доступний для нанесення на широку гаму матеріалів – папір, пластик, шкіру, скло, метал та ін. з достатньо високою роздільною здатністю (150–300 мкм)

заданої товщини (до 50 мкм). До недоліків технології можна віднести:

- необхідність наявності допоміжного обладнання для виготовлення трафаретів;
- застосування спеціальних фарб для нанесення маркування та необхідність регулювання і підтримання їх густини у необхідних параметрах;
- достатньо висока трудомісткість процесу.

**Гравірування різанням або ударом** – метод нанесення зображення шляхом механічного зняття або деформації поверхневого шару матеріалу за допомогою використання загостреного інструменту різців чи голок з надтвердого сплаву з використанням копіювально-гравірувального та мікроударного обладнання.

Принцип роботи копіювально-фрезерного верстата полягає в тому, що переміщення виконавчого механізму верстата з встановленою на ньому різцем жорстко узгоджено з переміщенням елемента щупа (наконечника) копіювального пристрою пантографічного типу, траєкторія руху якого визначається профілем копію. Для виконання гравірування написів деталі, що обробляється та копії, закріплюються на робочому столі верстата, а фреза (різець) – в шпинделі. Робочий інструмент – різець, здійснює обертання під дією електромеханічного приводу. Одне плече пантографа з'єднано зі шпинделем, а інше – зі щупом. При переміщенні щупа по поверхні копію шпиндель з інструментом – різцем буде описувати траєкторію на поверхні заготовки, що обробляється, фігуру, яка відповідає поверхні копію. Масштаб копіювання змінюється за рахунок зміни співвідношення плечей важелів, які з'єднані зі щупом і шпинделем.

В основі принципу ударно-точкового гравірування лежить нанесення великої кількості точок, із малим кроком, високоякісною твердосплавною голкою.

Вищевказані технології гравірування є найбільш розповсюдженими і надійними способами, такими, що дозволяють отримати достатньо високу якість зображення, а саме зображення виглядає як «живе» – воно відблискує та іскриться, або, як ще говорять «грає на сонці». Зараз вищевказані способи гравірування дозволяють реалізувати нанесення інформації на деталі і вироби у вигляді глибоко рельєфних написів на глибину (до 100 мкм) середньою шириною елементів (300–500 мкм), які майже неможливо видалити. Їх можна віднести до традиційно основних технологій маркування. Разом із тим ці технології мають свої недоліки:

– необхідність наявності спеціального твердосплавного ріжучого або ударного інструменту, який періодично необхідно заточувати;

– необхідність придбання спеціальних зразків-еталонів шрифтів (цифр, літер);

– обмеження під час гравірування, що пов'язані з товщиною матеріалу, складністю обробки радіальних, осьових поверхонь та нанесення растрових зображень;

– порівняно високі показники трудомісткості процесу гравірування.

Обладнання – *копіювально-фрезерувальні верстати серії K2, голко-ударні маркувальні системи Markator фірми «Shtray».*

**Термотрансферний друк** – це друк за допомогою термопереносу чорнил з фарбової стрічки на основу із гнучких полімерних матеріалів – етикетку з клейкою основою, яка в подальшому переноситься на деталь чи виріб. Така технологія дозволяє наносити маркувальну інформацію з мінімальною шириною елементів 300-500 мкм, Безумовно, важливими перевагами метода є те, що маркування виконується на попередньому етапі, а також дозволяє не лише легко нанести необхідну інформацію на етикетку з паперу чи полімерних матеріалів, але й швидко змінити її, що робить процес маркування універсальним і недорогим та не вимагає значних трудових витрат. Разом із тим серед недоліків термотрансферного друку є:

– обмеження інформації розмірами етикетки, на яку вона наноситься;

– поверхня, що маркується, повинна бути переважно плоскою, до того ж вона не має бути пористою;

– для виконання маркування необхідні витратні матеріали: спеціальні стрічки з фарбами відповідних кольорів – рибонів та полімерні матеріали з клейкою основою;

– виготовлені маркувальні бирки мають недостатню стійкість до впливу потенційно можливих механічних пошкоджень і агресивного середовища.

Завдяки таким властивостям процес термотрансферного маркування має обмежені можливості в маркуванні деталей і виробів.

Обладнання – *принтер термотрансферного друку типу TSC TTP-300.*

**Краплеструмний друк** – технологія нанесення маркування, що реалізується за рахунок подачі маркувальної суміші (фарб, чорнил) в друкарську голівку, у якій суміш розбивається на маленькі краплі, які отримують електричні заряди і під дією електричного поля відхиляються від первинної траєкторії, за рахунок чого

утворюються необхідні знаки маркування. Процес відбувається безконтактним методом на відстані від 10 до 50 мм. Спочатку на ПЕОМ розробляється проект ескізу з відповідним маркуванням, яка через вбудований в принтер інтерфейс транслюється на його робочі органи пристрою для маркування. До переваг технології маркування краплеструминним друком можна віднести високу мобільність та універсальність процесу, низьку собівартість та простоту в обслуговуванні обладнання. Як різновид такої технології доцільно окремо виділити УФ-друк з використанням УФ-чорнил, які твердіють (полімеризуються) під дією джерела УФ-випромінювання і таким чином утворюють міцну плівку. У результаті на виході отримуємо яскравий насичений друк (маркування), стійкий до впливу тертя, вологи і перепадам температур. Технологія із застосуванням краплеструминного УФ-принтера та спеціальних чорнил типу «hard inc», «soft inc» дозволяє отримувати стійке якісне, як векторне, так і растрове зображення, як на плоскі, так і циліндричні та осьові поверхні, як кажуть, «на всі смаки», з мінімальною шириною ліній 200–300 мкм та рельєфною товщиною до 80 мкм. Вищевказаний спосіб нанесення маркування може забезпечити нанесення зображення на пластик, скло, дерево, кераміку та камінь, шкіру, метал та ін. матеріали з дуже високою якістю. Саме тому, як для виконання маркування виробів, ця технологія є дуже перспективною та прогресивною.

До пасиву технології можна віднести необхідність придбання витратних матеріалів, а саме УФ-чорнил, які можуть мати обмежений термін придатності.

Разом із тим, урахувавши широкий спектр матеріалів, що можна маркувати, цей метод маркування має дуже широкі перспективи застосування у сфері дослідного виробництва.

Обладнання – *УФ краплеструминний принтер типу CGH 7590, Compact GH 0609*

**Лазерне маркування** – це технологія маркування способом направленої сфокусованої дії лазерного променя на поверхню матеріалу, в результаті чого за рахунок високоінтенсивної теплоенергетичної дії проходить перманентна його реструктуризація (окислення) і, таким чином, з'являється рельєф. Як і в попередніх технологіях, зображення спочатку продукується на ПЕОМ, яке передається в лазерний маркувальник через інтерфейс. Тут задаються необхідні параметри маркувальника залежно від типу матеріалу, що маркується, необхідної глибини зображення.

Серед переваг лазерного гравірування є можливість нанесення маркування зі швидкістю вищою, ніж у будь-якого іншого методу перенесення зображення, з ідеальною точністю і чіткістю та мінімальною шириною ліній при маркуванні до 100 мкм, при глибині до 50 мкм, та можливістю швидкого нескладного редагування зображення. Маркування може успішно виконуватися як на плоску, так і на радіальну чи осьову поверхню деталі чи виробу, а саме маркування важко видалити і майже неможливо підробити. На додаток до вищевказаного доцільно додати про надвисоку надійність лазерного маркувального обладнання, що забезпечує тривалий робочий час (99,8%) його використання без додаткового обслуговування. Такий високий рівень безупинної роботи лазерного маркувального обладнання забезпечується тим, що термін роботи трубки CO<sup>2</sup> лазерного маркувальника становить приблизно 20–25 тис. годин, а це майже 3 роки безперервної роботи. Ймовірність браку при цьому зводиться до нуля. Відсутність класичних витратних матеріалів значно знижує собівартість виконуваних робіт.

Треба зазначити, що лазерна технологія нанесення маркування має обмеження в застосуванні – це стосується скла, міді та елементів, поверхня яких не є контрастною, бо в такому випадку вона майже непомітна.

Обладнання – *лазерний станок типу Compact i9-90W/*

Для вибору варіанту підвищення ефективності дослідного виробництва, шляхом запровадження сучасних технологій, застосовано метод якісного оцінювання технологічності процесу маркування, враховуючи той факт, що етапу запровадження сучасних технологій маркування передували спочатку пошук, вивчення та аналіз експертної інформації щодо технологій. Для цього використані найбільш суттєві технічні ознаки процесу, що дозволяють досягти високого рівня його технологічності. Якісне оцінювання рівня технологічності процесу маркування («краще – гірше» : «1» – «0») проведено шляхом інженерно-експертної оцінки, на підставі наявних технічних характеристик обладнання для маркування (див. табл. 1).

**Висновки.** Узагальнюючи зазначене вище, за результатами якісного оцінювання технологічності встановлено, що серед технологій маркування (гравірування) найбільш оптимальною та універсальною за своїми технічними параметрами є технологія лазерного маркування. Для використання інших сучасних технологій маркування продукції необхідно враховувати

Якісні показники технологічності процесу маркування

Технологія маркування	Мінімальна ширина ліній, мкм	Максимальна глибина (рельєф), мкм	Потреба використання інструменту та витратних матеріалів	Нанесення векторних зображень	Нанесення растрових зображень	Маркування на плоских поверхнях	Маркування на циліндричних осьових поверхнях	Маркування по металу	Маркування по пластику, дереву, каменю, склі	Стійкість до механічних пошкоджень	Стійкість до впливу хімічних речовин	Сумарна оцінка аналізу
Шовкотрафарет-ний друк	150-300	До +50	0	1	0	1	0	1	1	0	1	5
Гравіювання різанням	300-500	До -100	0	1	0	1	0	1	1	1	1	7
Гравіювання ударом	300-500	До -100	0	1	0	1	0	1	1	1	1	7
Термотрансфер-ний друк	300-500	До +10	0	1	0	1	1	1	1	0	0	5
Краплеструменевий друк	300-500	До +80	0	1	1	1	0	1	1	0	1	6
Лазерне маркування	50-100	До -100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

особливості маркування для вирішення тих чи інших завдань. Наприклад, пріоритетність у нанесення векторних чи растрових зображень, стійкість до механічного і хімічного впливів, вид та стан поверхні матеріалу та ін. Ураховуючи актуальність питання впровадження сучасних

технологій маркування, вважається за доцільне в подальшому провести дослідження з кількісної оцінки технологічності процесу лазерного маркування у порівнянні з базовим традиційним процесом маркування на фрезерувально-гравірувальному верстаті типу K2.

#### Список літератури:

- Архангельская К. Планета штрихкодов. Часть I, 19.02.2013. URL : [article.unipack.ru/43823](http://article.unipack.ru/43823).
- Кривошей В.М. Сучасні технології маркування продукції. *Упаковка*. 2012. № 6. С. 46–49.
- Савченко О.В. Дослідне виробництво / Енциклопедія Сучасної України: електронна версія / гол. редколегія: Дзюба І.М., Жуковський А.І., Железняк М.Г. та ін. ; НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2008. URL : [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=21110](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=21110).
- ДСТУ 2391:2010 Терміни та визначення основних понять. С. 24, 25.
- ДСТУ 2887-94 Пакування та маркування. Терміни та визначення. С. 9.
- ГОСТ 14.205-83 Обеспечение технологичности изделий. Общие требования. С. 2.
- Бородачев Н.А. Анализ качества и точности производства. Москва : Машгиз, 1946. С. 367.
- Ананьев С.Л., Слізаветін М.А., Жих В.А. та ін. Технологічність конструкцій. Бібліотека конструктора / Під ред. Ананьева С.Л., Купровича В.П. Машинобудування, 1969. С. 424.
- Проблеми розвитку технології машинобудування / Під ред. Е.А. Сателю. Москва : Машинобудування, 1967. С. 592.

#### Ovcharuk V.T. INTRODUCTION OF MODERN LABELING TECHNOLOGIES TO INCREASE THE MANUFACTURABILITY EXPERIMENTAL PRODUCTION

*Products are subject to labeling, today in almost all industries. In accordance with the requirements of national legislation of different countries, regional and intergovernmental associations, the products must be applied to different information – product, environmental, warning, barcodes, etc.*

*In general, according to various expert estimates, in recent years the annual supply of all types of marking equipment in Ukraine has reached \$ 2,4–2,8 million and is within these limits. It increased compared to, for example, 2005 (\$ 1,5 million) by 60–80%.*

*Use of modern technologies marking in the design and manufacture of products for various purposes, this is a topical issue although not new.*

---

*Modern technology of product labeling is implemented on different types, shapes and designs directly on the products or their components, consumer, packaging, transport packages of different packaging materials.*

*The information component about the need to display product is growing, its identification, conditions of its operation in the form of marking symbols, icons, QR-codes, instructions, etc., with each new round of digital technology. The presence of markings and logos has also become a sign of the general culture of production.*

*The main methods of applying marking conditions of experimental production in the context aimed at ensuring the implementation of the requirements of regulatory and technical documentation for correct and safe operation of products, convenience of their use, the order of the account during working off a full resource of use is article considers.*

*The concepts of experimental production, manufacturability are considered. Tendencies of development technologies are investigated. A qualitative analysis of the manufacturability of different labeling methods and indentified the most promising for implementation in experimental production in the development and manufacture of models, prototypes of products.*

*Based on the result of the analysis of qualitative indicators of manufacturability of the product labeling process, it is determined that technical and economic indicators of the laser marking complex to the greatest extent correspond to modern needs and requirements of the experimental production.*

**Key words:** *experimental production, detail, product, marking, engraving, manufacturability, indicators of product manufacturability, silk screen printing, engraving cutting or punching, inkjet printing, thermal transfer printing, laser engraving.*