

**Бабич В.В.**, Шестачук Ю.О., Котляров В.П.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» ім. І. Сікорського, м. Київ

## **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ ЗАХИСТУ БЛАНКІВ ТА КОШТОВНИХ ПАПЕРІВ**

### **Схема обробки та оснащення операції формування захисних елементів бланків**

Впровадження лазерної технології в процес виготовлення бланків коштовних паперів і документів строгого обліку потребує режимного та матеріального забезпечення операцій, що дозволить скоротити тривалість їх виробництва, запровадити додаткові міри їх захисту, підвищити гнучкість обладнання, поліпшити умови праці.

Однією з поширених методів захисту бланків документів є їх нумерація системою наскрізних (включаючи задню обкламку бланку) отворів діаметром  $0,6 \div 0,8$  мм, які формуються в результаті виконання механічної операції прошивання пуансонами, але, зважаючи на відомі недоліки такої обробки та легкість підробки її результатів, групою випускників кафедри ЛТ та ФТТ (ММІ) і МАПО (ВПІ) розроблено та виготовлено два перфоратора для лазерного прошивання отворів, які успішно експлуатуються на підприємстві «Преса України» для виготовлення закордонних паспортів. З цією технологією усунені недоліки механічної перфорації, а також створена можливість додаткового захисту бланку внаслідок куруемого опалення крайок отворів за допомогою використання комбінованого обдуву зони опромінення [1]. Для операції перфорування отворів перспективне використання ЛТУ з лазером на  $\text{CO}_2$ , випромінювання якого ефективно поглинається папером і картоном. Обґрунтованим є імпульсний режим опромінення для підвищення рівня інтенсивності в зоні опромінення, що скорочує протяжність зони термічного впливу, тобто підвищує якість обробки. Склад і компоновка ЛТУ визначається вибраною технологічною схемою обробки. Для заданого діапазону розмірів отворів в паперових заготовках конкуруючими схемами обробки є формування отворів прошивкою одиничним імпульсом достатньої енергії або їх трепанація чередою мікроімпульсів за рахунок обходу контуру отвору. Хоча перша схема продуктивніша та потребує для реалізації просте технологічне обладнання у вигляді столу-позиціонера або сканера променя для основного технологічного переміщення у вигляді відносного позиціонування інструменту і заготовки бланку при формуванні наступного отвору, більшою цікавістю є друга схема тому, що вона потребує лазера меншої потужності, а також дає можливість керувати формою (поперечною та повздовжньою) отвору. Враховуючи, що у попереку отвір згідно з прийнятою практикою має бути круглим, склад ЛТУ може бути спрощеним до потреб першої схеми формування отворів, якщо надати інструменту форму, яка забезпечує задану повздовжню форму при русі для формування кола (рис. 1а) [2]. Оптична система (лінза) 4 розташована на осі лазерного променя та створює із лазерного променя робочий інструмент 2. Щоб надати йому потрібний кут нахилу  $\phi$  перед лінзою встановлюється сканер 3 на двох оптичних клинах для зміщення променя на ексцентриситет  $e$ , що забезпечить нахил його зовнішнього променя 2 на потрібний кут. Його величина залежить від параметрів клинів ( $n$  та  $\alpha$ ), відстані  $a$  між ними, діаметра променя  $D$ , фокусної відстані лінзи  $F$  та потрібної конусоподібності отвору  $k$ :  $k = d_g - d_n = 2aD \times \text{tg}[\alpha(n-1)] / F$ . При обертанні сканера навколо осі променя його каустика формує конічний отвір в заготовці 1 товщиною  $\delta$ , причому, якщо розташувати горловину каустики 2 на нижньому боці заготовки, то можна сформувати ненаскрізну конічну лунку діаметром  $d_g$ . Такі лунки в товщині бланку формують набір співвісних отворів різного діаметру від першої її сторінки до нижньої обклашки. Захист в цьому вигляді більш ефективний ніж створений із циліндричних отворів і додатково захищає документ від розбірки та від заміни його сторінок. На рис. 1б зображено приклад конструкції сканера, а на рис. 2 паспорти з номером після прошивки пуансоном (рис. 2) та лазерною трепанацією (рис. 3).



елементу захисту купюри полягає в мініатюризації отворів і збільшенні їх кількості в межах знаку (рис. 4а — фрагмент захисного знаку, сформованого із отворів  $\varnothing 0,1-0,15$  мм на швейцарському франку.



Рис. 4. Фрагмент (а) та макет франка (Швейцарія) (b)



Рис. 5. Купюра РФ номіналом 100 рублів

На рис. 5 зображено купюру в 100 рублів (РФ) із номіналом, виконаним системою наскрізних отворів діаметром  $d = 0,6$  мм. Отвори такого розміру, нанесені з кроком  $t < 2d$ , суттєво понизить механічну міцність купюри, до того ж такий захисний елемент достатньо просто підроблюється у побутових умовах. Подальший розвиток цього методу захисту пропонується за рахунок ускладнення структури системи отворів: в межах цифр номіналу купюр отвори діаметром  $d < 0,2$  мм перфорується з нахилом їх осей  $\sim 45^\circ$  до нормалі у бік однієї з коротких сторін, а за її межами з нахилом  $+45^\circ$  у вигляді фону довкола цифри (рис.6). Тоді при розгляді купюри на просвіт під кутом  $45^\circ$  (рис. 6 вид Б) її номінал буде змальований системою отворів на просвіт, а під кутом « $-45^\circ$ » (рис.6 вид В) його профілем, оточеним системою отворів на просвіт. Для виконання операції формування системи отворів із різним кутом нахилу їх осей можна також використати сканер з рис. 1b. При застосуванні коротко фокусної лінзи 4 ( $F \in 15 \div 25$  мм) та відповідного за діаметром  $D$  проміню ( $D \in 4 \div 5$  мм), змінюючи положення клинів 5 навколо осі променю, можна отримати його каустику в лінзі 4 з нахилом  $+45^\circ$  та  $-45^\circ$  до поверхні банкноти: перший при розташуванні основ клинів 5 з однієї сторони від осі променю (зліва), а інший нахил – справа від неї. За умови одно імпульсного формоутворення захисного отвору та тривалості імпульсу  $\tau$  до 20 мкс при частоті їх подачі  $f \in 5 \div 10$  кГц і кроку розташування отворів  $t = 0,6$  мм для формування їх в системі  $40 \times 27$  (рис. 6 або 7) складає 0,4 с. При цьому додатково потрібно від 3 до 6 раз в кожному рядку зробити поворот сканера на  $180^\circ$  кроковими двигунами 14, що може додати ще 0,6 с, тобто сумарний час гравірування однієї захисної системи складе  $T = 0,4 + 26 \times 0,6 = 16$  с.

В разі використання багат шарового паперу для виготовлення банкнот перспективним може бути формування некрізних лунок замість отворів, що зменшує ефект зниження міцності банкноти в зоні нанесення знаку. Глибина такої лунки має бути достатньою для видалення шару (шарів) до офарблення дна лунок до контрастних кольорів, тобто фон номіналу купюри та номінал будуть пофарбовані у різний кольори. знебарвлення її дна, тобто більше товщини

шару фарби і перехідного шару. Перфорація в такому вигляді не суттєво знизить механічні властивості банкноти.

### Висновки

1. Приклади перфорації бланків строгої звітності і коштовних паперів, як спосіб додаткового їх захисту від контрафактного тиражування показують необмежені можливості лазерної технології на операціях подібного типу. Окрім наявності таких захисних елементів, їх розташування (координатне і просторове), подовжня протяжність, поперечна мініатюрність і закономірна варіація розмірів можуть стати найважливішими з елементів попередження підробок банкнот, акцій і інших коштовних паперів.
2. Застосовуючи лазери з різними властивостями променя (за довжиною хвилі, режимом роботи та енергетичними характеристиками) можна використовувати для друкарських форм більш широкий клас матеріалів, наприклад багато шарових.
3. Деякі операції потребують створення спеціальних видів технологічного оснащення, без якого операції не досягнуть потрібних якостей та продуктивності [2].

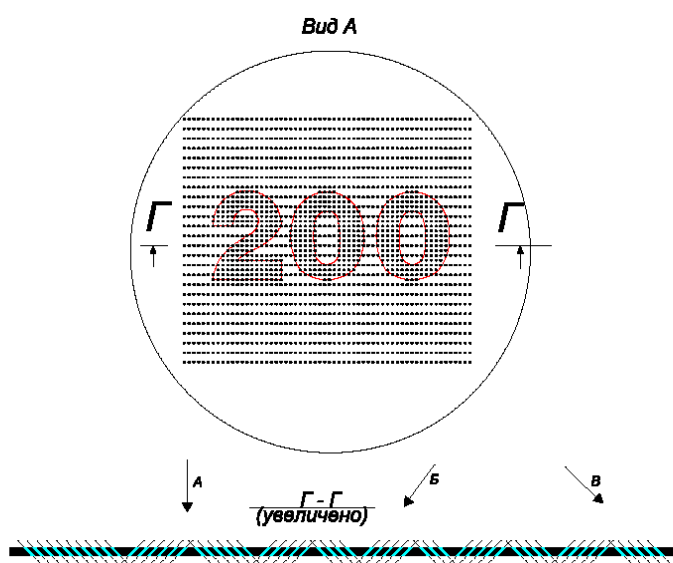


Рис. 6. Фрагмент купюри із запропонованим видом захисного знаку

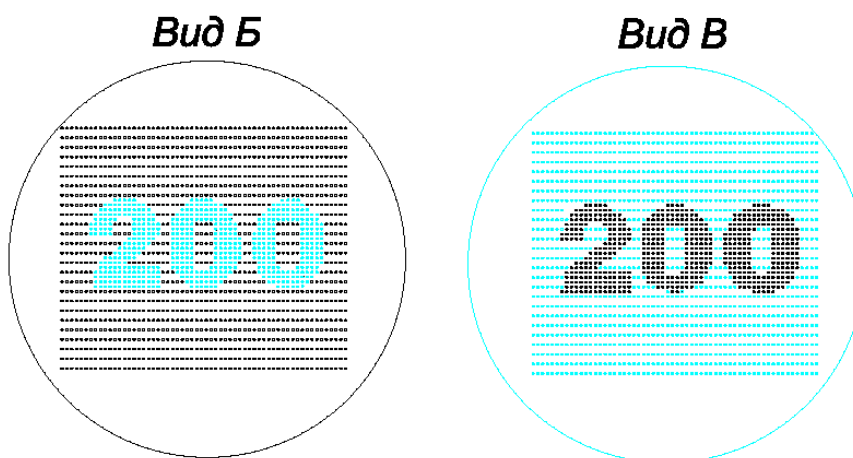


Рис. 7. Вигляд захисного знаку під різними кутами зору ( $+45^{\circ}$  та  $-45^{\circ}$  до нормалі).

### Бібліографічні посилання

1. Патент 100324 України В23К 26/00. Спосіб газолазерного різання заготовок із горючих матеріалів по заявці у 2014 14038 від 29.12.2014, оп. 27.07. 2015, б. №14.
2. Котляров В.П. Технологічне оснащення лазерних комплексів. Підручник. Електронне видання. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 592с.