

2. Wojtech M. Bark: a Field Guide to Trees of the Northeast. Brandeis University Press, 2011. 264 p. URL: <https://www.amazon.com/Bark-Field-Guide-Trees-Northeast/dp/1584658525> (дата звернення: 31.08.2023).
3. Whitmore T. C. Studies in systematic bark morphology: I. Bark morphology in Dipterocarpaceae. *The New Phytologist*. 1961. Vol. 61, No. 2. Pp. 191—207. URL: <https://www.jstor.org/stable/2429429> (дата звернення: 31.08.2023).
4. Єлін Ю. Я., Зерова М. Я., Лушпа В. І., Шабарова С. І. Дари лісів. Київ, 1987. 304 с.

Техногенні аспекти ідентифікаційних і діагностичних досліджень вогнепальної зброї

Павел Гіверц,

д-р філософ., Баліст. лабор-я поліції Ізраїлю, м. Єрусалим, Ізраїль,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4019-5055>, e-mail: pavel.giverts@gmail.com

Олександр Коломійцев,

канд. техн. наук, ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса», м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1932-1034>, e-mail: sashagun@ukr.net

Віталій Нікітюк,

д-р філософ., ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса», м. Харків, Україна,
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7937-7334>, nikityuk_sha@ukr.net

Поява нових технологій у галузі машинобудування впливає на різні виробничі процеси, зокрема, на виготовлення елементів вогнепальної зброї. У зв'язку із упровадженням нових технологій експерти-криміналісти в галузі вогнепальної зброї стикаються з новими видами саморобної вогнепальної зброї. Окрім того, використання деяких технологій спричиняє перенесення на поверхні гільз характеристик, які можуть бути визначені як можливо підкласові, що вимагає особливої уваги експертів під час виконання порівняння. Проте інновації в галузі комп'ютерної техніки та електроніки сприяли розробленню нових комп'ютерних балістичних систем і спеціалізованих сканерів, що значно підвищує точність криміналістичної експертизи вогнепальної зброї.

Ключові слова: гільза; ідентифікація; підкласові ознаки; метод інжекційного формування металевих порошків; технологія виготовлення; 3D-друк; ЧПК.

Technological Aspects of Firearm Identification and Diagnostic Analysis

Pavel Giverts, Oleksandr Kolomiitsev, Vitalii Nikitiuk

The new technologies emergence in engineering has impacted various manufacturing processes, including the production of firearm components. Due to these new technologies implementing, forensic firearm examiners encounter new types of improvised firearms. Furthermore, the use of certain technologies results in the transfer of characteristics onto cartridge cases that may be considered as potentially subclass characteristics, requiring examiners' special attention during the comparative analysis. However, computer technology and electronics innovations have developed the new computerized ballistic systems and specialized scanners, significantly enhancing the precision of forensic firearm examinations.

Keywords: cartridge case; identification; subclass characteristics; injection molding of metal powders; manufacturing technology; 3D printing; CNC machining.

Постійний розвиток технологій зазвичай призводить до істотного поліпшення під час розв'язання різних завдань. Технологічний прогрес не завжди має тільки позитивний вплив. Так, у сфері криміналістичного дослідження вогнепальної зброї існує кілька проблем, виникнення яких пов'язано із прогресом у сфері методів обробки матеріалів і виготовлення деталей.

Одна із таких проблем пов'язана з появою і поширенням 3D принтерів. Коли вони з'явилися (близько 10 років тому), основну загрозу вбачали в можливості незаконного створення саморобної вогнепальної зброї, яку не виявлятимуть металодетектори, що дасть змогу проносити її в літаки і на об'єкти, що охороняють. Практика

засвідчила, що пістолети Лібератор (*Liberator*), які з'явилися першими, виявилися дуже ненадійними і зазвичай руйнувалися під час першого ж пострілу, особливо, якщо використовували патрони порівняно великого калібру. Більш-менш витримували постріл пістолети під дрібнокаліберний патрон 5.6 мм (*22Long Rifle*). Надалі з'явилися револьвери та інші конструкції.

Зараз, коли 3D-принтери стали ще доступнішими, з'ясувалося, що справжня загроза не в тому, що можна виготовити пістолет, який не виявляється металодетектором, а в тому, що фактично будь-хто охочий може придбати принтер, завантажити з інтернету інструкції (програми) для друку і виготовити цілком робочу саморобну зброю. Одним зі зразків вогнепальної зброї, що набули широкого поширення, є напівавтоматичний карабін під пістолетний патрон *FGC-9*. Вважається, що назва моделі розшифровується як *Fuck Gun Control*. На відміну від пістолета Лібератор, у цій конструкції досить багато металевих деталей, включно зі стволом, бойком, різноманітними пружинами тощо і, отже, його вже не пронесеш через металодетектор. До того ж такий карабін виходить досить надійним і дає змогу зробити кілька пострілів.

На відміну від 3D-принтерів, які з'явилися порівняно недавно, верстати із числовим програмним управлінням уже давно ввійшли в наше життя. Але, з розвитком технологій та інтернету, програмування таких верстатів стало набагато простішим, а їхні можливості набагато ширшими. Тому, як і у випадку з 3D-принтером, не є складним знайти відповідні програми і перепрограмувати верстат на виготовлення потрібної деталі. Залишається тільки отримати доступ до такого верстата. Але і деталі, виготовлені на верстаті з ЧПК із алюмінію або сталі, виходять набагато якіснішими, ніж виготовлені на 3D-принтерах. Експертна практика свідчить про велику кількість випадків, коли так виготовляють нижні корпуси штурмових гвинтівок *M-16/AR-15*, які часто буває складно відрізнити від оригінальних. Такі деталі мають повний збіг форми і геометричних розмірів. Окрім цього, під час виготовлення на деталі можна наносити маркування і написи, що повторюють маркування і написи, присутні на оригінальних деталях. Експертна практика свідчить, що найчастіше наносять навіть маркування і штампи перевірки якості виробу (*Proof marks*). Відрізнити деталі нижнього корпусу штурмових гвинтівок *M-16/AR-15*, виготовлених на верстатах ЧПК, можна тільки за наявністю прямокутних крайок, тоді як у неоригінальних деталях, які виготовляють методом лиття, кромки закруглені. Ще однією ознакою, що дає змогу правильно класифікувати досліджувану деталь, можуть бути написи із граматичними помилками, та маркування, виконані методом фрезерування, на відміну від оригінальних, що наносяться тиском.

У розглянутих прикладах нові технології використовують для незаконного виготовлення вогнепальної зброї, але є випадки, коли застосування новітніх технологій офіційними виробниками вогнепальної зброї призводить до складнощів під час проведення балістичних експертиз. Одним із таких методів є метод інжекційного формування металевих порошків (*Metal injection molding, MIM*). Ця технологія набуває дедалі більшого поширення у виготовленні деталей вогнепальної зброї складної форми. Різні виробники, включно з такими провідними фірмами, як Сміт і Вессон, Зіг Зауер, Глок, виготовляють із застосуванням цієї технології такі деталі, як бойки (*Sig Sauer*), викидачі (*Glock*), вкладиші патронного упору (*Smith and Wesson*).

Особливістю методу інжекційного формування металевих порошків є процес виготовлення, під час якого майбутня деталь формується із впорскування у форму суміші з дрібнодисперсного металевого порошку і сполучного матеріалу. Після формування отриману заготовку спікають у кілька етапів для видалення сполучного матеріалу і надання необхідних механічних характеристик. Основною особливістю цього методу, за балістичною експертизою, є те, що на виготовлену деталь переносять не тільки основні розміри, форми, а й усі її дефекти та неоднорідності. Отже, на деталі, а також у її сліді на гільзі залишаються ознаки, які можуть помилково класифікуватися експертом як індивідуальні. Насправді ці сліди мають бути віднесені до групи підкласових,

властивих кільком деталям, виготовленим послідовно із використанням одного інструменту, і виключені з безлічі слідів, на підставі порівняння яких експерт доходить висновку про тотожність. За класичних методів обробки металів різанням підгрупові сліди мають форму паралельних ліній, концентричних кіл або дуг. У разі виготовлення деталей методом інжекційного формування металевих порошків, як і в разі виготовлення деталей методами високоточного лиття, підгрупові ознаки не мають форми, що чітко виділяється, і їх легко можна сплутати з індивідуальними ознаками. Основними методами зниження ймовірності виникнення експертної помилки є постійне відстеження інформації, що публікують у фаховій літературі, та виключення слідів, залишених такими деталями, із тих, що використовують для порівняння. Також має сенс засновувати рішення про тотожність на збігу слідів більш ніж однієї деталі (наприклад, сліду бойка і сліду патронного упору або викидача).

Незважаючи на це, у галузі криміналістики технологічний прогрес має і позитивні сторони. Щодо криміналістичного дослідження вогнепальної зброї, найбільший вплив розвитку технологій спостерігаємо у сфері автоматизації процесу ідентифікації слідів на вистріляних кулях і гільзах. Розробляють і вдосконалюють системи автоматичного пошуку по кулегільзотеках. Поліпшують сканери, що їх використовують у таких системах, для отримання зображень досліджуваних об'єктів. Більшого поширення набувають сканери, що створюють тривимірні моделі поверхні куль і гільз. Серед таких сканерів пристосування, побудовані на базі оптичних камер із подальшим використанням спеціалізованих алгоритмів, які дають змогу на підставі безлічі двовимірних зображень згенерувати тривимірне зображення. Деякі пристрої, як-от сканери, розроблені компанією *Cadre Forensics*, використовують спеціальні гелеві блоки для зменшення впливу оптичних характеристик поверхонь, що сканують. Інші сканери збудовано на базі конфокальних мікроскопів. Окрім появи та розвитку сканувальних пристроїв, значний прогрес спостерігаємо в розробленні алгоритмів ідентифікації. Постійно вдосконалюють алгоритми пошуку за пулегільзотеками, що застосовують у комп'ютеризованих системах *IBIS*, *EvoFinder* і *BalScan*. Розробляють системи попередньої класифікації гільз, вилучених на місцях злочинів, за екземплярами зброї (*triage*). І тут провідні позиції займають системи *Cadre Forensics* і *EvidenceID*. Особливо можна відзначити роботу Національного Інституту Стандартів і Технологій (*NIST*) США, у якому розробляють алгоритми комп'ютерного порівняння слідів на гільзах і кулях, що дають змогу з високою точністю ухвалювати рішення про тотожність порівнюваних об'єктів. До того ж розроблюване рішення є об'єктивним, тобто не залежить від досвіду експерта, і одержуваний результат має статистичне обґрунтування, подібно до того, як надають результати експертизи ДНК.

Для підвищення якості виконуваних експертиз під час криміналістичного дослідження зброї і зниження ймовірності виникнення експертних помилок необхідно постійно відслідковувати й аналізувати матеріали щодо впровадження новітніх технологій у виробництво зброї і патронів до неї, які публікують у фахових виданнях як в Україні, так і за кордоном.

Перелік джерел посилання

1. Вогнепальний DIY: історія та перспективи 3D-друкованої зброї : веб-сайт. URL: <https://habr.com/ru/articles/510596/> (дата звернення: 18.09.2023).
2. Пістолет із 3D-прінтера: еволюція саморобної пластикової зброї : веб-сайт. URL: https://zbroya.info/uk/blog/19416_pistol-iz-3d-printera-evoliutsiia-samodelnogo-plastikovogo-oruzhiia/ (дата звернення: 18.09.2023).
3. Metal Injection Molding Allows Gun Manufacturer To Aim High : веб-сайт. URL: <https://www.modernapplicationsnews.com/articles/m003rop.htm> (дата звернення: 18.09.2023).
4. Cadre-VCM. Validated Virtual Comparison Microscopy (VCM) : веб-сайт. URL: <https://www.cadreforensics.com/VirtualComparisonMicroscopy.html> (дата звернення: 18.09.2023).