

The widespread use of explosion energy in the national economy and military affairs has resulted in large scale production of various explosives and explosive devices. In connection with this, a wide range of people have access to explosive materials. Inadequate controls over the storage and expenditure of explosives contributes to the growth of the facts of theft and misuse for criminal purposes.

During carrying out of operatively-search actions and investigatory actions in the given category of criminal proceedings, there are various issues which require special knowledge in the field of chemistry and technology of explosives production, constructive peculiarities, the nature of the action and the method of manufacturing explosive devices on their basis.

The definition of a type (brand) of explosives enables the investigating authorities to establish the source of its origin, scope and conditions for the use of explosive charges. For this purpose it is necessary to determine the chemical composition of explosives and percentages of components. The definition of the brand undermined by explosives is a difficult task. Most often the result of this study is to determine particular brand of individual explosives or explosive mixtures, in which incoming specific supplements. In other cases, given the likely conclusion, since the percentage ratio of the components of the explosive mixture is not always possible to determine.

The above, together with the lack of new reference data on the composition of explosives, the universal methods of investigation nerdc leads to the fact that the definition of a type (brand) of explosives, particularly for the products of the explosion are often left without solutions.

The analysis of expert practice study of explosives and explosion products is indicative of the wide use of explosive mixtures for industrial purposes such as ammonites, ammonal, granu-lite, etc.

In the article on the example of expert practice the technique a comprehensive expert study of explosion products. The discovery and study of the components of the explosive mixture and applied metal residues recovered from the explosion, was carried out using microscopic, chemical, thin-layer chromatography (TLC), infrared spectroscopy (IR), x-ray and metallographic methods.

УДК 343.97

О. Ю. Кошель
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник

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

МІКРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ: ФІКСАЦІЯ І ОБРОБКА ЗОБРАЖЕННЯ. РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МІКРОСКОПІЇ.

Зроблено стислий огляд можливості застосування програмної обробки зображення з мікроскопів. Запропоновано застосування простого рішення – дооснащення наявних мікроскопів цифровою камерою, яку установлюють в окуляр, що дозволяє експертам прискорити процес фіксації зображення та значно підвищити його якість. Описані результати використання програмного забезпечення вітчизняного розробника, яке має широкий ряд

інструментів кількісної обробки зображення: автоматичне виділення об'єктів, сегментація зображення, проведення різноманітних вимірювань. Кількісна інформація, що надається в результаті застосування комп'ютерної мікроскопії, дозволяє отримати нові данні щодо об'єкту експертизи.

Застосування програмних засобів для обробки мікроскопічного зображення, розпочалося з самого початку розвитку електронно-обчислювальних машин, що відповідає необхідності автоматизації трудомістких операцій аналізу зображень з мікроскопа для отримання об'єктивної і точної інформації щодо різноманітних об'єктів, що досліджуються за допомогою мікроскопів.

Інтенсивний розвиток застосування ЕОМ в мікроскопії розпочався порівняно недавно, з кінця 90-х років, що пов'язано з масовою доступністю персональних комп'ютерів та зростанням їх можливостей до рівня, достатнього для обробки зображення програмними засобами для операційного середовища, що набуло масового застосування.

На сьогодні, як і раніше, зберігається актуальність застосування комп'ютерного аналізу зображення з мікроскопа в наукових дослідженнях, виробництві, медицині, охороні навколишнього середовища. Відповідно до особливостей застосування систем аналізу «мікроскоп-комп'ютер» для досліджень різних напрямів, використовують терміни «комп'ютерні мікроскопи, цифрові мікроскопи, відеомікроскопи», найбільш загальним та вживаним є термін «комп'ютерна мікроскопія». Як результат подальшого розвитку технічних систем дослідження, на сьогодні термін «цифрові мікроскопи» застосовується для нового класу комплексів комп'ютерної мікроскопії.

Функціональні можливості комп'ютерних мікроскопів визначаються їх конструктивними та оптичними можливостями – у відбитому або прохідному світлі, з поляризацією, та поділяються на мікроскопи видимого світла, інфрачервоні, ультрафіолетові. Сучасні мікроскопи також мають електромеханічні приводи предметних столиків, подачі об'єкта, зміни об'єктивів та фільтрів. В більшості сучасних мікроскопів, забезпечується можливість фіксації зображення цифровою камерою, поряд з наявністю оптичного виходу для візуального спостереження.

Виробниками сучасних мікроскопів, передбачається їх поставка у комплекті з обладнанням для запису статичного або динамічного зображення разом з прикладним програмним забезпеченням. Областю застосування програмної обробки зображення, яке отримано з мікроскопа, є практично всі напрями досліджень внаслідок широкої універсальності, простоти та ефективності процедур програмної обробки та аналізу.

В сьогоденній практиці, в дослідницькій та виробничій сфері, для вивчення предметів та їх деталей за допомогою світлових мікроскопів в більшості випадків використовуються мікроскопи, які виготовлено у 60 – 80-ті роки минулого сторіччя. Їх оптичні можливості достатні для виконання широкого кола завдань дослідження, фізичний стан механічних складових таких

мікроскопів, при належному догляді, забезпечує працездатність ще не один рік. Більшість з таких мікроскопів, не мають пристроїв для фотографування («фотографічної насадки»). Для тих мікроскопів, де такий пристрій передбачений і ще функціонує, використання для фіксації на плівку невиправдане з причин ціни та трудомісткості.

В практиці роботи з такими старими приладами для фіксації мікроскопічного зображення використовують звичайні цифрові камери, з них найбільш вдалі для застосування «цифро-мільниці» з невеликим діаметром об'єктива, близьким до розміру зображення в окулярі. Зйомка здійснюється «з рук». Частковим рішенням для підвищення якості за «ручним» способом є використання упора для рук та застосування насадок, що забезпечують центрування оптичних осей об'єктива камери та окуляра мікроскопа, що відступає від крайньої лінзи окуляра для компенсації відстані фокальної площини ока. Рутинна задача фіксації зображення з мікроскопу стає задачею, яка потребує значно більше часу, ніж очікувалося та результатом є зображення, що має якість значно нижче, ніж візуально спостерігається.

Таким чином, внаслідок недостатніх характеристик роздільної здатності, вірної передачі кольорів, рівня геометричних викривлень, рівномірності освітлення поля зображення, рівень якості фотографій недостатньо повно відображає факти, які виявив або досліджує експерт.

Оптимальним шляхом для досягнення необхідного рівня зображень з існуючих мікроскопів є їх модернізація шляхом дооснащення (встановленням) цифрової камери та прикладного програмного забезпечення, що на сьогодні, вирішується на високому професійному та фінансово доступному рівні й задовольняє потреби для широкого кола досліджень – від біологічних до мінералогічних. Така модернізація мікроскопів, дозволяє автоматизувати процес фіксації зображення та отримувати зображення на високому рівні.

Особливістю застосування цифрових камер до мікроскопів є те, що управління процесом захвату і обробка зображення, здійснюється за допомогою персонального комп'ютера. Оскільки, комп'ютери, навіть не дуже сучасні мають обчислювальні можливості набагато більші, ніж процесор в універсальній цифровій фотокамері, результат застосування спеціалізованої т.зв. «промислової», навіть не дорогої цифрової камери, дає набагато кращий результат на всіх етапах фіксації та обробки зображення.

Однією з важливих складових мікроскопічних досліджень є проведення кількісного аналізу. Науково-методичні розробки процедур кількісного аналізу зображення розроблено на високому рівні для різних видів досліджень, наприклад матеріалознавчих [1]. Але практична реалізація кількісного аналізу мікроскопічного зображення, наприклад звичайних вимірювань, потребує багато часу та викликає значні навантаження на оператора (експерта).

Зазначена модернізація дозволяє проведення якісного та кількісного аналізу мікроскопічного зображення, за допомогою комп'ютера звичайного бюджетного рівня. Можливість реалізації надзвичайно інформативних функ-

ціональних можливостей програмної обробки зображення, дозволяє отримувати нову інформацію стосовно об'єкту дослідження, наприклад нові кількісні показники структурних складових щодо будови матеріалу.

Реалізація комп'ютерної мікроскопії для випадку дообладнання існуючих мікроскопів, можлива за двома схемами. За першою схемою використовуються універсальні прикладні програми обробки зображення, та універсальні цифрові камери (наприклад веб-камери). За такою схемою зустрічаються технічні рішення початкового («домашнього») рівня, з використанням звичайних веб-камер та доступних програм (з невизначеною правомірністю їх використання) [2].

Інша схема передбачає застосування ліцензійного програмного забезпечення та цифрової камери, з необхідним рівнем технічних характеристик.

Якщо можливості першої схеми достатні для навчальних задач та початкових етапів досліджень (крім експертних досліджень), для професійної роботи такий підхід неприпустимий і в промислових та наукових дослідженнях, застосовуються сертифікований спеціалізований програмний продукт з якісним обладнанням.

Успішним способом дооснащення існуючого мікроскопу, який не потребує багато часу, є встановлення цифрової камери в окуляр мікроскопа з інсталяцією прикладного програмного забезпечення.

Для модернізації бажаним є варіант застосування цифрової камери, яка призначена для «промислового» застосування. Такі камери мають високу якість матриці та надійну роботу самої камери і виконані у міцному корпусі.

Важливою особливістю є оснащення цифрової камери довгофокусним об'єктивом для мінімізації геометричних та світлових викривлень. Застосування довгофокусного об'єктива, дозволяє використати цифрову камеру для роботи на різних мікроскопах. Використання перехідників, дозволяє використовувати один комплекс «цифрова камера-комп'ютер» для застосування на різних мікроскопах, таких як звичайні МБС-9,10, а також інверторні, шляхом простої перестановки камери. При цьому, наявність лише одного окуляра не є перешкодою (наприклад, для таких широко розповсюджених в металознавстві мікроскопів як МИМ-7,8), оскільки в прикладних програмах, передбачено наведення на різкість на моніторі комп'ютера.

Ліцензійне прикладне програмне забезпечення для обробки зображення дає можливість його реалізації в експертних дослідженнях, в Україні розроблено програмне забезпечення для комп'ютерної обробки зображення, яке має авторське свідоцтво та багаторічний досвід впровадження для різноманітних досліджень.

Зустрічаються два варіанти прикладних програм: у першому варіанті модулі запису зображення, обробки та аналізу зведено в одну програму, у другому варіанті модуль запису зображення і первинної обробки зображення зведено в одну прикладну програму, а модулі обробки та аналізу зведено в іншу. Інтерфейс професійних програм доступний для користувача звичайно-

го рівня, як показує практика, застосування комплексу можливе практично відразу.

На першому етапі освоєння комплексу комп'ютерної мікроскопії, реалізується можливість отримати якісне зображення та зберегти його у бажаному графічному форматі. Якість, з якої здійснюється фіксація зображення, різноманітність інструментів щодо покращення зображення (збільшення контрасту, вирівнювання освітлення і т. п.) вже є вагомим результатом, який виправдовує доцільність витрат на придбання програми і камери та створення комп'ютерного мікроскопу.

Наступними етапами, після фіксації зображення (запису в цифровому форматі) в комп'ютерній мікроскопії є покращення зображення (його обробка з елементами попереднього аналізу), а також якісний та кількісний аналіз зображення.

Покращення зображення, дозволяє у подальшому, в наступних етапах покращати результати обробки та аналізу зображення, цей етап реалізується застосуванням фільтрів та функцій, які дозволяють змінити характеристики зображення (яскравість, контраст, насиченість, різкість і т. п.), усунути перешкоди, імпульсні шуми. Цікавою функцією на цьому етапі є можливість усунення шумів та артефактів оптичної системи (подряпин, нерівномірності освітлення), шляхом віднімання фону (накладенням «маски» фонового зображення) [3-5].

Програмні функції лінійних та кутових вимірювань, дозволяють отримати такі величини: довжина відрізка, ломаної, сплайнової кривої лінії, величину кут, радіус окружності. Важливою особливістю є наявність автоматичного накопичення даних, що дозволяє при послідовній обробці всіх полів зображення отримати інтегральні параметри. Накопичення даних забезпечується не тільки для вимірювання, а й для всіх функцій кількісного аналізу зображення¹³.

Необхідно відмітити, що вимірювання можливе за умови проведення калібрування, яке здійснюється для конкретного об'єктиву мікроскопа фотографуванням об'єкт-мікрометра та зберігання результатів калібрування для наступного використання. При застосуванні різних об'єтивів в мікроскопі, створюються файли калібрувань для конкретних об'єтивів та вибір відповідного калібрування для вимірювань на зображенні.

Подальший аналіз зображення здійснюється, як правило, після сегментації – виділення ділянок зображення, які мають однакові характеристики. Виділені сегменти можуть бути двомірними (пласкі ділянки) або одновірними (контури). Сегментація найчастіше здійснюється у автоматичному режимі, за необхідністю, застосовується ручний режим виділення [6].

В результаті сегментації, наприклад, в біологічних дослідженнях проводиться диференціація об'єктів від фону, автоматично класифікуються нит-

¹³ Наприклад, для програми SEO ImageLab (м. Суми. а.с. № 27335 МОН України).

ковидні та стрічкові об'єкти. При проведенні досліджень структури металів (металографічні дослідження) виділяються фази, з яких складається сплав, розраховується їх площа. Контурна сегментація дозволяє досліджувати границі зерен металографічної структури.

Застосування комп'ютерної мікроскопії, надає можливість отримувати точну кількісну інформацію, що свідчить про доцільність застосування такого інструментального методу в дослідженнях. Важко переоцінити те, що застосування такого аналізу, може надавати нову інформацію про об'єкт дослідження в результаті застосування програмної обробки на основі якісних даних зображення (наприклад, за результатами сегментації) та різноманітних кількісних даних. Окремим перспективним джерелом нових даних є також статистична обробка кількісних параметрів елементів зображення, в діагностичних та ідентифікаційних дослідженнях.

Універсальність функціонального апарату програмної обробки зображення з мікроскопу, можливість отримання кількісних параметрів, а також нових характеристик стосовно об'єкта досліджень, дозволяє розглядати комп'ютерну мікроскопію, як необхідний додаток в інструментальному арсеналі для експертних досліджень.

Перелік посилань

1. *Салтыков С. А.*. Стереометрическая металлография. Москва, 1976. 270 с.
2. *Бесплатные программы для анализа изображений*. Металловедение. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://metallovedeniye.ru/metallografiya/besplatnyie-programmy-dlya-analiza-izobrazhenij.html>.
3. *Андрушевич А. А., Толочко Н. К., Чугаев П. С.* Компьютерная микроскопия материалов в инновационной и учебной деятельности технических университетов // *Литье и металлургия*. Минск, 2014. № (4)77. С. 113.
4. *Куц Ю. В., Повстаной А. Ю.* Сучасні методи дослідження мікроструктур за допомогою комп'ютерного матеріалознавства з використанням прикладних програм // *Наукові нотатки: міжвуз. зб. Луцьк*, 2014. Вип. № 45. С. 323.
5. *Литовченко С. В., Малыхина Т. В., Шпагина Л. О.* Автоматизация анализа металлографических структур // *Вісник Харківського національного університету / Харківський національний університет ім. В. М. Каразіна*. Харків, 2011. Вип. 960. С. 215.
6. *Программное обеспечение SEO ImageLab Met для обработки и анализа изображений в материаловедении* // *Руководство пользователя / SEO ImageLab*. Суми, 2016. 32 с.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ФИКСИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЯ. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ МИКРОСКОПИИ

А. Ю. Кошель

В статье сделан краткий обзор возможности применения программной обработки изображения с микроскопов. Предложено применение простого решения – дооснащения имеющихся микроскопов цифровой камерой, которая вставляется в окуляр, что позволяет экспертам ускорить процесс фиксирования изображения и значительно повысить его качество. Изложены результаты использования опробованного программного обеспечения

отечественной фирмы, которое имеет широкий ряд инструментов количественной обработки изображений: автоматическое выделение объектов, сегментация изображения, проведение разнообразных измерений. Получение точной количественной информации в результате применения компьютерной микроскопии, позволяет получить новые данные об объекте экспертизы.

MICROSCOPIC RESEARCH: IMAGE FIXATION AND PROCESSING. IMPLEMENTATION OF COMPUTER MICROSCOPY

A. Koshel

The article includes a brief overview of the possibilities of software application to the microscope image processing. It was suggested to use a simple solution - retrofitting of existing microscopes with digital camera that is inserted into the eyepiece, which allows experts to speed up the process of image fixing and significantly improve its quality. There were expressed the results of the use of tested software which belongs to the domestic firm and has a wide range of tools for quantitative image processing: automatic selection of the objects, image segmentation, and implementation of a variety of measurements. Obtaining accurate quantitative information due to the application of computer microscopy allows getting a new data about the object of examination.

УДК 343.982.4

Є. Ю. Свобода

кандидат юридичних наук, доцент, доцент

Національна академія внутрішніх справ

А. Ю. Захаркіна

інспектор-криміналіст

слідчий відділ Харківського відділу Національної поліції

СУДОВО-ПОЧЕРКОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА: СУЧАСНИЙ СТАН І АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ

У статті надано аналіз можливостей судово-почеркознавчої експертизи. Розглянуті досягнення наукового дослідження закономірностей почерку на базі різних галузей науки і удосконалення методики судово-почеркознавчих досліджень. У загальних рисах охарактеризовані сучасні завдання, що вирішуються експертами-почеркознавцями. Висвітлені деякі актуальні питання на сучасному етапі розвитку судово-почеркознавчої експертизи, запропоновані основні шляхи їх вирішення.

Ефективна протидія злочинності сьогодення – неможлива без використання сучасних досягнень різних сфер наукових знань і передової технічної думки.