

УДК 621.762.55

Лутай А.М., Кучкін О.М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТАЛОГРАФІЧНОЇ ЦИФРОВОЇ USB-МІКРОСКОПІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ МЕХАНІКО – МАШИНОБУДІВНОГО ІНСТИТУТУ

Анотація: На базі металографічного мікроскопу МІМ – 8 реалізований металографічний цифровий USB-мікроскоп. Проаналізовані програми комп'ютерної обробки цифрових зображень мікроструктур сплавів *imageJ, FIJI, ANDROV, OpenCV, VXL, OsiriX та JMicroVision*. Показано, що остання є найбільш прийнятною програмою для обробки цифрових зображень мікроструктур сплавів. Наведенні приклади роботи з програмою: визначення розміру зерен, будівництва функції розподілу зерен по їх розмірам, визначення кількості перліту у доевтектоїдних сталях та вторинного цементиту у заевтектоїдних вуглецевих сталях. Показано, що впровадження методів комп'ютерної обробки цифрових мікрофотографій структур сплавів дозволяє значно збільшити ефективність учбового процесу та індивідуалізувати роботу студентів

Вступ. У дисциплінах "Технологія конструкційних матеріалів", "Матеріалознавство", "Фізичні методи досліджень", які викладаються студентам механіко – машинобудівного інституту НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» виконуються лабораторні та практичні роботи по вивченню мікроструктури сплавів методами оптичної мікроскопії. Сучасні металографічні лабораторії провідних технічних вузів розвинених країн перейшли на використання металографічних цифрових USB-мікроскопів (МЦМ). Принципова відмінність МЦМ від мікроскопів типу МІМ-8 у фіксації зображення структури об'єкта цифровою веб-камерою з подальшою його комп'ютерною обробкою. Остання дозволяє значно підвищити якість зображення мікроструктур сплавів, точність розрахунків параметрів структури та багатократно скоротити час дослідження. Так контраст зображення (мінімальна різниця у інтенсивності сусідніх деталей) зменшується на два порядки у порівнянні зі звичайним оптичним зображенням. Існує досить багато спеціалізованих програм комп'ютерної обробки цифрових зображень мікроструктур сплавів, але всі вони мають велику вартість. Проведений нами аналіз програм, що вільно використовуються при обробці зображень загального характеру *imageJ, FIJI, ANDROV, OpenCV, VXL, OsiriX та JMicroVision* [1,2] показує, що остання є найбільш прийнятною програмою для обробки цифрових зображень мікроструктур сплавів. Підкреслимо, що згадана програма не є спеціалізованою програмою обробки мікрофотографій структур сплавів. Тому на першому етапі автори провели адаптацію програми для навчальних цілей.

Мета роботи – на прикладі багаторічної практики використання USB-мікроскопії з обробкою зображень програмним продуктом *JMicroVision* у ММІ показати деякі можливості методики в навчальному процесі вищих навчальних закладів (ВНЗ)

Результати роботи. На рис.1 представлено загальний вигляд цифрового USB – мікроскопу на базі приладу МІМ – 8, який створений та використовується на кафедрі лазерної техніки та

фізико – технічних технологій. Зображення структури, що отримане об'єктивом та оброблено цифровою камерою (3), зберігається у комп'ютері та завантажується у початкове вікно програми. Для вимірювання розмірів параметрів структури проводимо калібрування зображення по відомій відстані між рисками об'єкт – мікрометру (рис.2). У вказаному вікні



Рис.1. Загальний вигляд металографічного USB – мікроскопу на базі приладу MIM - 8

1 -зразок, 2 — предметний столик, 3- веб-камера, 4- гвинт грубого фокусування, 5-гвинт тонкого фокусування, 6 — гвинти переміщення предметного столика

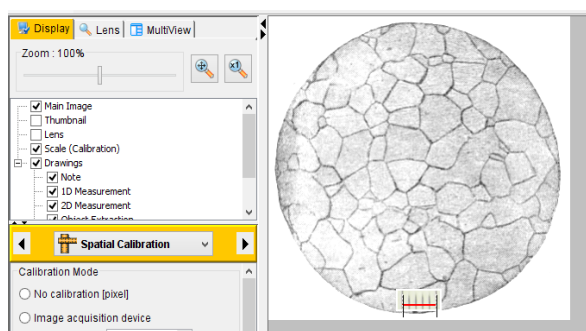


Рис.2. Вікно калібрування

можна проводити будь які лінійні виміри параметрів структури.. наприклад, визначати розмір зерна. Використання вказаної програми дозволяє вирішувати більш складні завдання, наприклад, будування функції розподілу по розмірам глобул зернистого цементиті у заевтектоїдних вуглецевих сталей. Для цього виділяємо всі глобули збільшуючи максимальне (зменшуючи мінімальне) значення площі(рис.3)

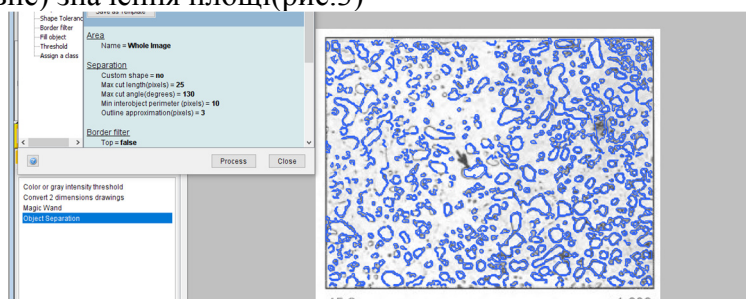


Рис.3. Зображення структури сталі з виділеними зернами цементиту

Для побудови графіка розподілу глобул цементиту по їх розмірам натискаємо Data Viewer->Chart (рис.4)

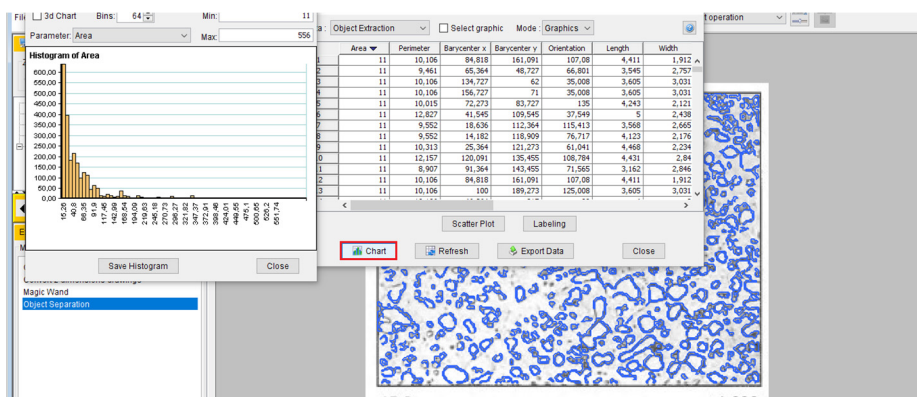


Рис.4. Одержання функції розподілу зерен цементиту по лінійним розмірам

Знаходимо загальну концентрацію глобул (копіюємо значення площі в Excel). Знаходимо їх площу і ділимо на загальну площу: $G=(15881*100\%)/63002=25.20\%$;

У навчальному процесі багатьох ВНЗ виконується лабораторна робота по визначенню кількості фазової (структурної) складової точковим методом А.А Глаголева, який потребує від студента багаточасової рутинної роботи. Скорочено покажемо, як виконується подібна робота на MMI. Після виготовлення та травлення мікросліфу студент отримує та завантажує зображення у файл програми (рис.5). Далі вибирається вікно 2DMeasurement, виділяється частина мікрофотографії, що аналізується та клікається опція Show Histogram.. На гістограмі по осі ординат вказано 255 рівнів яскравості на осі абсцис –

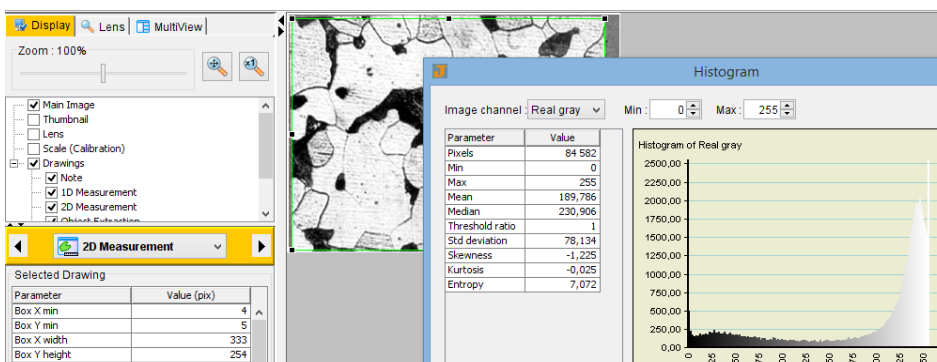


Рис.5. Вікно програми з структурою та гістограмою

площа мікрофотографії (у пікселях) с даним рівнем яскравості. Тобто площа гістограми (S_g , вказана у таблиці) дорівнює площі

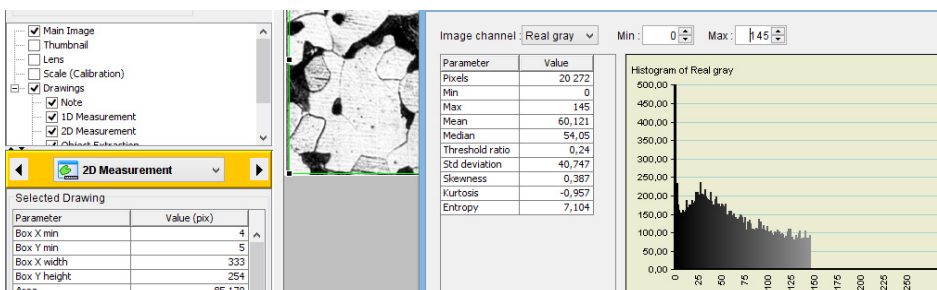


Рис.6. Частина гістограми яскравості, що відповідає перліту

мікрофотографії, а площа частини гістограми з почорнінням, що відповідає зернам перліту (рис.6) є площа частини мікрофотографії зайнята зернами перліту (S_p). Масову долю перліту (Π) студент визначає за формулою.

$$\Pi = 20272/84542 = 0,24$$

Тобто концентрація вуглецю у сталі дорівнює $\%C = 0,19\%$, що відповідає марці сталі. Після аналогічної обробки мікрофотографії заевтектоїдної сталі У13 (рис.7,8) студент знаходить, що $\%C = 1,28\%$ тобто відповідає марці сталі. Підкреслимо, що вказані результати підготовлений студент отримує за 3...5 хвилин, а на одержування цього ж результату точковим методом затрачається 40...50 хвилин учбового часу. Тому за пару вдається проаналізувати 4- 5 зразків, виміряти їх твердість, побудувати та проаналізувати відповідні залежності, тобто перетворити лабораторну роботу у невелике наукове дослідження. Крім того комп'ютерна обробка дозволяє індивідуалізувати завдання, що виключає можливість компіляції.

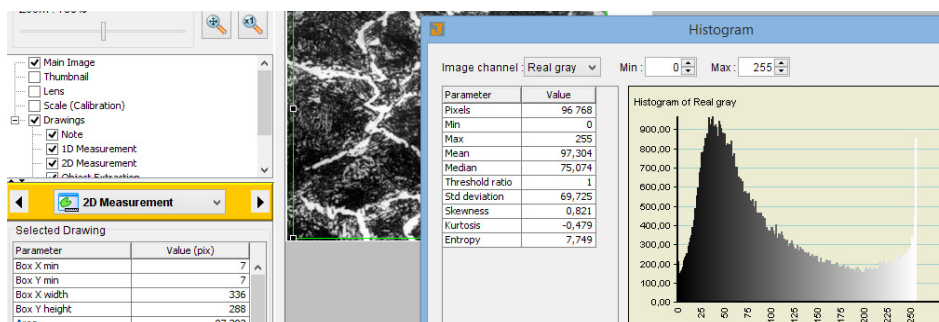


Рис.7. Вікно програми з гістограмою (заевтектоїдна сталь)

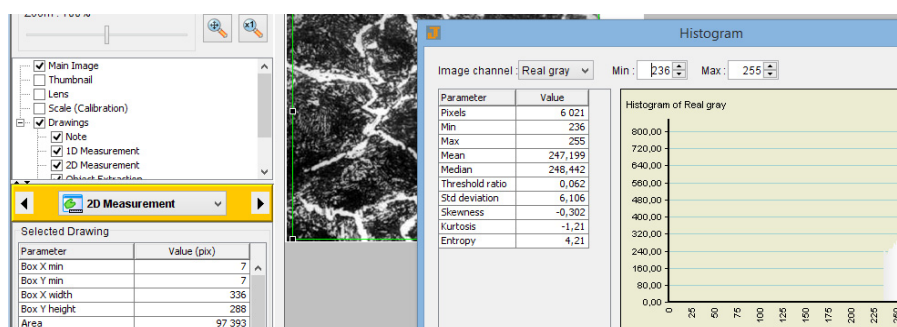


Рис.8. Вікно програми з частиною гістограми, що відповідає вторинному цементиту

Висновки. Впровадження методів комп'ютерної обробки цифрових мікрофотографій структур сплавів дозволяє значно збільшити ефективність учбового процесу та індивідуалізувати роботу студентів.

Список літератури

- Литовченко С.В. Автоматизация анализа металлографических структур [Текст]/ С.В. Литовченко, Т.В. Малыгина, Л.О. Шпагина// Вісник Харківського національного університету. – 2011.- №960. с.215-223.- Библиогр...: с.223.
- JMicroVision – Help. Режим доступу <http://www.jmicrovision.com/help/v125/jmicrovision.htm> вільний. – Заг. з екрана. – Мова англ