



Таким чином, розроблено лабораторний стенд для визначення питомих силових показників магнітних систем. Експериментально досліджено вплив матеріалу уловлюваного предмету на зусилля притягання до системи. Результати випробувань розроблених ловильних пристроїв підтверджують можливість вилучення шарошок, лап, елементів опор та озброєння доліт, у тому числі і твердосплавного, та інших предметів, що слабо володіють феромагнітними властивостями.

Література

1 Пат. 99790 Україна, МПК E21B 31/06. Уловлювач магнітний / Є. І. Крижанівський, Л. І. Романишин, Т. Л. Романишин; заявник і патентовласник Є. І. Крижанівський, Л. І. Романишин, Т. Л. Романишин. – №a2011 09349; заявл. 26.07.2011; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18. – 6 с.

2 Магнитные устройства для очистки скважин / Ю. А. Курников, И. Ф. Конгур, М. Т. Кобылянский, Л. И. Романишин; под. ред. Ю. А. Курникова. – Львов: Вища школа, 1988. – 108 с.

3. Экспериментальные исследования характеристик магнитных систем ловильных устройств / Е. И. Крыжановский, П. Н. Райтер, Л. И. Романишин, Т. Л. Романишин // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 7. – С. 104-106.

УДК 004.932

МЕТОДИКА ОПРАЦЮВАННЯ МЕТАЛОГРАФІЧНИХ МІКРОФОТОГРАФІЙ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ НА БАЗІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ IMAGEJ

В. Д. Миндюк, П. М. Райтер

¹ІФНТУНГ; 15, вул. Карпатська, м. Івано-Франківськ, 76019.

E-mail: tinlaven@gmail.com

Систематичні дослідження залежності між станом мікроструктури та функціональними (механічними) властивостями сплавів дають підстави припускати, що для отримання інформації про кількісні характеристики



мікроструктур, пов'язаних певними функціональними властивостями, необхідно автоматизувати процес класифікації мікроструктур. На відміну від звичайних методів, аналіз розмірів зерен із використанням систем аналізу зображень характеризується не тільки гнучкістю вимірювань, але й високою точністю і максимальною продуктивністю обробки зразків.

Окрім переваг методу контролю якості, кількісний підхід веде до глибокого розуміння явищ, що спостерігаються, їх причин та наслідків, особливо стосовно до макроскопічних, тобто найбільш важливих для практики поведінки металів. Крім того, кількісний підхід дає можливість виявити ту оптимальну структуру, яка найкраще відповідає умовам експлуатації матеріалу, та допомогти створювати нові сплави із заданим комплексом властивостей [1].

Методи аналізу, пов'язані із кількісною металографією, призначені для визначення:

- лінійних розмірів, площ перетину і периметрів перетину структурних складових і фаз;
- середніх радіусів сферичних частинок у досліджуваному матеріалі та їх середніх об'ємів;
- об'ємної частки частинок (фаз) у матеріалі та їхньої питомої поверхні;
- розподілу частинок матеріалу за розмірами, оцінка кутів орієнтації протяжних фаз тощо;
- периметрів і площ перерізів виробів, дефектів у ньому, його складових частин.

Більшість із цих статистичних методів успішно застосовують і сьогодні, а принципи, що лежать в їх основі, використовують у сучасних обчислювальних пристроях. Для автоматизації процесу потрібно вирішити такі завдання: розпізнавання зерен на зображеннях мікрошліфів, визначення характеристик зерен, з'ясування взаємозв'язку між цими характеристиками і типом мікроструктури.

Основними кількісними параметрами мікроструктури конструкційних вуглецевих сталей є: діаметр зерна, бал зерна, співвідношення між структурними складовими, наприклад, перліт/ферит. Оскільки мікроструктура сталей характеризувалася здебільшого різнозернистістю, то розміри зерен характеризуються середнім діаметром зерна.

Процес визначення параметрів мікроструктури із попередньо одержаних мікрофотографій за стандартною технологією [2] можна автоматизувати можливостями некомерційного програмного продукту ImageJ. Це програма з відкритим початковим кодом для аналізу і обробки зображень. У



ImageJ можна обчислювати площі, статистичні показники піксельних значень різних виділених областей на зображеннях, які виділені вручну або за допомогою порогових функцій.

Опис процедури сегментації і аналізу зерен програмою ImageJ.

Процедура сегментації та аналізу складається з таких кроків.

1) Читаємо зображення та здійснюємо його попередню обробку.

Зображення конвертується із RGB формату в багатоградатійне (у разі потреби). Оскільки металографічні зображення часто характеризуються нерівномірністю освітлення, тому здійснюється попередня обробка зображення, така як покращення контрасту і яскравості з використанням функцій вкладки командного рядка *Process*.

2) Бінаризація зображення.

Зображення конвертується у бінарне з метою підготовки до виділення контурів (рисунок 1).

Метод передбачає одержання на зображенні двох класів пікселів (фонові та нефонові). Використовуючи гістограму розподілу значень яскравостей пікселів растрового зображення, шукаємо оптимальний поріг, який розділяє ці два класи пікселів. До недоліків методу слід віднести «злипання об'єктів», особливо у місцях перетину, розмиття ліній та втрату тонких ліній.

3) Знешумлення зображення.

Метою цього кроку є видалення пікселів, які не належать до об'єктів інтересу, з допомогою різних морфологічних операцій, зокрема «fill holes».

4) Пошук границь (виділення контурів) окремих структурних частин функцією *Adjust Threshold*.

Метою цього кроку є виділення границь і аналіз зображення в межах виділеної області

Оскільки результатом роботи детекторів країв звичайно є короткі, не з'єднані сегменти ліній, тому виникає потреба у поєднанні локальних і глобальних методів виділення контурів, що дасть змогу використати переваги обох типів методів.

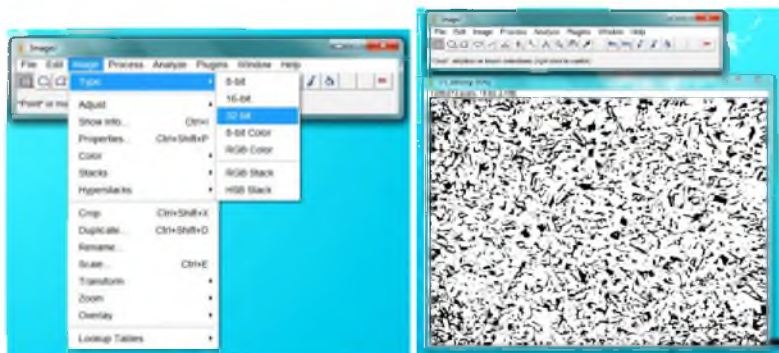


Рисунок 1 – Процес бінаризації металографічного зображення кратністю 100^x

5) Вимірювання властивостей об'єкта (зерна) на зображенні функцією Analyze Particles.

Тут оцінюємо площу і центр об'єктів (зерен). Також обчислюємо інші статистичні властивості розпізнаних об'єктів на зображенні, зокрема площу, кількість, відсоткову частку затемнених зерен на видимій виділеній окремим контуром зоні зображення, діаметр, тощо (рисунок 2). Для визначення середнього діаметру зерна використовувався діаметр Фере, що визначається методом січних вбудованою відповідною функцією даного програмного продукту.

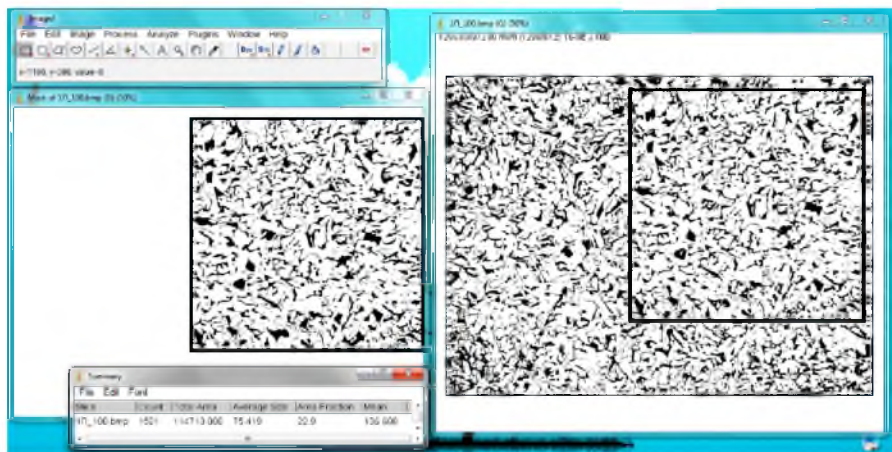


Рисунок 2 – Аналіз властивостей частин зображення командою Analyze Particles в межах виділеної області площею 0,5 мм² за ГОСТ ГОСТ 5639 – 82



Результати опрацювання зображення представляються програмою у вигляді таблиці Summary з усередненими параметрами, що попередньо задаються в полі Set Measurements командної функції Analyze. Приклад представлення результатів вимірювання параметрів перлітної структурної складової сталі 10 наведені в таблиці 1.

Таблиця 3.3 – Приклад представлення усереднених результатів опрацювання металографічного знімка в межах виділеної області програмним продуктом ImageJ

Slice	Count	Total Area	Average Size	Area Fraction	Feret
Сталь 10.bmp	1077,000	120852	112,212	15,917	14,915

В таблиці результатів наведені наступні дані:

Slice – позначення файлу зображення;

Count – кількість зерен перліту на виділеній видимій частині зображення площею 0,5 мм²;

Total Area – загальна площа, зайнята зернами перліту, мкм²;

Average Size – середнє значення площі зерна перліту, мкм²;

Area Fraction – частка площі виділеної зони зображення, зайнятої зернами перліту, %

Feret – середній діаметр зерна перліту, визначений методом січних (метод Фере), мкм.

Літературні джерела

1 Глобально-локальний метод для сегментації та аналізу зображень зерен металів / М. І. Кобасяр, В. В. Корній, Р. Я. Косаревич, Б. П. Русин // Відбір і оброб. інформації: Міжвід. зб. наук. пр. - 2010. - Вип. 32(108). - С. 98-102.

2 Сталі. Мікрографічний метод визначення видимого розміру зерна (ISO 643:2003, ГОТ): ДСТУ Т50 643:2009. – Набуває чинності з 01.01.2012 згідно з наказом № 477 від 28.12.2009 р.

3 ImageJ User Guide.