

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Уершов И.А., Медведев С.В. О плотности сейсмической энергии колебаний грунта при взрывах.// Вопросы инженерной сейсмологии, вып.9, Труды института физики Земли, N33(200), 1964. 50-58с., М.: Изд. АН СССР, 1964.
2. Медведев С.В. Инженерная сейсмология, М.: Стройиздат, 1962
3. Медведев С.В., Лямзина Г.А. Сейсмический эффект взрывов на руднике//Вопросы инженерной сейсмологии, вып.6.Труды института физики Земли, N21(188), 1962. 73-97с., М.: Изд. АН СССР, 1962
4. Цейтлин Я.И., Гилманов Р.А. Об энергетическом критерии опасности действия взрывных волн промышленных взрывов//Взрывное дело №85/42. Сейсмика промышленных взрывов. Под ред. д.т.н.В.Н.Мосинца. М.: Изд. "Недра", 1983. 61-73С

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА МИКРОСТРУКТУРЫ ЧУГУНА ПО МИКРОСКОПИЧЕСКОМУ СНИМКУ

Самандаров Илхомжон Расулович
к.т.н.доцент кафедры «Математики и информатики»

Алмалыкского филиала ТГТУ

E-mail: samadarov.2003@gmail.com

Абдухошимов Журабек Улугбекович
Студент Алмалыкского филиала ТГТУ

E-mail: 10112004jurabek@gmail.com

Содиков Темиралли Гуломжонович
Студент Алмалыкского филиала ТГТУ

E-mail: temiralisodikov@gmail.com

Мустафин Рамир Рифатович
Студент Алмалыкского филиала ТГТУ

E-mail: deltahavy1405@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные аспекты цифровой обработки микроструктуры чугуна на основе микроскопических снимков. Программно-реализованы функции различных фильтров (Гаусса и пороговая фильтрация бинаризация) на изображениях в соответствии с ГОСТ 3443-87. В результате обработки металлографического изображения чугуна была выделена структура графита.

Ключевые слова: микроструктура, микроскопический снимок, фильтрация, бинаризация, цифровая обработка и анализ изображения.

Простой математической моделью цифровых различных снимков, является матрица размера $N \times N$ обозначаемая как $A = (a_{ij})$, где $i = \overline{1, N}$ и $j = \overline{1, N}$, где a_{ij} - элемент изображения. Дальнейшая цифровая обработка означает преобразование полученного изображения с помощью математических или логических операций с целью достижения решения поставленной задачи [1-3].

Общая схема процесса обработки выглядит следующим образом: обрабатываемая матрица сканируется, например с лева направо и сверху вниз. Обработка ведется над каждым элементом вместе с её окрестными элементами, а сам элемент рассматривается как центр этой окрестности (маски).

Введём определения:

$$1) \quad M = m(a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{i-1,j-1} & a_{i-1,j} & a_{i-1,j+1} \\ a_{i,j-1} & a_{ij} & a_{i,j+1} \\ a_{i+1,j-1} & a_{i+1,j} & a_{i+1,j+1} \end{bmatrix} - \text{назовём } m - \text{окрестностью точки } a_{ij}.$$

$$2) \quad \Phi = (f_{\lambda\mu}) = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{bmatrix} - \text{назовём ядром фильтра } 3 \times 3, \text{ где } \lambda = \overline{1, k} \text{ и } \mu = \overline{1, k}.$$

$$3) \quad B = (b_{ij}) = \Phi \oplus M = b_{ij} = \frac{1}{S} \sum_{\lambda=1}^k \sum_{\mu=1}^k f_{\lambda\mu} \cdot a_{i+(\lambda-2), j+(\mu-2)}$$

- *фильтрующий оператор*, где S - сумма всех элементов фильтра $S = \sum_{\lambda=1}^k \sum_{\mu=1}^k f_{\lambda\mu}$, b_{ij} - элемент результирующего изображения, $i = \overline{1, N}$ и $j = \overline{1, N}$. Аналогичную формулу можно выводить для фильтра размером 5×5 .

Фильтр Гаусса — это один из наиболее распространенных фильтров для сглаживания изображений и устранения шума. Он основан на математической функции Гаусса, которая описывает распределение вероятности случайной величины (шум рассматривается как случайная величина, в виде элемента изображения, появляющейся на изображении). Вид Гауссовского фильтра, например для фильтра размером 3×3 и 5×5 соответственно:

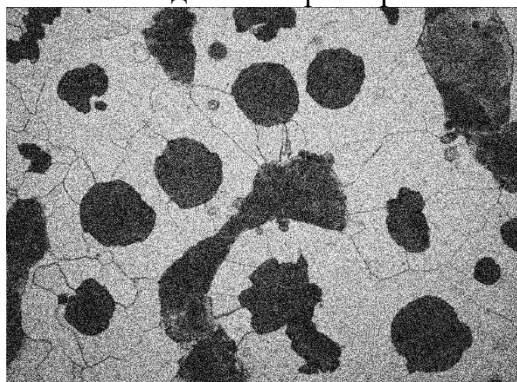
$$\frac{1}{16}$$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

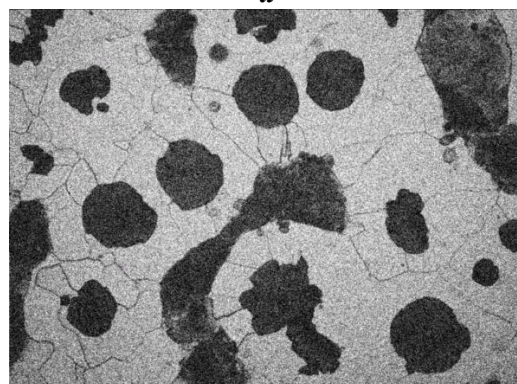
$$\frac{1}{273}$$

1	4	7	4	1
4	16	26	16	4
7	26	41	26	7
4	16	26	16	4
1	4	7	4	1

Практика показывает, что применять фильтра Гаусса эффективней в изображении с оттенками серого. На рис.1 показано исходное и отфильтрованное изображения.



a



б

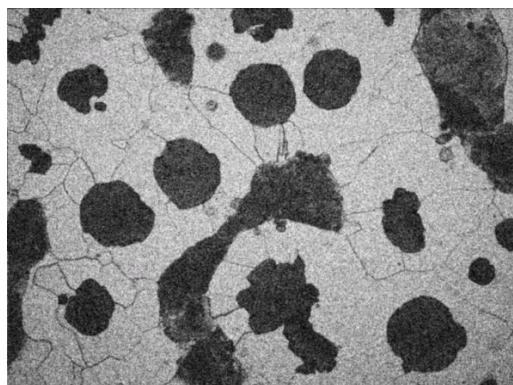


Рис. 1 а) Зашумлённое изображение, б) Обработанное изображение фильтром 3на3 в) Обработанное изображение фильтром 5на5

Пороговая фильтрация (бинаризации). Применение пороговой фильтрации к изображению градиента позволяет преобразовать его в бинарное изображение $B = (b_{ij})$, где пиксели $G = (g_{ij})$ выше заданного порога считаются структурными элементами, а пиксели ниже порога - фоном.

$$b_{ij} = \begin{cases} \text{если } g_{ij} \geq T, \text{ то } b_{ij} = 255(\text{белый}) - \text{структурный элемент,} \\ \text{если } g_{ij} < T, \text{ то } b_{ij} = 0(\text{чёрный}) - \text{фон,} \end{cases}$$

где T – пороговое значение.

Способы определения порогового значения приведены в [4].

Применение пороговой фильтрации позволяет упростить дальнейшую обработку изображения, такую как сегментация объектов или распознавание образов, поскольку она позволяет выделить только интересующие структуры на изображении. Пороговое значение T может быть выбрано в зависимости от конкретной задачи и требуемого уровня чувствительности к границам.

Ниже на рис.2 приведены фрагменты исходного и бинарного изображения в цифровом виде:

$$\begin{bmatrix} 5 & 8 & 10 & 8 & 5 \\ 4 & 7 & 9 & 6 & 3 \\ 1 & 1 & 5 & 1 & 1 \\ 2 & 4 & 7 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 4 & 2 & 4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 255 & 255 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 255 & 255 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Рис.2 а) Исходное изображение, б) Бинарное изображение

Для применения пороговой фильтрации к этому изображению, нам нужно задать пороговое значение T . Допустим, мы выберем порог равный 5. Тогда матрица после пороговой фильтрации будет выглядеть следующим образом:

Как видно из результатов, пиксели с яркостью выше порогового значения (5) были преобразованы в белый цвет (255), а пиксели с яркостью ниже порога - в черный цвет (0). Таким образом, мы получили бинарное изображение, в котором белые пиксели представляют структурные элементы (границы), а черные – фон рис. 3. Это бинарное изображение может быть использовано для дальнейшей обработки, такой как сегментация объектов или распознавание образов.

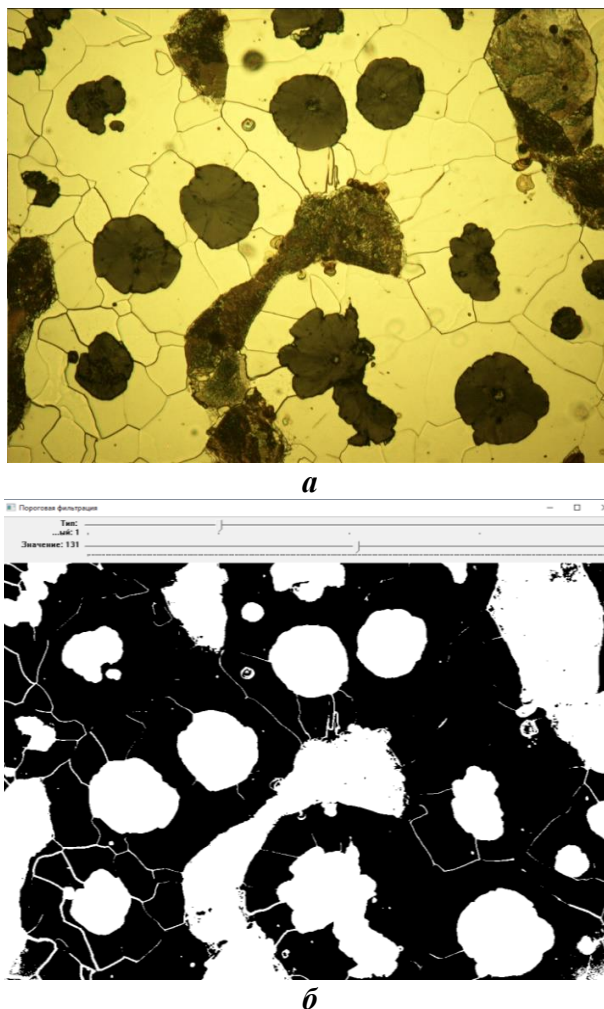


Рис. 3 а) Исходное изображение, б) Применение пороговой фильтрации

Заключение.

В ходе исследования были рассмотрены основные этапы цифровой обработки микроскопических снимков, включая предварительную обработку, выделение границ, устранение шума, а также бинаризация. Продемонстрировано, что использование современных методов обработки изображения, может значительно улучшить автоматизацию обработки, сократить время и процесс анализа микроструктуры чугуна необходимое для получения результатов на основе микроскопических снимков. Результаты данной работы показывает её потенциал для применения в области металлургии, материаловедения и производства.

Литература.

1. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. - 168.
2. Samandarov I.R., Manshurov Sh.T., Dushatov N.T., Miratoyev Z.M. Image processing in C++ using the OpenCV library. THE UNIVERSE. Technical sciences. No.5 (110), May, 2023.
3. Bulanova Yu.A., Sadykov S.S., Samandarov I.R., Malikov M.N., Manshurov Sh.T. Research on the choice of algorithms for recognizing neoplasms on mammograms. Zibaldone. Estudios Italianos. - Vol.X, Issue 2 (2023): 502-511.
4. [OpenCV: Image Thresholding](#)