

УДК 004.932.2

Гай В.Е., Жизняков А.Л.

МНОГОМАСШТАБНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ БАЛЛА ЗЕРНА СТАЛИ

В работе предложен алгоритм, позволяющий автоматизировать оценку балла зерна стали. Предлагаемый алгоритм основан на многомасштабном подходе к обработке и анализу изображений. Применение алгоритма позволяет повысить точность оценки балла зерна и снизить временные затраты на решение указанной задачи.

In this work, an algorithm to automate evaluation size of steel grain. Supposed algorithm based on multiscale approach to image processing and analysis. The algorithm using allows to increase accuracy and to decrease time cost to solve specified task.

Ключевые слова: обработка изображений, многомасштабный подход, балл зерна.

Введение

Одной из главных задач машиностроительного производства является обеспечение качества выпускаемой продукции. Целью контроля качества является проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям. На машиностроительных предприятиях для решения указанной задачи, обычно, организованы: отдел технического контроля и центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ). В состав ЦЗЛ входят различные лаборатории, сотрудники которых выполняют контроль качества продукции на основе методов, описанных в ГОСТах и технических условиях. Одним из таких методов является металлографический метод контроля, который используется для обнаружения и исследования состояния и изменения структуры металлов, микро- и макродефектов производственно-технологического и эксплуатационного происхождения.

1. Постановка задачи

Оценка значения некоторого параметра структуры металла, в большинстве случаев, производится путём сравнения изображения микроструктуры металла с эталонной шкалой, приведённой в ГОСТе [1]. Существуют также и другие методы оценки параметров структуры металла. Например, метод визуального подсчёта используется для оценки размеров зёрен, точечный метод - при оценке доли фазы в многофазной системе и т.д. [1]. Существенными не-

достатками визуальной оценки параметров структуры металла являются:

1) Высокая степень субъективности полученных результатов. Это обусловлено изменчивостью ощущений как у разных операторов, так и у одного и того же оператора.

2) Низкая точность и недостаточная воспроизводимость результата.

3) Значительные временные затраты на выполнение визуальной оценки. Так, на основе метода визуального подсчёта для оценки размеров 500 микрочастиц затрачивается около 45 минут [1].

Одной из задач, которая решается на основе металлографического метода является оценка балла зерна. Контроль величины зерна выполняют, в тех случаях, когда величина зерна в значительной степени влияет на свойства металла. Для выявления и определения величины зерна при контроле качества сталей используют методы, описанные в ГОСТ 5639-82 [2]. В настоящей работе для автоматизации оценки балла зерна предлагается использовать методы цифровой обработки изображений. Предполагается что, использование указанных методов позволит более эффективно решать задачу оценки балла зерна.

2. Алгоритм оценки балла зерна

Изображение микроструктуры стали, подготовленное для оценки балла зерна, содержит:

1) Светлые области, соответствующие зёрнам металла.

2) Тёмные области, соответствующие границам зёрен металла, особенностям поверхности шлифа, полученным в результате подготовки шлифа, а также другим структурным составляющим металла.

Исходя из описанной структуры изображения, алгоритм определения балла зерна состоит в следующем:

1) Улучшить изображение. Улучшение изображения состоит в выравнивании контраста, нормализации яркости, а также снижении уровня искажений (шума), которые могут возникнуть в процессе регистрации и передачи изображения микроструктуры.

2) Сегментировать изображение микроструктуры металла. Сегментация заключается в выделении на изображении областей, которые относятся к зёрнам металла, а также областей, относящихся к границам зёрен металла. В ряде случаев после сегментации необходимо выполнить связывание объектов, относящихся к границам зёрен для формирования связных областей.

3) Удалить зёрна, которые касаются краёв изображения. Такие зёрна полностью не видны, следовательно, их истинные размеры не могут быть найдены.

4) Вычислить площади зерен.

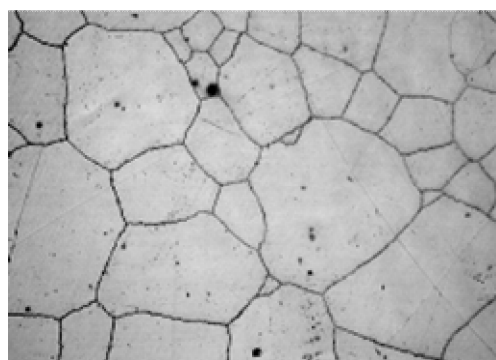
Результатом работы алгоритма является гистограмма распределения размеров зёрен по баллам. Обычно, изображение микроструктуры металла, используемое для оценки балла зерна, состоит из областей приблизительно однородных по яркости. Вследствие этого, для математического описания изображения предлагается использовать адаптивную модель многомасштабного марковского случайного поля [3]. Для улучшения изображения используются методы, рассмотренные в [4]. Для выполнения сегментации используется алгоритм, рассмотренный в [5]. Использование многомасштабного подхода позволяет:

1) Повысить точность работы алгоритма сегментации, а, следовательно, и точность выделения границ зёрен.

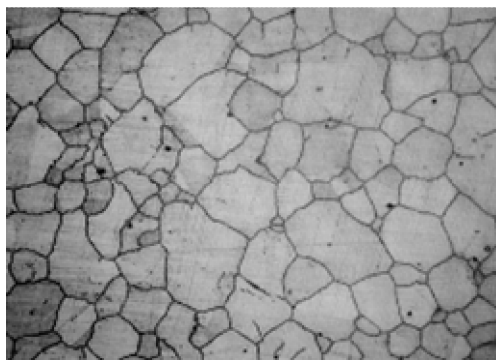
2) Снизить влияние шума, искажающего исходное изображение.

3. Экспериментальные результаты

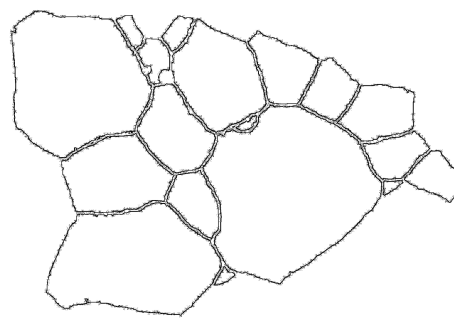
На рис.1а, в показаны изображения микроструктуры сплава ЭИ437БУВД при увеличении 100. Размер каждого изображения составляет 1024*768 отсчётов (1 отсчёт изображения соответствует 0,521 мкм).



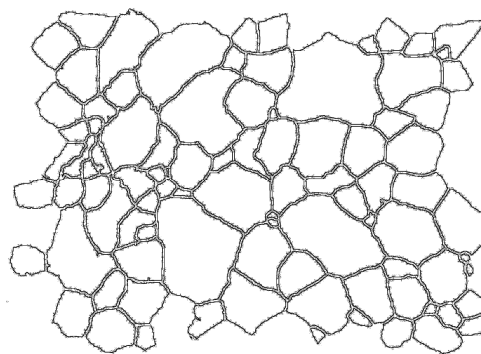
а)



б)



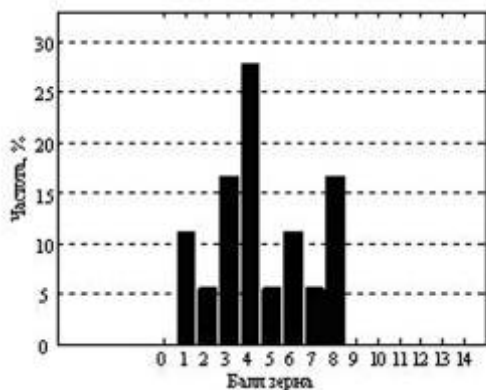
г)



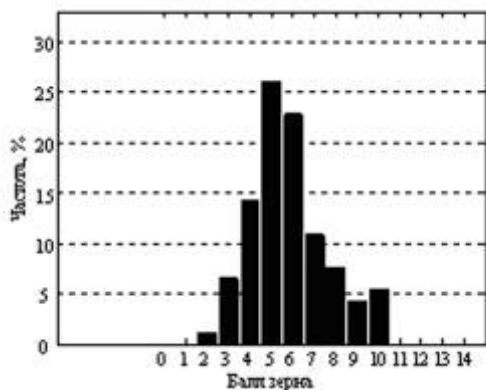
д)

Рис.1. Изображение микроструктуры сплава: а, в – исходное изображение; б, г – результат выделения зёрен

На рис.2 показаны результаты вычисления размеров зерна.



а)



б)

Рис.2. Оценка размеров зёрен для изображения: а – рис.1а; б – рис.1в

Методом сравнения с эталоном получено, что на изображении рис.1в находятся зёрна 2, 3 и 4 баллов, а на изображении рис.1а: 1 и 2-го баллов.

Заключение

Оперативное решение задачи контроля качества является важным для машиностроительного предприятия. В настоящей работе предлагается алгоритм, позволяющий автоматизировать процесс оценки балла зерна стали. Пре-

имущество предложенного алгоритма по сравнению с существующими заключается в использовании для представления и математического описания изображения многомасштабного подхода, что позволяет:

- 1) Повысить точность оценки балла зерна.
- 2) Снизить временные затраты на выполнение оценки балла зерна (время оценки размеров 500 частиц составляет 3 минуты).

Необходимо отметить, что предложенный подход определения балла зерна, на основе методов цифровой обработки изображений, может быть использован при автоматизации других задач оценки параметров структуры металла.

Список используемой литературы

1. Цивирко Э.И. и др. Комплексный контроль качества конструкционной стали. Киев: Техника, 1986. 126 с.
2. ГОСТ 5639-82. Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна. Взамен ГОСТ 5639-79. М.: Издательство стандартов, 1983. 21 с.
3. Гай В.Е. Об одном подходе к сегментации изображений // Искусственный интеллект. 2007. №4. С. 264-271.
4. Вудс Р., Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
5. Жизняков А.Л., Гай В.Е. Сегментация изображений на базе использования адаптивной локальной области // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2008. №1. С. 16-21.

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, Муром, Россия.

Подписано в печать 20.05.08.