

## ПРОГРАММНАЯ ОЦЕНКА УГАРА И ЛИКВАЦИИ СВИНЦА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СВИНЦОВИСТЫХ БРОНЗ

Дроздов Ю.Ю.

Томский политехнический университет  
yud@tpu.ru

Количественная оценка параметров структуры материалов является одной из задач в исследовательских работах по определению влияния технологических факторов и различных видов обработки материалов. Такая оценка может быть проведена как для видимой плоскостной микроструктуры, так и для пространственного строения [1].

Наибольшей трудоемкостью в оценках структуры является первичный замер геометрических параметров структурных составляющих. Ранее, до появления ПЭВМ, существовали дорогостоящие установки типа EPIQUANT для автоматического структурного анализа. С развитием цифровой техники появилась возможность проводить исследование с гораздо большей производительностью и меньшими затратами на оборудование.

В настоящей работе предлагается программный продукт для автоматического структурного анализа, позволяющий использовать ПЭВМ, цифровой фотоаппарат (или сканер) и микроскоп

В цифровом виде исследуемое изображение представляется в виде большого количества точек – пикселей, расположенных последовательно в виде горизонтальных цепочек. Непосредственно файл содержит коды цветов пикселей, а их координаты получаются автоматически. Программа извлекает коды цветов, сравнивает с заданными пользователем значениями и, в зависимости от результата, добавляет к банку данных белой, либо черной фазы. Так собирается информация о количестве черной и белой фазы, процент серой фазы вычисляется как остаток. Гистограмма же белой или черной фазы получается путем линейного поиска одноцветных цепочек пикселей, с вычислением их длины и последующей сортировкой по размерам. Сканирование изображения ведется в горизонтальном направлении большое число раз (порядка нескольких сотен), а количество точек для белой и черной фазы (порядка нескольких десятков тысяч точек) сортируется и суммируется.

Интерфейс программы (рис. 1) представлен окном выбора каталогов, списком файлов, полями вывода результатов обработки, линейками задания уровня сигнала для белой и черной фазы и т. д. Программа имеет ряд настроек, которые, например, позволяют строить гистограмму по белой или черной фазе, изменять уровень интенсивности сигнала, задавать коэффициент увеличения изображения.

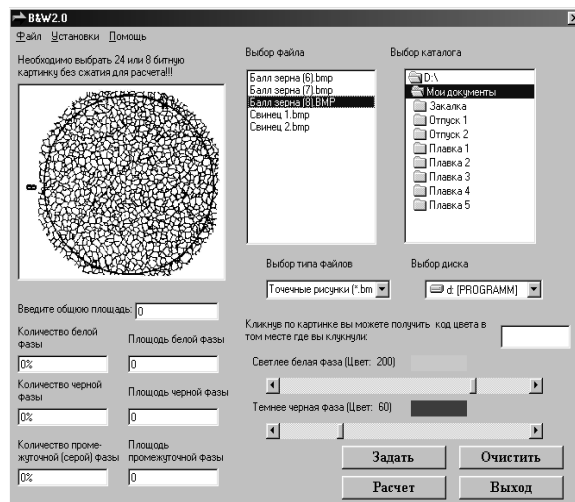


Рис. 1 Интерфейс программы

Для практического проведения компьютерного анализа структуры выполняется следующий порядок действий:

1. Подготовка микроструктуры для фотографирования.
2. Съемка микроструктуры цифровым фотоаппаратом или сканирование с готовой фотографии.
3. Запись цифровой информации о структуре на винчестер ПЭВМ
4. Настройка программы для расчета соответствующих структурных составляющих и проведение структурного анализа

Результаты структурного анализа выводятся как в текстовый файл, так и в файл Excel для дальнейшей обработки пользователем.

К достоинствам предлагаемого программного продукта можно отнести его относительную дешевизну и простоту (программа русскоязычна и имеет подробную документацию). Из недостатков следует упомянуть зависимость точности получаемых результатов от качества (контрастности) получаемых изображений. Хотя с помощью некоторых программ работы с графикой (Adobe Photoshop, Corel Draw и т.д.) можно получить необходимый уровень контрастности.

В качестве примера, в таблице приведены результаты структурного анализа литого инструментального сплава железа с углеродом и ванадием, микроструктура которого приведена на рис.2

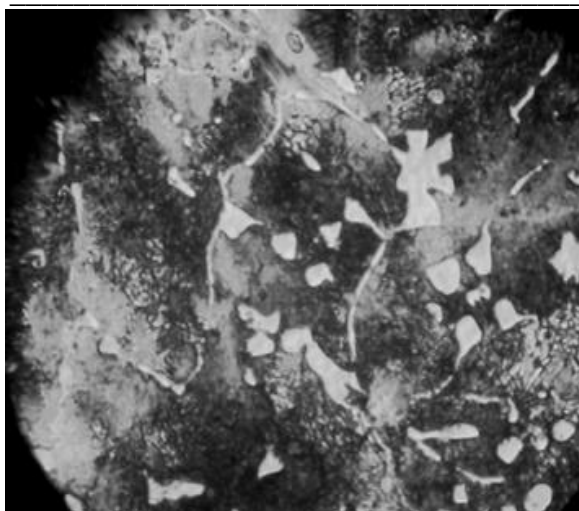


Рис.2. Микроструктура литого сплава.

Таблица 1. Результаты анализа структуры

Белая фаза (карбидная)-	14%
Черная матрица -	46%
Серая матрица -	40%
Средний размер карбидов	1,37 мкм
Дисперсия	0,09
Коэффициент вариации	0,02
Интервал (мкм)	Количество частиц в интервале
0 - 1 (1)	4968
1 - 2 (2)	1495
2 - 3 (3)	649
3 - 4 (4)	357
4 - 5 (5)	272
5 - 6 (6)	205
6 - 7 (7)	100
7 - 8 (8)	43
8 - 9 (9)	15
9 - 10 (10)	13

Время проведения анализа структуры, приведенной на рис.2, составило 35 сек.

#### Литература

1. Мартюшев Н.В. Опыт внедрения информационных технологий при обучении студентов на кафедре материаловедения и технологии металлов ТПУ // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 6-1. С. 39-43.  
2. Мартюшев Н.В. Использование сетевых информационных технологий в учебном процессе // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 6-3. С. 596-600.

3. Мартюшев Н.В. Разрушение отливок из бинарных свинцовистых бронз // *Народное хозяйство. Вопросы инновационного развития*. 2012. № 1. С. 225-229.  
4. Мельников А.Г., Некрасова Т.В., Мартюшев Н.В. Технология создания и повышения эксплуатационных свойств керамического нанокompозитного материала *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2011. Т. 54. № 11 (3). С. 233-237.  
5. Мартюшев Н.В. Фазовый состав бронзы брос10-10 при различных скоростях охлаждения отливок и его влияние на механические свойства // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2011. Т. 54. № 11 (3). С. 225-228.  
6. Мартюшев Н.В., Петренко Ю.Н., Петренко С.А. Дефекты центробежнолитых бронзовых заготовок для уплотнительных колец насосов и компрессоров химической промышленности и способы их устранения // *Цветные металлы*. 2012. № 1. С. 79-81.  
7. Мартюшев Н.В. Легирование поверхности отливок с помощью обмазок литейной формы // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. 2008. № 3. С. 19-23.  
8. Мартюшев Н.В., Егоров Ю.П. Потери легкоплавкой фазы при выплавке и затвердевании свинцовистых бронз // *Литейное производство*. 2008. № 5. С. 10-11.  
9. Ивашутенко А.С., Видяев И.Г., Мартюшев Н.В. Алгоритм оценки ресурсоэффективности систем в литейном производстве // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 5. С. 68.  
10. Видяев И.Г., Ивашутенко А.С., Мартюшев Н.В. Основные показатели оценки эффективности использования ресурсов литейного производства // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 5. С. 403.  
11. Мартюшев Н.В. Триботехнические свойства свинцовосодержащих бронз // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2012. Т. 55. № 5-2. С. 201-204.  
12. Мартюшев Н.В., Петренко Ю.Н., Петренко С.А. Параметры дендритной структуры заготовок сегментных колец компрессоров ядерной промышленности // *Цветные металлы*. 2012. № 10. С. 100-103.  
13. Мартюшев Н.В., Мельников А.Г., Веселов С.В., Терентьев Д.С., Семенов И.В. Режимы активации порошков меди и оксида алюминия в шаровой мельнице // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. 2012. № 3. С. 103-106.