



In the article there are described the possibilities of the program Autoscan Objects, intended for stereological analysis of the structured components of different materials. The principles of program creation and carrying out of analysis are shown. There is offered the program Autoscan Areas, intended for measurements of the surfaces, engaged by different phases, and also porosity of the examined materials.

*М. Н. КОВАЛЕНКО, Белорусский государственный университет,
В. Л. КОНЦЕВОЙ, В. М. МИРОНЧИК, НИИ ПФП им. А.Н. Севченко,
Л. В. МАРКОВА, Т. В. ГАМЗЕЛЕВА, НИИ порошковой металлургии*

УДК 620.1.08

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ В МЕТАЛЛОГРАФИИ

Задачей металлографии является установление взаимосвязи между качественными и количественными характеристиками структуры, с одной стороны, и физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами металлических материалов, с другой.

В прошлом металлография была главным образом качественным методом, весьма полезным при выявлении причин наблюдающихся различий в свойствах материалов. За последнее время наметились значительные изменения в подходе к металлографическим исследованиям. Это связано с пониманием того, что свойства технических сплавов зависят не только от качественных особенностей микроструктуры, но также и от ее количественных характеристик. Гензамером было показано наличие связи между механическими свойствами перлитных сталей и межпластиночным расстоянием. Также установлена зависимость свойств отпущенных мартенситных сталей от среднего расстояния между карбидными частицами. Такого рода работы способствовали прогрессу количественной металлографии. Признание правильности соотношения Холла–Петча, связывающего предел текучести с размером зерна металлов и сплавов, привело к тому, что определение размеров зерен стало существенной частью исследований механических свойств. Методы количественной металлографии в настоящее время интенсивно развиваются.

С появлением ПЗС видеокамер стало возможным достаточно быстро получить цифровой снимок поверхности и обработать его на компьютере (до этого все расчеты проводили вручную с использованием таблиц и сеток). В мире существуют специализированные цифровые микроскопы, предназначенные для этих целей. При всех своих достоинствах данные микроскопы обладают вполне естественным недостатком – высокой стоимо-

стью. В нынешних условиях большинство предприятий республики просто не могут себе позволить такую покупку. Выходом из этого положения может быть оснащение уже имеющегося на предприятии микроскопа видеокамерой или цифровым фотоаппаратом. Оснащение видеокамерой имеет свои особенности для каждой конкретной модели микроскопа при изготовлении специальных адаптеров, которые могут содержать различные дополнительные оптические элементы. ЗАО «Спектроскопические системы» разработан целый ряд таких адаптеров для отечественных микроскопов. Таким образом, отпадает необходимость покупки нового цифрового микроскопа, а все решается модернизацией уже имеющегося. Естественно, ввод изображения в компьютер возможен только при наличии видеоплаты с низкочастотным видеовходом. Кроме того, наличие цифрового микроскопа не позволяет проводить компьютерную обработку полученного изображения. Требуется специальное программное обеспечение. Существует достаточное количество программных продуктов для анализа изображений как зарубежного (например, Image-Pro фирмы Media Cybernetics), так и российского производства (СИАМС, Видеотест). При всех своих достоинствах данные системы обладают и некоторыми недостатками – высокой ценой, усложненным интерфейсом и, следовательно, сложностью в освоении.

ЗАО «Спектроскопические системы» и НИИ ПФП им. А.Н.Севченко Белгосуниверситета при участии НИИ порошковой металлургии разработан современный программный пакет для анализа изображений – Autoscan. Данный пакет является развитием созданной ранее программной системы Autoscan Image Processor и обладает рядом существенных преимуществ. В настоящий момент в его

состав входят две программы: Autoscan Objects и Autoscan Areas.

Autoscan Objects предназначен для стереологического анализа структурных составляющих исследуемых материалов, таких, как определение величины зерна стали и сплавов, процентного содержания различных фаз, гранулометрического состава порошков. Autoscan Objects используется в тех случаях, когда необходимо измерить размеры и форму объектов изображения, получить различные статистические параметры по измеренным характеристикам, построить гистограммы распределения по различным параметрам.

Принцип работы Autoscan Objects основан на выделении объектов анализа по пороговому значению интенсивности. После задания порогового значения происходит оцифровка контура изображения объекта и для каждого такого контура рассчитываются следующие параметры: площадь, площадь поля, детектируемая площадь, периметр, фактор формы, ориентация, длина, ширина, удлинение, горизонтальная проекция, верти-

кальная проекция, средний габарит, эквивалентный диаметр, средняя яркость, частая яркость, горизонтальный и вертикальный диаметр Мартина, минимальный и максимальный радиусы, округлость, деформация, компактность, заполненность, средние и частые цветовые составляющие.

По любому из этих параметров возможно получение статистических данных, таких, как среднее арифметическое, геометрическое, гармоническое, дисперсия выборки, среднеквадратичное отклонение выборки, среднеквадратичное отклонение от среднего, дисперсия совокупности, среднеквадратичное отклонение совокупности, относительная ошибка, асимметрия, эксцесс, минимальное значение, максимальное значение, сумма значений параметра.

Загрузка изображения Autoscan Object Detector происходит либо из уже существующего графического файла (*.bmp, *.jpg, *.im), либо при помощи видеокамеры. Различные методы захвата изображения позволяют работать практически с любыми платами видеозахвата (рис. 1).

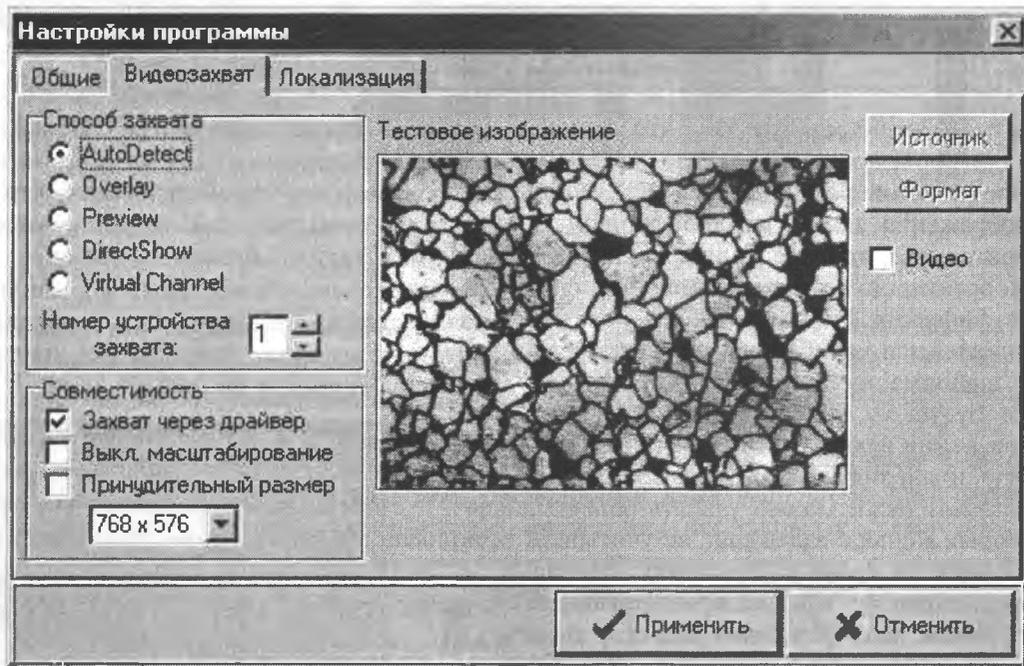


Рис. 1. Настройка режимов видеозахвата

Работа с Autoscan Objects очень проста и доступна даже неподготовленному пользователю. При соответствующей настройке программы для проведения полного анализа с выводом отчета на печать достаточно нажать всего три кнопки. После загрузки изображения необходимо задать порог обработки. Данная операция осуществляется перемещением ползунка и позволяет задавать порог как сверху, так и снизу в пределах шкалы серого (0-255). После задания порога происходит оцифровка выделенных объектов. В Autoscan Objects

существуют три метода оцифровки выделенных объектов, выбор каждого из которых зависит от типа решаемой задачи. Объекты на изображении могут выделяться как прозрачной штриховкой, так и цветом в зависимости от выбранного разбиения на классы. Разбиение на классы возможно по любому из параметров. Последующая окраска по принадлежности объекта к какому-либо классу позволяет визуально оценивать фазовый состав или распределение по выбранному параметру (рис. 2). Количество классов разбиения

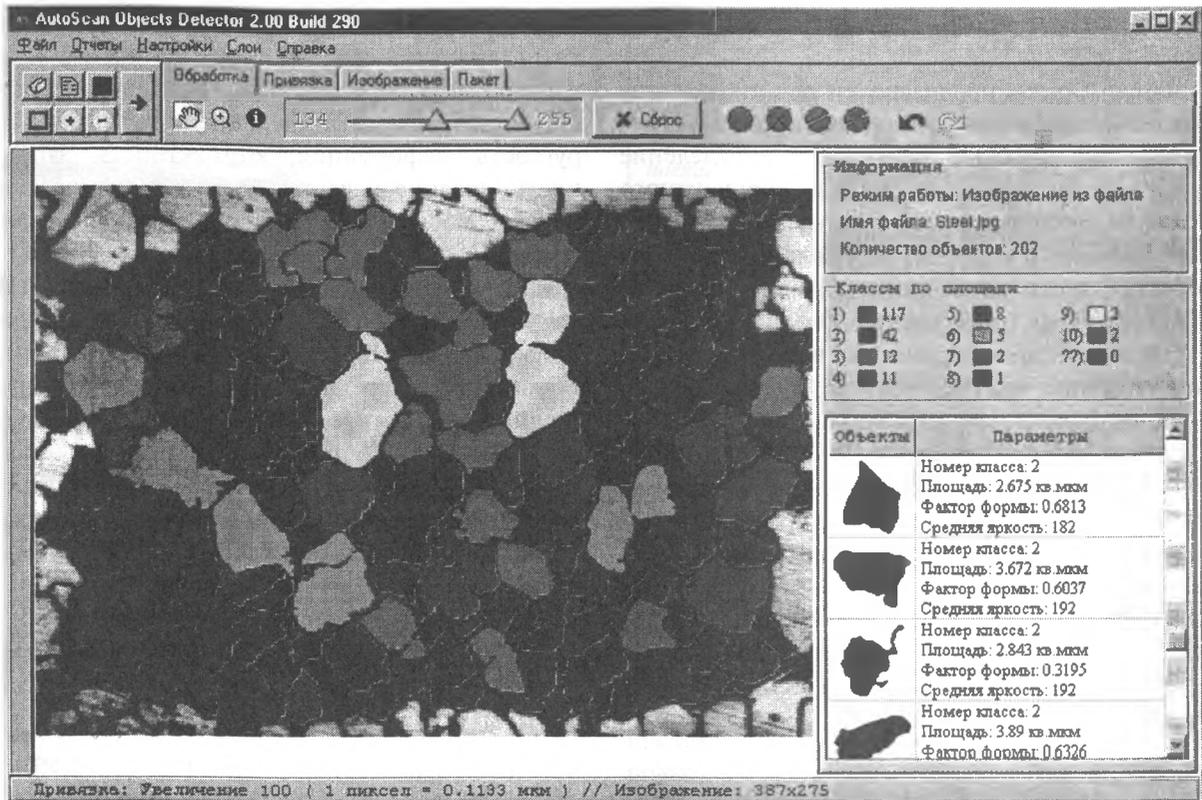


Рис. 2. Разбиение объектов на классы по параметру "Площадь"

регулируемо и может достигать 30, что вполне достаточно для проведения анализа по любой из методик, определяемой различными ГОСТ. Если качество изображения по каким-либо причинам неудовлетворительное, то перед оцифровкой возможна его корректировка путем применения специальных графических фильтров. Перед началом измерений проводится калибровка (их может быть несколько), информацию о которых можно использовать в будущем.

Для исправления неточностей оцифровки возможно ручное и автоматическое редактирование объектов. Автоматически можно удалять объекты, площадь которых меньше заданной, не учитывать объекты, лежащие на краях изображения, исключать из рассмотрения неклассифицированные объекты. В ручном режиме можно редактировать форму объекта, разделять слившиеся объекты, удалять ненужные и создавать новые.

Получение точных статистических данных невозможно без использования в расчетах достаточного количества объектов. Обычно одного снимка при этом недостаточно. Для того чтобы осуществить возможность обработки набора изображений, в программе предусмотрен режим пакетной обработки, который дает возможность обрабатывать сразу большое количество изображений и рассчитывать параметры и статистику по всей совокупности объектов на них. Причем этот пакет изображений может формироваться как сразу, при захвате с видеокамеры, так и при использовании набора ранее созданных изображений на

жестком диске компьютера. Обработка пакета может происходить как в автоматическом (с использованием параметров оцифровки для первого изображения), так и в полуавтоматическом режиме. Таким образом, в течение нескольких секунд можно обрабатывать достаточно большое количество изображений. При необходимости возможно получение информации по каждому из объектов прямо в программе (рис. 3).

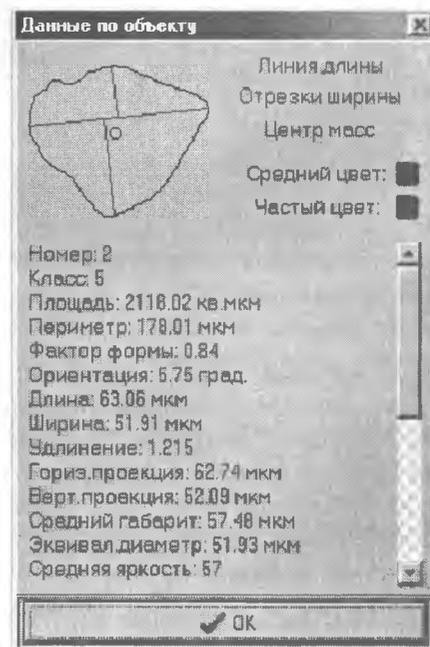


Рис. 3. Информация об объекте

Естественно, после проведения анализа необходимо создание отчета по проведенным измерениям. В Autoscan Objects введена гибкая и настраиваемая система отчетов, позволяющая создавать отчеты абсолютно произвольной формы. При помощи специальных тегов можно создать уни-

версальный шаблон отчета, включающий в себя всю необходимую информацию (таблицы, гистограммы, изображения). Таких отчетов может быть любое количество, они сохраняются и могут быть использованы в дальнейшем. Пример отчета показан на рис. 4.

Дата: 17.04.2002

Текущая привязка: Увеличение 100 (1 пиксел = 0.1133 мкм)

Общее количество протектированных объектов : 11

Количество классифицированных объектов : n=11

Классифицированные объекты:

Распределение объектов при разбивке на классы так, как это происходит в программе

Площадь

Класс	Количество	Интервал, м.э.м	Доля по колич.	Доля по массе
1	2	[31-36.1)	18.18%	12.64%
2	2	[36.1-41.19)	18.18%	15.75%
3	3	[41.19-46.28)	27.27%	25.07%
4	1	[46.28-51.37)	9.09%	9.19%
5	2	[51.37-56.46)	18.18%	21.29%
6	0	[56.46-61.55)	0.00%	0.00%
7	0	[61.55-66.64)	0.00%	0.00%
8	0	[66.64-71.73)	0.00%	0.00%
9	0	[71.73-76.82)	0.00%	0.00%
10	1	[76.82-81.91)	9.09%	16.06%

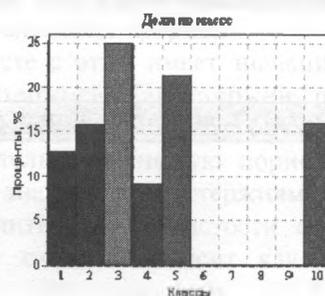
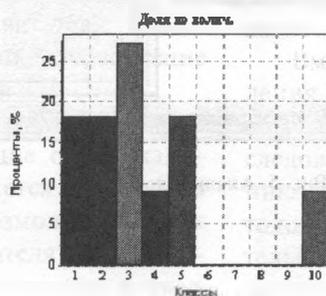


Рис. 4. Пример отчета

Autoscan Areas предназначен для измерения площадей различных фаз и процента пористости на изображении, позволяет производить ручное выделение требуемых зон по их яркостным и цветовым характеристикам с одновременным автоматическим вычислением их площадей.

Текущая версия программы имеет следующие возможности:

- захват изображений через плату видеозахвата с внешнего источника (видеокамеры) или загрузка уже существующих графических файлов;
- предварительная обработка изображения при помощи последовательности графических фильтров;
- визуальное пороговое выделение до 20 различных яркостно-цветовых зон (классов) на изображении;
- автоматическое вычисление площадей зон и их процента от общей обрабатываемой площади;

- формирование произвольно настраиваемых отчетов в RTF-формате, которые могут содержать изображения, форматированный текст, таблицы, гистограммы и др.;

- встроенный в программу и отчеты Бейсик-подобный язык AutoScript, предназначенный для проведения несложных расчетов либо для создания автоматизированных отчетов для работы с различными методиками;

- полная поддержка и удобная работа с пакетами изображений с возможностью пошаговой либо автоматической обработки по заданным настройкам.

Общий вид окна программы показан на рис. 5.

Использование цифрового микроскопа совместно с программным комплексом Autoscan позволит сократить число занятого на данных задачах персонала, ускорить и повысить качество проводимых анализов, освободит от рутинных и монотонных операций.

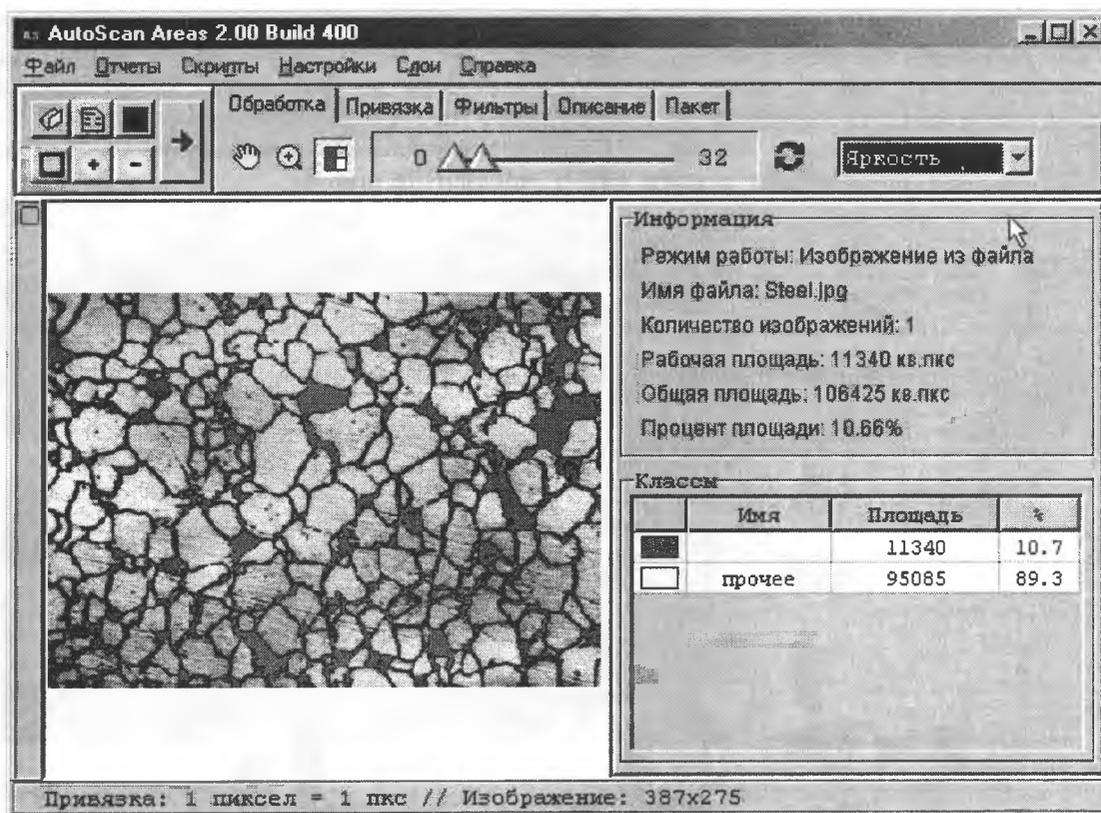


Рис. 5. Анализ площадей