

№ 621

МИСиС

Ю.А. Крупин
В.Г. Сухова

Компьютерная металлография

Лабораторный практикум

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

№ 621

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ
И СПЛАВОВ

МИСиС



Кафедра металловедения и физики прочности

Ю.А. Крупин

В.Г. Сухова

Компьютерная металлография

Лабораторный практикум

Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению Металлургия

УДК 620.18:004.9
К84

Рецензент
канд. физ.-мат. наук, доц. *В.Л. Столяров*

Крупин Ю.А., Сухова В.Г.
К84 Компьютерная металлография: Лаб. практикум. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. – 87 с.

Лабораторный практикум предназначен для изучения методов обработки двумерных изображений макро- и микроструктур и трехмерных поверхностей (изломов, трения, спекания и т.д.). Используемые пакеты программ **ImageExpert Pro 2** и **ImageExpert Pro 3** выполнены как 32-битное приложение ОС Windows, работающее под управлением ОС Windows 9x/NT/2000/XP и полностью совместимое с другими приложениям ОС Windows.

Практикум базируется на сочетании двух областей знаний: металлографии и компьютерной графики. В процессе выполнения работ, студенты приобретут инструментальные и профессиональные компетенции анализа структур средствами современных информационных технологий как для научных исследований, так и в практике массовой оценки качества материалов по структуре на производстве в соответствии с требованиями стандартов.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлениям «Физика» – в бакалавриате, «Прикладная информатика» и «Физика металлов» – в специалитете, «Металлургия» – в магистратуре.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Часть 1. Приобретение навыков работы с изображениями в программе ImageExpert Pro 2	11
Лабораторная работа 1. Работа с изображениями в программе ImageExpert Pro 2	12
Лабораторная работа 2. Приемы редактирования изображения	19
Лабораторная работа 3. Методы обработки и анализа изображений	26
Лабораторная работа 4. Методы фильтрации изображений	34
Лабораторная работа 5. Набор инструментов для получения количественной информации	41
Лабораторная работа 6. Статистическая обработка результатов измерений и подготовка отчета	47
Лабораторная работа 7. Групповая обработка изображений по схеме	51
Часть 2. Работа с российскими и зарубежными стандартами в программе ImageExpert Pro 3	55
Лабораторная работа 8. Работа с изображениями в программе ImageExpert Pro 3	56
Лабораторная работа 9. Обработка изображений чугуна и анализ графитовых включений в соответствии со стандартом ASTM A-536 (Graphite)	69
Лабораторная работа 10. Анализ неметаллических включений в соответствии с ГОСТ 1778–70	74
Лабораторная работа 11. Обработка изображений зеренной структуры и определение балла зерна в соответствии с ГОСТ 5639–82	78
Библиографический список	86

Введение

Система анализа изображений

Развитие вычислительной техники и аппаратуры сбора данных позволило перейти от визуальной оценки наблюдаемой в микроскоп картинке к количественным методам анализа структур. Компьютерная обработка предоставляет возможность объективного измерения качества материалов, что в итоге повышает конкурентоспособность конечной продукции.

Система анализа изображений составлена из компонентов, уже имеющихся практически в любой лаборатории и требующих минимальных затрат на их сопряжение. Типичная система анализа изображений состоит из микроскопа, цифровой видеокамеры, компьютера с видеовходом и специального программного обеспечения для захвата и анализа полученных изображений.

Выбор микроскопа определяется в первую очередь типом решаемых задач. Для металлографии необходим отражающий микроскоп, а для медицины и биологии – просвечивающий. При этом для металлографических задач наиболее удобен инвертированный микроскоп: при нижнем расположении объектива нет ограничений на высоту образца, и достаточно подготовить только одну рабочую поверхность. Если микроскоп не имеет порта для подключения видеокамеры, понадобится переходник для установки камеры на место окуляра.

Для получения изображений могут быть использованы цифровая видеокамера или цифровой фотоаппарат. Принципиальное различие в том, что цифровой фотоаппарат всегда поставляется со встроенной оптикой и предназначен для сохранения одиночных кадров большого разрешения (до 12 мегапикселей (миллионов точек) в настоящее время), а цифровая ССD-видеокамера служит для получения потокового видео относительно небольшого разрешения (0,5 мегапикселей). Большое разрешение важно для качества печати и получения фотографий мелкодисперсных структур без эффекта Муара, но оно увеличивает время численного анализа, а картинка с разрешением более чем 2000×2000 точек физически может быть отображена не на всех мониторах один к одному, что затрудняет контроль. В цифровой фотокамере в мобильном варианте комплекса анализа изображений достаточно 2,0...1,3 мегапикселей. В ней должен быть без особого труда

извлекаться встроенный объектив для замены на адаптер камера-объектив. Она должна подключаться к портативному компьютеру через USB-интерфейс, питаться через этот порт, иметь TWAIN-драйвер для контроля, съемки и перекачки изображений непосредственно в программу анализа изображений.

Телекамера для системы анализа изображений оптимальна без встроенной оптики, с разрешением от 500 телевизионных линий, с возможностью отключения автоматики, наличием S-VHS видеоразъема для уменьшения перекрестных помех (цветные камеры), широким динамическим диапазоном электронного регулирования экспозиции.

Специальных требований к комплектации компьютера не накладывается, за исключением видеозахвата. Обычно бывает достаточно компьютера средней производительности.

В качестве видеовхода возможно использование одного из вариантов: устройства видеовхода, дополнительного к стандартному видеоадаптеру или видеоадаптера, совмещающего в себе помимо стандартных возможностей 2D и 3D графики также и возможности видеовхода и видеовыхода. Современный рынок позиционирует комбинированные устройства как класс DELUX, комбинируя видеовход с мощными и дорогими видеоадаптерами. Предпочтительнее использовать недорогие узкоспециализированные карты видеозахвата, обладающие такими же свойствами.

Телевизионная камера

Для работы платы видеозахвата с телевизионной камерой требуется корректно установить источник видеосигнала (Composite или S-Video в зависимости от типа камеры и платы захвата), телевизионный стандарт и размер кадра. Большинство цветных телекамер работает по стандарту PAL (Западная Европа), реже в стандартах NTSC (Северная Америка и Япония) или SECAM (Франция и Россия). Неправильный выбор стандарта может проявляться в отсутствии цвета или нарушении синхронизации изображения. Для наилучшего качества сохраняемых изображений целесообразно устанавливать разрешение при съёмке близкое к реальному разрешению камеры. Для стандарта PAL оно составляет 768×576 точек, при этом соотношение сторон кадра 4:3 обеспечивает минимум геометрических искажений.

При использовании видеокамер с аналоговым телевизионным выходом настоятельно рекомендуется использовать платы видеозахвата со стандартными WDM-драйверами, основанными на микросхемах серии BT878. В качестве примера можно привести модель EZ Capture от компаний-производителей AverMedia и FlyVideo.

Видеокамера

Неоспоримые преимущества цифровых видеокамер – возможность записи как видеопоследовательности, так и отдельных снимков, оптимальное для численного анализа разрешение и невысокая цена, объясняемая отсутствием ненужных приспособлений и аксессуаров, и, наконец, возможность их лёгкой инсталляции на любые микроскопы без какой-либо дополнительной оптики.

Современные цифровые видеокамеры оснащаются мощными встроенными цифровыми процессорами для обработки цветности, компенсации засветки, регулировки уровня белого и т.д. Видеопоток, принятый малолушмящими ПЗС-преобразователями и обработанный DSP-процессорами, кодируется в определённый стандарт видеосигнала (PAL или NTSC) и подаётся в компьютер для дальнейшего анализа.

Фотокамера

Главное преимущество цифровых фотокамер для систем анализа изображений – мобильность и энергонезависимость. Для сбора информации в цехе и на выезде существует возможность создания полностью мобильных систем анализа изображений, состоящих из портативного компьютера и цифрового фотоаппарата. Нет необходимости приобретать устройство видеоввода в компьютер, так как у всех современных фотокамер есть USB-кабель для быстрой перекачки изображений в компьютер.

Главное препятствие – трудность сопряжения цифровой фототехники с микроскопами. В старых микроскопах нет специальных портов, а у большинства цифровых фотокамер несменный объектив и нет резьбы для дополнительных фильтров. Необходим переходной тубус, качество оптики и точность настройки которого могут свести на нет все преимущества камеры и микроскопа, а применение кустарных адаптеров приводит к необходимости дополнительной настройки резкости изображения на экране компьютера.

Если на фотоаппарате не используется режим ручной фокусировки, то наиболее существенная с точки зрения пользователя проблема использования фотокамеры для анализа изображений – это невозможность начальной калибровки комплекса на весь период эксплуатации (как это делают в системах с телекамерами). В общем увеличение системы входит собственное увеличение фотоаппарата (ZOOM) – плавно варьируемое без фиксированных предустановок. При выключении аппарата или долгом бездействии объектив возвращается в исходное положение. Это означает, что калибровку комплекса придётся производить при каждом включении аппарата, равно как и при смене увеличения.

Поэтому целесообразнее при работе на микроскопе использовать теле- или видеокамеры, если их разрешения достаточно для получения фотографий.

Использование TWAIN устройств

Получать изображения можно также с различных устройств, поддерживающих технологию TWAIN. Это большинство настольных сканеров (что позволяет вводить изображения с печатных фотографий), большинство web-камер, некоторые цифровые зеркальные фотоаппараты (Canon EOS) и специализированные цифровые камеры (Leica DFC).

Минимальные требования к производительности компьютера

1. Разрешение видеосистемы – не ниже 1024×768 точек;
2. Глубина цвета – не ниже 16 бит на точку (режимы High / True Color);
3. Оперативная память – не менее 128 Мбайт (для ОС Windows 2000/XP не менее 256 Мбайт);
4. Процессор – AMD / Intel с частотой не менее 800 МГц;
5. Операционная система – не ниже Windows 98 SE;
6. Мультимедийная библиотека – DirectX не ниже версии 8.1;
7. Текстовый редактор – Microsoft Office Word версии 2000 или выше;
8. Наличие USB-порта;
9. Ёмкость жесткого диска от 40 Гб (определяется предполагаемым объёмом сохраняемой информации);
10. CD-R / RW привод.