



УДК 669.017

Поступила 30.05.2013

А. Г. АНИСОВИЧ, И. Н. РУМЯНЦЕВА, ФТИ НАН Беларуси

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКАНЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ МАКРОСТРУКТУРЫ

Рассмотрена возможность получения изображений макроструктуры металлов и неметаллических материалов с помощью сканера. Проведено сравнение качества изображений, получаемых при помощи сканера и цифрового фотоаппарата. Приведены примеры количественного анализа изображений макроструктуры.

The possibility of obtaining images of macrostructure of metals and nonmetallic materials by means of scanner is considered. Comparison of quality of the images received with the help of scanner and digital camera is carried out. Examples of the quantitative analysis of macrostructure images are given.

Одним из видов структурного анализа является макроструктурный анализ. По определению он предполагает анализ образца невооруженным глазом или с помощью лупы с использованием небольших увеличений. Как правило, объекты макроанализа – это зоны макроликвации, трещины, участки структуры в зоне сварки, крупная пористость и т. п. Изображение поверхности образца должно быть максимально информативным и позволять проводить не только качественный, но и количественный анализ. В некоторых случаях при фотографировании поверхности объектов имеются определенные проблемы.

С использованием металлографического микроскопа макроструктура может быть зафиксирована при небольших увеличениях порядка 5 или 10. Для крупных объектов использование даже таких увеличений неприемлемо; для получения кар-

тины макроструктуры по всей поверхности образца требуется получить изображение в уменьшенном масштабе. Для получения изображения макроструктуры применяется цифровой фотоаппарат в режиме «макросъемка». Снимки при этом зависят от умения оператора. Проблематичным является, в первую очередь, резкость изображения, тем более, что в практике встречаются совершенно различные случаи. Образцы отличаются цветом, формой, размерами, характером обработки поверхности, отражающей способностью и т. д. Поэтому каждый случай, если не уникальный, то особенный. Недостаток фотокамеры в том, что произвести фиксацию изображения возможно только с некоторого минимального расстояния. При увеличении изображения не всегда получается достаточная резкость. Более удобным и результативным для работ такого плана является съемка поверхно-

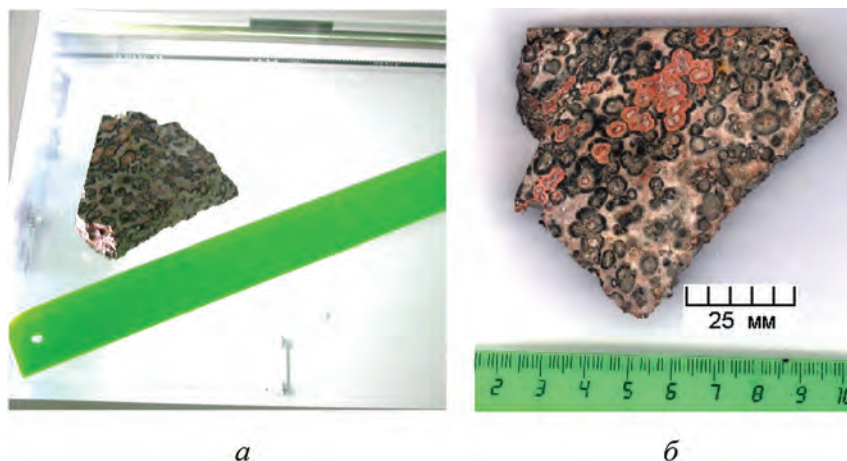


Рис. 1. Пример установки образца на стекло сканера (а) и калибровка изображения в программе IMAGE-SP (б)

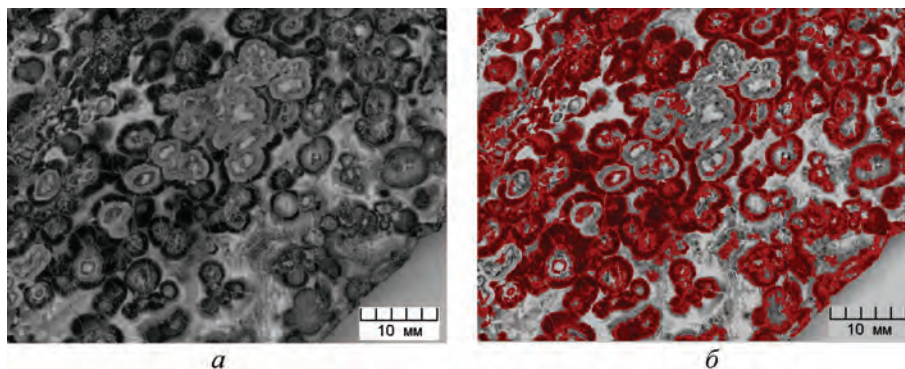


Рис. 2. Фрагмент калиброванного изображения рис. 1 (а); цветовая маска выделения объекта исследования в программе IMAGE SP (б)

сти образца или изделия через сканер. При использовании сканера резкость изображения гарантирована. Также хорошо выявляются различные зоны изображения, отличающиеся по цвету, структуре, отражающей способности. Цветопередача при сканировании изображения наилучшая.

В данной статье рассмотрены возможности получения изображений макроструктуры различных объектов сканированием. Использовали сканер WorkCentre PE120/120i в цветном режиме с разрешением 600 dpi в формате jpg, а также фотокамеру Nikon.

Для получения изображения макроструктуры образец ставили на стекло сканера (рис. 1, а) и производили сканирование в требуемом режиме (цветном или нет), с требуемой разрешающей способностью. Преимущество сканирования очевидно: получается изображение макроструктуры плоской поверхности, заведомо перпендикулярной лучам падающего света с одинаковой резкостью по полю; трудоемкость также снижается и изображение макроструктуры получается практически наверняка. Калибровка изображения не представляет проблем – можно рядом с объектом положить на стекло сканера линейку. Калибровка такого изображения представлена на рис. 1, б.

На рис. 2, а показан фрагмент откалиброванного изображения рис. 1, б с метрической линейкой, по которой можно определить размеры деталей

изображения (tiff. монохром. 8-бит). На рис. 2, б красным цветом выделена наиболее темная фаза структуры минерала. По площади, ею занимаемой, можно определить долю этой фазы в составе образца, а также другие требуемые параметры.

На рис. 3 представлено сравнение изображений огнеупорного материала, полученных сканированием и фотографированием. При сканировании получается изображение с хорошей резкостью в естественных цветах (рис. 3, а). При фотографировании фотокамерой неудовлетворительными являются как резкость, так и цвет (рис. 3, б). Повысить качество изображения можно при использовании штатива или повышением разрешения. Цвет определяется в наибольшей степени условиями освещения. Освещение при сканировании представляется в этом случае оптимальным.

Достаточно часто встречается задача оценки пористости образцов различных материалов. На рис. 4, а показана макроструктура поверхности образца губчатого титана. После сканирования произведена калибровка изображения и его обработка в программе IMAGE-SP (рис. 4, б). Различным цветом выделены поры в зависимости от величины их видимой площади: имеющие максимальную площадь – розовым, далее – зеленым, голубым и минимальную – желтым. В качестве примера количественного анализа на рис. 4, в приведено распределение наиболее крупных пор по площадям [1–3].

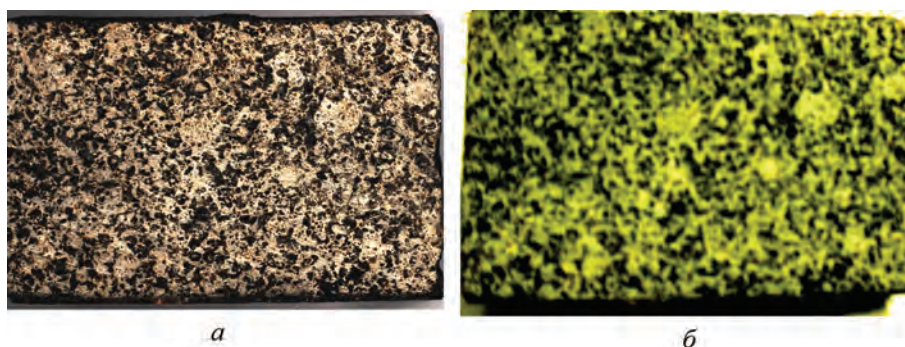


Рис. 3. Поверхность образцов огнеупорного материала: а – сканирование; б – съемка цифровой камерой «Nikon»

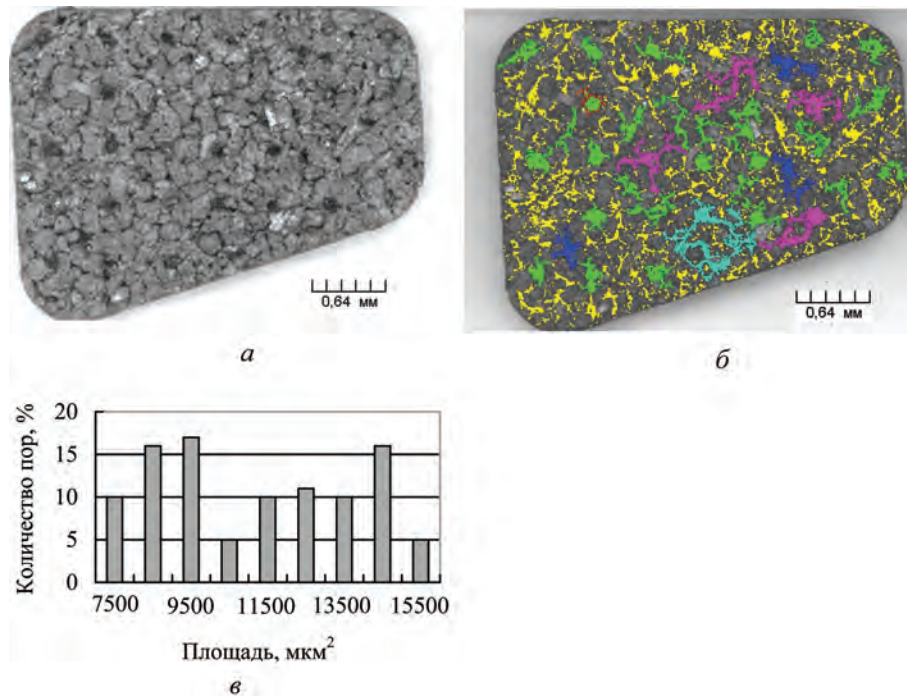


Рис. 4. Макроструктура образца губчатого титана, съемка сканером (а); маска после операции «обнаружение объектов» в программе IMAGE SP (б); распределение крупных пор по площадям (в)

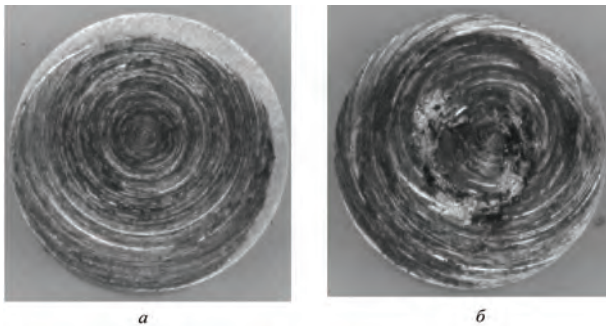


Рис. 5. Вид поверхности алюминиевых сплавов различного состава после испытаний на трение; сканирование

На рис. 5–10 показаны структуры поверхности различных объектов, полученные сканированием. В частности, образцы, поверхность трения которых представлена на рис. 5, имеют различное со-

держание легирующих элементов. По картине поверхности возможна качественная оценка процесса трения. При использовании сканирования возможно исследование изменения структуры крупнокристаллических образцов. На рис. 6, а представлена структура меди, полученной непрерывным литьем. Сканирование проведено с металлографического шлифа после травления. Размер зерна в исходном состоянии превосходит 1000 мкм, структура неоднородна по сечению. После термоциклической обработки (рис. 6, б) зерно измельчается до 30–50 мкм и практически устраняется неоднородность структуры. Изображение, полученное на металлографическом микроскопе с использованием цифрового фотоаппарата с адаптером, не дает полного представления об изменении структуры по сечению по причине крупного размера зерна (рис. 7).

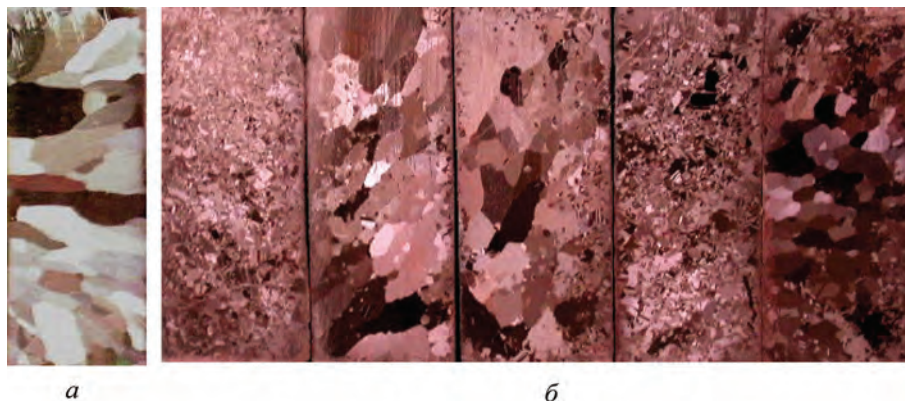


Рис. 6. Макроструктура литой меди, полученной по методу непрерывного литья (а) и после термоциклирования по различным режимам (б) [4]; сканирование

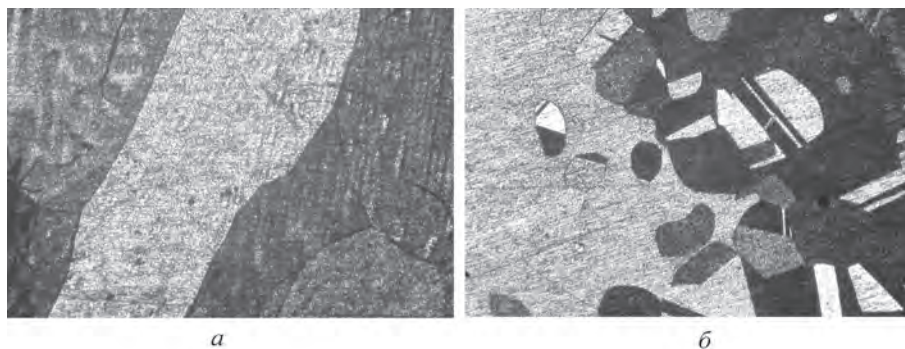


Рис. 7. Микроструктура меди в исходном состоянии (а) и после термоциклирования (б); металлографический микроскоп. $\times 100$

На рис. 8 показана разница при фотографировании крупных объектов: крышки масляного фильтра (диаметр порядка 100 мм), зафиксированные сканером (рис. 8, а) и фотоаппаратом (рис. 8, б). Сканирование дает возможность зафиксировать общий вид детали и фрагмент поперечного сечения (стрелка на рис. 8, а). На рис. 8, в дано изображение поперечного сечения с дефектом – трещиной в зоне скрутки (стрелка). Изображение, сделанное цифровым фотоаппаратом (рис. 8, б), имеет недостаточную резкость.

На рис. 9 приведен пример определения пористости образцов, полученных процессом СВС. Образцы имеют существенно различную плотность по высоте. При фотографировании поверхности

таких образцов на металлографическом микроскопе требуется большое количество кадров для получения статистически адекватного результата. Для изображений, полученных сканированием, возможна количественная обработка всей площади изображений и расчет необходимых параметров. В качестве таковых на рис. 10 показана доля площади металлокерамической компоненты в зависимости от амплитуды ультразвука, приложенного в процессе СВС, а также распределение доли металлокерамической компоненты по высоте для одной из прессовок.

Таким образом, сканер может рассматриваться как инструмент для получения изображений макроструктуры материалов.

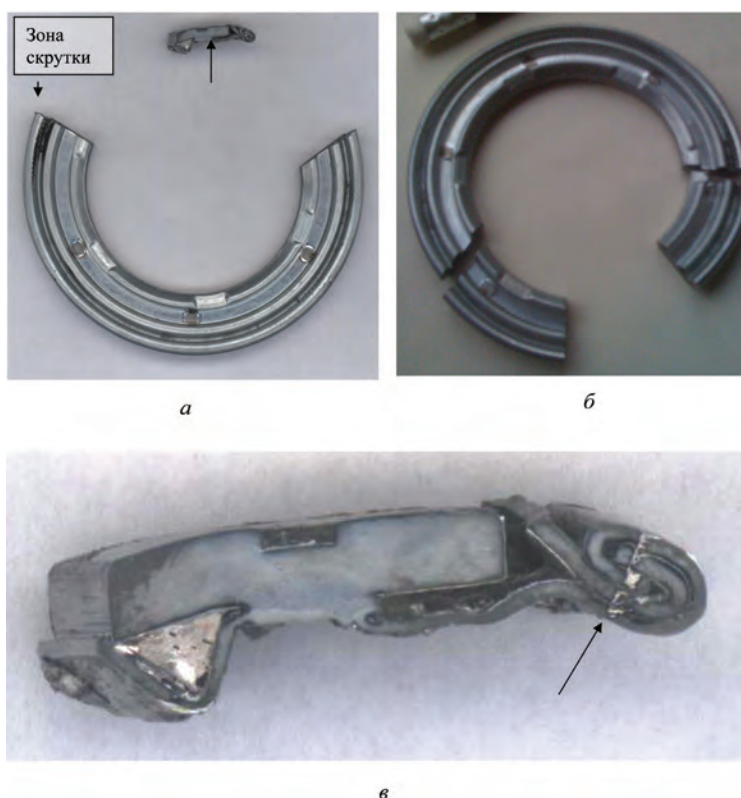


Рис. 8. Фрагменты крышки масляного фильтра: а, в – фото сканером; б – цифровым фотоаппаратом

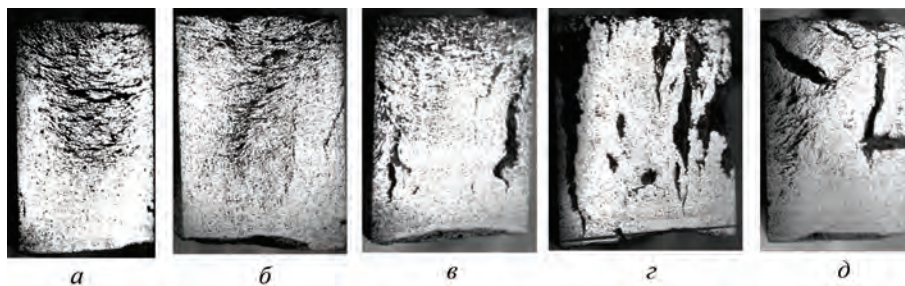


Рис. 9. Макрофотографии долевого сечения образцов состава TiC + Ni + Mo, полученных процессом СВС с ультразвуком; амплитуда колебаний: а – 0; б – 3,5; в – 9; г – 14; д – 20 мкм [5]; сканирование

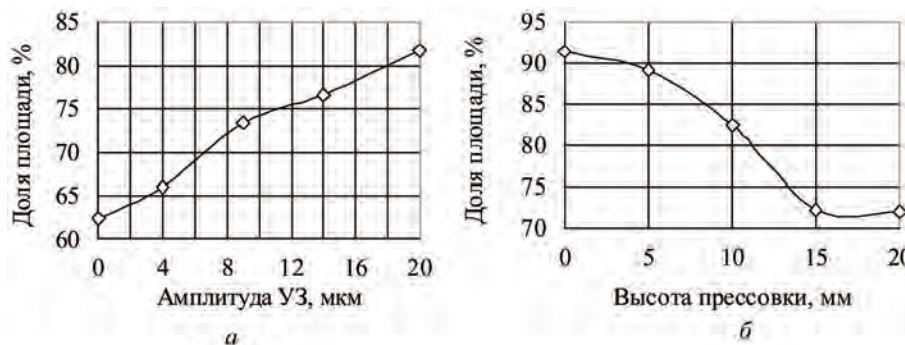


Рис. 10. Изменение доли площади металлокерамической компоненты в центральной части прессовок состава TiC + Ni + Mo в зависимости от амплитуды ультразвука в процессе СВС (а) и по высоте прессовки (б)

Литература

1. Исследование структуры биометаллического композита «костная ткань-губчатый титан» методами металлографического анализа / А. В. Руцкий [и др.] // Журн. Гродн. ун-та. 2010. № 2. С. 97–99.
2. Особенности структуры биометаллического композита «костная ткань-губчатый титан» остеоинтегрированных эндопротезов SLPS / А. В. Руцкий [и др.] // ARSmedica. 2010. № 9. С. 404–407.
3. Исследование контактного слоя биометаллического композита «костная ткань-губчатый титан» / А. В. Руцкий [и др.] // Медицина. 2010. № 4. С. 46–50.
4. Применение термоциклирования для диспергирования структуры медных электродов / Е. И. Марукович [и др.] // Металлургия машиностроения. 2007. № 6. С. 37–40.
5. К л у б о в и ч В. В., К у л а к М. М., Р у м я н ц е в а И. Н. Особенности формирования объемных пористых систем при СВС-процессе. Карбиды // Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. 2011. № 1. С. 5–10.