

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – С. А. ВАБИЩЕВИЧ, КАНДИДАТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ДОЦЕНТ

Рассмотрены вопросы использования цифровой обработки изображений поверхности при испытаниях на микротвердость для определения геометрических размеров отпечатков, зоны деформации. Построен алгоритм обработки изображения и реализована программа обработки. Результаты моделирования могут быть использованы при испытаниях полимерных пленок на микротвердость для определения прочностных характеристик: микротвердости, трещиностойкости, удельной энергии отслаивания.

Ключевые слова: Python; обработка изображений; OpenCV; микроиндентирование; цветовое пространство.

Современные информационные технологии дают возможность повысить точность обработки экспериментальной информации и исключить субъективность в анализе результатов. Цель настоящей работы состояла в разработке программного обеспечения, позволяющего на основании анализа образующихся при микроиндентировании отпечатков индентора определить контур и площадь зоны разрушения вокруг отпечатка, контур и длину диагонали отпечатка и длины образовавшихся в углах отпечатка трещин.

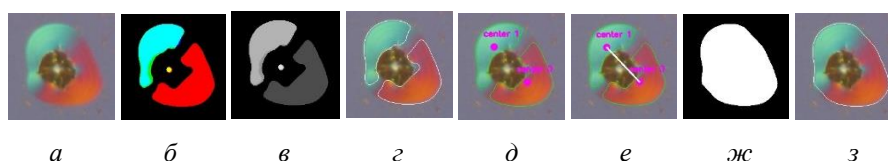


Рис. 1. Этапы обработки входного изображения:

- a* – входное изображение; *б* – изображение после применения функции пороговых значений;
в – изображение в цветовом пространстве оттенков серого; *г* – изображение с выделенными контурами;
д – изображение с выделенными центральными точками контуров;
е – изображение с соединенными центрами; *ж* – отпечаток искомого контура на черном фоне;
з – изображение найденного контура

Для обработки данных изображений была выбрана библиотека OpenCV и язык программирования Python [1]. Входными данными являлись фотоизображения отпечатков при индентировании полимера (рисунок *a*). Для удаления шума в алгоритме обработки использовался медианный фильтр. Для отделения следа от фона использовалась сегментация (рисунок *б*). Для получения бинарного изображения в данном алгоритме с применением функция `cv2.cvtColor()` проводилась сегментация изображения, представленного в цветном пространстве оттенков серого (рисунок *в*). Полученные контуры следа отображались на исходном изображении при помощи функции `cv2.drawContours()` (рисунок *г*). Из-за неравномерного освещения было получено несколько контуров, которые с помощью алгоритма объединения контуров соединялись в один и группировались (рисунок *д*), а затем алгоритм соединял точки всех контуров из одной группы (рисунок *е*). В результате объединения контуров получается след, который совпадает с исходным обрабатываемым изображением (рисунок *ж*), контур к которому является целью обработки (рисунок *з*).

Таким образом, в ходе использования модуля компьютерного зрения Python-OpenCV, было разработано программное обеспечение, реализующее разработанный алгоритм поиска контура для определения геометрических параметров отпечатков при индентировании полимеров, что дает возможность рассчитать такие прочностные характеристики материала как микротвердость, трещиностойкость, удельную энергию отслаивания пленки [2–3].

Библиографические ссылки

1. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV. Computer vision with the OpenCV library. O'Reilly Media Inc., 2008.
2. Вабищевич С. А. [и др.] Физико-механические свойства облученных пленок диазохинон-новолачного фоторезиста на кремнии // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. Физика. 2020. № 12. С. 60–64.
3. Vabishchevich S. A. [et al.] Adhesion of diazoquinon-novolac photoresist films with implanted boron and phosphorus ions to single-crystal silicon // High energy chemistry. 2020. V.54, № 1. P. 46–50.