

АНАЛИЗ 3D СТРУКТУРЫ МИКРОНЕРОВНОСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

©2018 С.Р. Абульханов^{1,2}, Н.Л. Казанский^{1,2}, С.Б. Попов^{1,2}

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

²Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, г. Самара

ANALYSIS OF THE 3D STRUCTURE OF MICRO IRREGULARITY ON THE SURFACE OF THE MACHINE-BUILDING DETAIL

Abul'khanov S.R., Kazanskiy N.L., Popov S.B. (Samara National Research University, Image Processing Systems Institute of RAS - Branch of the FSRC "Crystallography and Photonics" RAS, Samara, Russian Federation)

The operational properties of the parts depend on the roughness of its surface. The technological impact can control the structure of surface microroughness. The necessary structure of roughness can be broken by inclusions of different nature (carbides, impurities, phases). We offer a digital filter for image processing of a rough surface. The advantage of the filter is the selection of the microroughness structure on the image without inclusions. The cleaned image allows to predict the operational properties of the surface.

Микронеровности поверхностей, сформированных технологическим воздействием, во многом определяют эксплуатационные свойства детали. Многими исследователями было установлено: трущиеся поверхности обладают повышенной стойкостью к массовому износу, если на них нанесены периодические риски. Известно также, что увеличивается усталостная прочность деталей, у которых на поверхности основания микронеровностей сопрягаются по радиусам. Коррозионная стойкость повышается у поверхности, которая имеет наименьший разброс высот микронеровностей и т.д.

На профилограмме шероховатой поверхности присутствуют малые локальные экстремумы. Эти экстремумы соответствуют субмикронным микронеровностям, которые обусловлены примесями различной природы, карбидами, различными фазами твёрдых растворов и другими причинами. Субмикронные микронеровности не оказывают значительного влияния на эксплуатационные свойства машиностроительных деталей. На изображении шероховатой поверхности субмикронные шероховатости соответствуют группам пикселей, у которых градаций серого цвета (далее ГСЦ) изменяется определённым образом в некоторых пределах. Нами рассматривались следующие уровни изменения ГСЦ: 3; 4; 5; 6; 7 и 8.

При анализе структуры микронеровностей поверхностей субмикронные неровности являются «помехой» (шумом). Мы считаем: разработка фильтра, позволяющего очищать от «помех» изображение шероховатой поверхности, является актуальной задачей для машиностроения.

Предлагаемый нами фильтр работает следующим образом:

1. На анализируемом изображении шероховатой поверхности формируется окно размерами, например, 3×3, 5×5 или 7×7 пикселей.

2. Окно совершает по изображению сканирующее движение с целью отыскать такую группу пикселей, чтобы пиксели на границе окна имели ГСЦ больше (меньше) ГСЦ центральных пикселей на заданную величину (3; 4; 5; 6; 7 и 8).

3. Для фрагмента изображения, в границах окна (рис. 1 а), соответствующий п. 2, строится квадратичная форма (рис. 1 б), экстремум которой равен максимальной (минимальной) допустимой ГСЦ. Допустимый интервал изменений ГСЦ назначался нами предварительно.

4. Если у некоторых пикселей ГСЦ оказываются выше найденного в п. 3 положения квадратичной формы, то они отсекаются до ближайшего значения, меньшего значения квадратичной формы.

5. П. 1-4 повторяются для окон разной относительного сторон пикселей изображе- формы и размеров (квадрат, прямоугольник), ния, которые могут иметь различную ориентацию

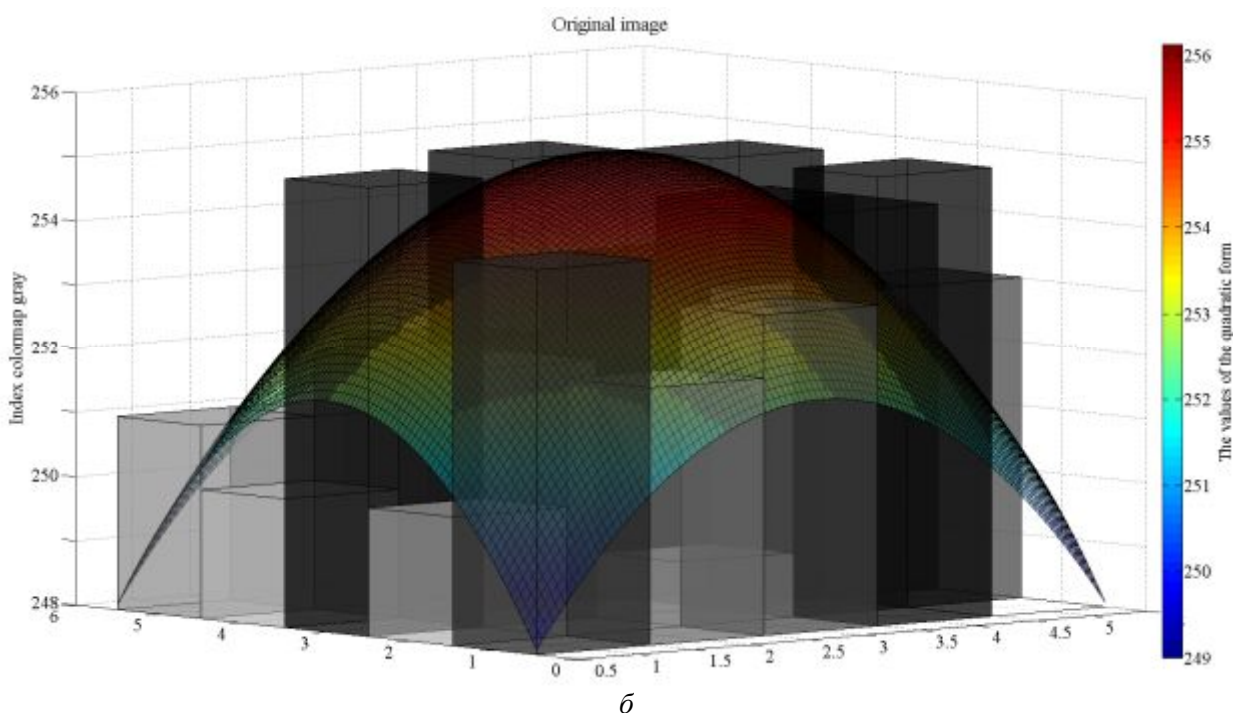
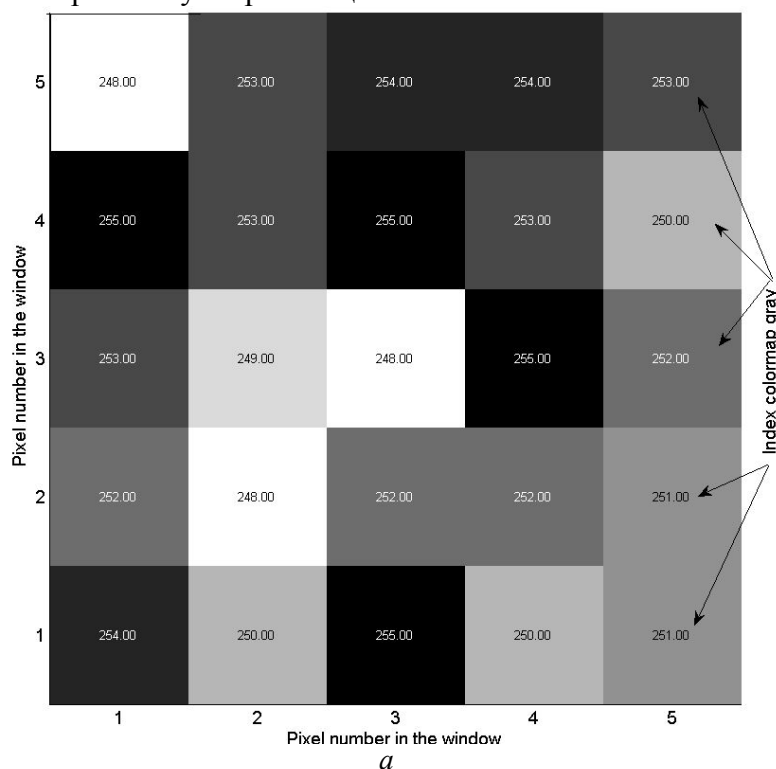


Рис. 1. Фильтрация фрагмента поверхности (5×5 пикселей) растрового изображения поверхности (а) с помощью квадратичной формы (б). Изменения градаций серого цвета составляло 8

Обработанное таким образом изображение шероховатой поверхности позволяет выявить структуру и характер микронеровностей, определяющих эксплуатационные свойства детали. По нашему мнению, это по-

зволяет оптимизировать режимы технологического воздействия на деталь, что в свою очередь повысит надёжность в процессе эксплуатации детали машиностроения.