

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПРОФИЛЯ ПЕРА ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

©2016 Н.В. Носов, А.Д. Абрамов, С.И. Косулин

Самарский государственный технический университет

RESEARCH OF SURFACE STRUCTURE OF GTE BLADES

Nosov N.V., Abramov A.D., Kosulin S.I. (Samara State Technical University, Samara, Russian Federation)

Research structure GTE blades surface has been carried out after finishing. Has been analyzed the profile of blades aerofoil and fillet radius between aerofoil and root. Electro-optics method determines the parameters of the autocorrelation function of the surface. It has been found that the amplitude of the autocorrelation component of the aerofoil is reached 21-22 relative unit or counted by formulas $Ra=0,22$ microns, and the fillet radius is 24 rel. u or $Ra=0,24$ microns.

Известно, что одной из важнейших характеристик качества машиностроительных изделий является состояние микрорельефа (шероховатости) их рабочих поверхностей. В связи с этим оценка параметров шероховатости поверхности (микрогеометрические отклонения поверхности), как на этапе изготовления изделий, так и на этапе их эксплуатации является важнейшим мероприятием в плане повышения качества выпускаемой машиностроительной продукции.

Разработана методика исследования текстуры поверхности деталей.

В исследовательский комплекс (рис. 1) входят: 1 - исследуемая поверхность, 2 – телевизионная передающая камера с ПЗС – матрицей, 3 – аналого–цифровой преобразователь, 4 – запоминающее устройство, 5 – устройство для задания координат окна и его

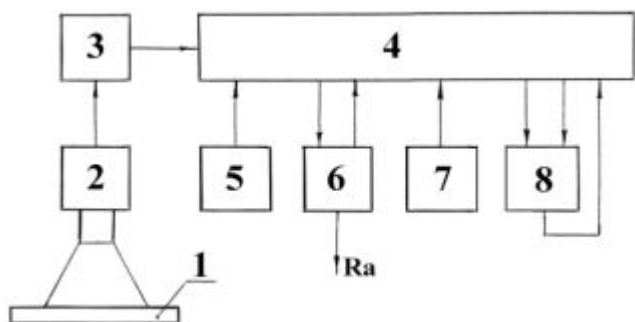


Рис. 1. Блок-схема исследовательского комплекса для исследования текстуры шероховатости поверхности

размеров для преобразования исходного полутонового изображения поверхности в бинарное изображение, 6 – цифровое вычислительное устройство, 7 – устройство для задания координат текущего фрагмента бинарного изображения, 8 – коррелятор, и программное обеспечение, позволяющее обра-

батывать видеоизображения исследуемых поверхностей.

Проведены экспериментальные исследования параметров текстуры поверхности лопаток газотурбинных двигателей (ГТД) (рис. 2), полученной после операции шлифования спинки, корыта и радиуса перехода спинки и корыта в бандажную полку.



Рис. 2. Лопатка первой ступени турбины авиационного двигателя

В качестве эталонов сравнения выбраны образцы шероховатости, выполненные в соответствии с ГОСТ 9378-93. Текстура поверхностей исследовалась с помощью оптико-электронного метода на следующих режимах: параметры сканирующего эталона 8×8 пикселей, угол наклона источника света от 0 до 90° ; угол поворота делительного стола 0, 45 и 90° ; количество обработанных профилей 2500. Полученные значения параметров структуры сравнивались с шероховатостью профиля поверхности эталона измеренной на профилометре модели 296.

Лопатка первой ступени турбины изготовлена из жаропрочного сплава на никелевой основе ЖС6ФИ. Предварительно по-

верхность лопатки шлифовалась накатными абразивными кругами на полировальных бабках. Обработка производилась абразивными зёрнами из электрокорунда белого (24А), с режимами: скорость круга 45 м/с, ручная врезная подача. Полирование производилось на виброконтактном станке ЛВП4 (ленточно-виброполировальный станок) абразивными шкурками на бумажной основе

зернами 24А, зернистостью 5. Для анализа были взяты участки поверхности лопатки после операции полирования. Были получены полутоновое и бинарное изображения поверхности выбранного участка, корреляционная поверхность и график изменения коэффициента корреляции для этого участка (рис. 3).

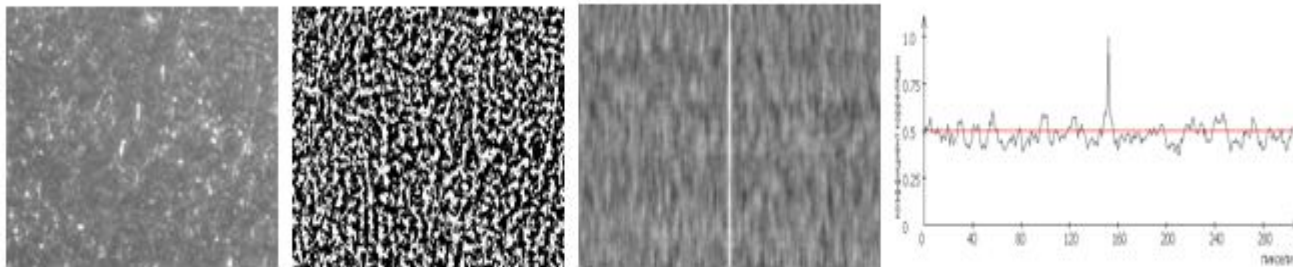


Рис. 3. Полутоновое изображение участка поверхности лопатки, бинарное изображение этого участка; корреляционная поверхность; изменение коэффициент корреляции

Формат изображения участка поверхности, записываемого в память компьютера, составлял в данном случае 320×240 пикселей. Обработка результатов эксперимента показала, что среднее значение переменной составляющей корреляционной функции, вычисленное по 30 изображениям, составило $U_{cp} = 23,1$ отн. ед.

Задавая вероятность распознавания структуры (шероховатости) исследуемой поверхности $P=0,99$, для доверительного интервала было получено выражение в виде:
 $I_{\beta} = (0,09 U_{cp}^3 - 4,2 U_{cp}^2 + 68,5 U_{cp} - 314,9) \cdot 10^{-2}$ отн. ед.

Для зависимости структуры с шероховатостью $Ra = f(U_{cp})$ выражение
 $Ra = 0,013 U_{cp} - 0,078$ мкм.

Подстановка найденного значения U_{cp} в формулу определила, что в этом случае $I_{\beta} = 0,77$ отн. ед. Следовательно, $U_{cp_{min}} = 22,33$ отн. ед., и $U_{cp_{max}} = 23,87$ отн. ед. Использование выражения для определения среднего арифметического отклонения профиля поверхности пера лопатки, дало следующие результаты: $Ra = 0,22$ мкм, $Ra_{min} = 0,219$ мкм и $Ra_{max} = 0,221$ мкм. При этом шероховатость на спинке на 15% выше, чем

шероховатость на корыте. Особые условия образования структуры поверхности складываются при обработке радиуса закругления бандажной полки в спинку и корыто. Для исследования данной поверхности было разработано программное обеспечение, учитывающее кривизну поверхности.

Обработка результатов исследования показала, что $U_{cp} = 24,5$ отн. ед., $Ra = 0,24$ мкм, что несколько больше, чем на спинке лопатки.

Полученные значения среднего арифметического отклонения профиля поверхности Ra вполне согласуются с техническими условиями, предъявляемыми к шероховатостям поверхностей лопаток первой ступени турбины.

Библиографический список

1. Абрамов А.Д., Носов Н.В., Хаустов В.И. Исследование шероховатости поверхности бомбинированных роликов на основе анализа их автокорреляционных функций // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. Сер. Авиационная и ракетно-космическая техника. 2009. №3 (19). С.45-53.