

**УДК 51-74**

**РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ.**

Анастасия Дмитриевна Стукалова

*Магистр 1 года*

*кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»*

*Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: А.С. Комшин,*

*доктор технических наук, доцент кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»*

В настоящее время изучение вопроса анализа поверхностных дефектов объектов машиностроения, в процессе их жизнедеятельности, является актуальной задачей. Множество ответственных объектов, подверженных серьезным нагрузкам, находятся в движении, что в значительной мере затрудняет процесс их визуального контроля. Однако своевременное обнаружение ряда поверхностных дефектов, таких как трещины и сколы, позволит не только предотвратить брак, но и предупредить поломку механизмов [1]. Таким образом, средства технического диагностирования поверхности играют огромную роль в развитии современных методов контроля качества механизма на различных этапах его жизненного цикла [2], [3]. Необходимо создание и внедрение в промышленность систем контроля качества поверхности, которые позволят решать ряд задач:

- размещение контрольного устройства в условиях ограниченного пространства;
- работа в условиях повышенных температур;
- высокая скорость движения объекта (не позволяет человеческому глазу отслеживать изменение состояния поверхности);
- контроль состояния поверхности объекта в режиме реального времени.

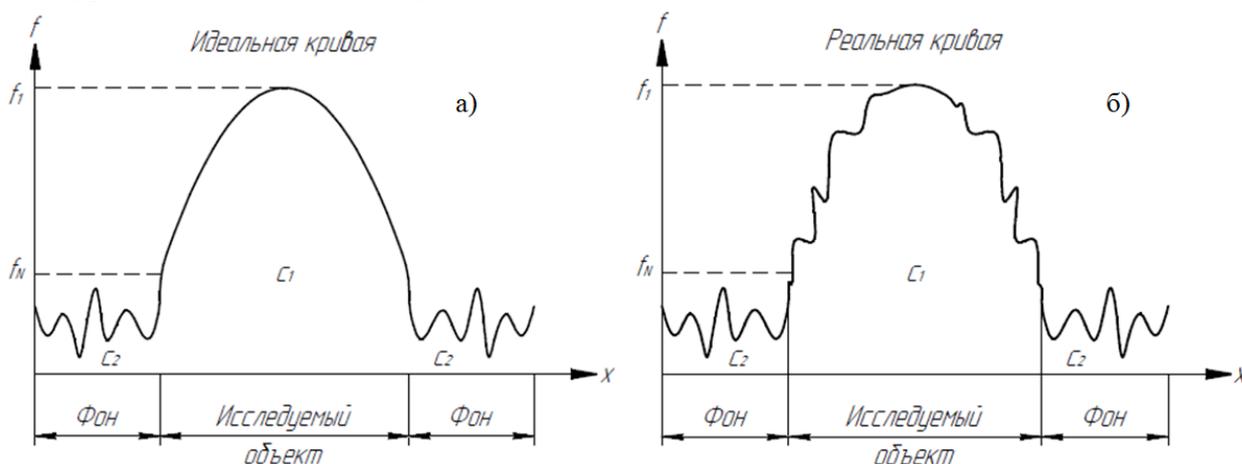
Применение видеокамеры позволяет решить проблемы установки в ограниченном пространстве и работы с высокими температурами производственных процессов, а применение стробоскопа – фиксировать быстропротекающие процессы. Также, необходимо создание алгоритмов анализа, полученной визуальной информации, что существенно сократит время и повысит качество, обрабатываемых данных.

Большое внимание необходимо уделить математическому аппарату, способному обрабатывать полученную визуальную информацию. Так, математической моделью изображения является функция, зависящая от двух пространственных переменных. Значение функции в заданной точке  $(x, y)$  плоскости выражает количественно физическое свойство моделируемого изображения – его яркость или цвет. Область изменения пространственных переменных (область задания функции) – полем зрения, а значения функции в заданной точке поля зрения – яркостью изображения.

$$\int_x f^2(x, y) dx dy < \infty,$$

где  $f(x, y)$  - функция яркости (энергия видимого света, излучаемая элементарной площадкой  $dx dy$ , центр которой находится в точке поля зрения с координатами  $(x, y)$ , в элемент телесного угла  $d\Omega$  в направлении наблюдателя).

Изображение может «состоять» из нескольких функций  $f_1(x, y), f_2(x, y), \dots, f_N(x, y)$ , одна из которых, например, описывает яркость, другие – текстурные особенности, следующие – цвет. [4].



а) – Идеальная кривая, б) – Реальная кривая

Рисунок 1 – Кривые яркостно-геометрической модели изображения.

Модель вала представляем в виде матрицы, состоящей из пикселей каждому из которых присвоен свой цвет [5]:

$$A = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f_{N1} & f_{N2} & \dots & f_{Nn} \end{pmatrix};$$

Из матрицы значений выделяем столбец и анализируем его свойства:

$$A_i = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_N \end{pmatrix};$$

Яркости отражающих поверхностей, не являющиеся плоскими, меняются постепенно от точки к точке, и следовательно, их изображения не являются кусочно-постоянными функциями. Например, изображение вала можно описать следующим образом (рисунок 1):

$$f(x, y) = \begin{cases} c_1(x, y), & (x, y) \in A_1, \\ c_2(x, y) = const, & (x, y) \in A_2, \end{cases}$$

где  $c_1(x, y)$  – функция, описывающая изменения яркости поверхности шара;  
 $c_2(x, y)$  – функция, описывающая изменения яркости фона;

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^2 c_i(x, y) \chi_i(x, y),$$

Функция  $c_1(x, y)$  можно задавать в виде разложения:

$$c_1(x, y) = \sum_{i=1}^N \alpha_i g_i(x, y), \quad (x, y) \in A_1,$$

где  $\alpha_1, \dots, \alpha_N$  – постоянные коэффициенты;

$[g_i]$  – набор функций, специально подобранный для наиболее качественного моделирования изображения шара.

$$f_1 \geq f_2 \geq \dots \geq f_N;$$

Разница между кривой на рисунке 9 и на рисунке 10 будет давать представление о наличии дефектов на поверхности вала. При отсутствии несоответствий можно сделать заключение, что дефектов на поверхности исследуемого объекта нет.

Нахождение дефектов основано на сопоставлении двух кривых и анализе различий между ними.

**Принимаем:**

$F$  - идеальная кривая (изменение яркости происходит монотонно);

$G$  – реальная кривая (изменение яркости немонотонно при наличии дефектов);

$Pg$  - кривая полученная усреднением реальной кривой, при стремлении ее к идеальной;

**Алгоритм нахождения несоответствий:**

$G - Pg = 0$  – дефекты отсутствуют;

$G - Pg > 0$  или  $G - Pg < 0$  – наличие дефектов;

## Литература

1. Захаров Ю. А., Ремзин Е. В., Мусатов Г. А. Анализ основных дефектов и способов восстановления деталей автомобилей типа «вал» и «ось» // Молодой ученый. — 2014. — №20. — С. 138-140;
2. Байков А.И., Киселев М.И., Комишин А.С., Пронякин В.И., Руденко А.Л. Многофакторное информационное метрологическое сопровождение эксплуатации гидроагрегатов на базе фазохронометрического метода // Гидротехническое строительство. — 2015. — №2. . — С. 2-8;
3. Кузнецов М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел. // Институт химии твердого тела УрО РАН. 2010;
4. Куличков С.Н., Чуличков А.И., Демин Д.С. Морфологический анализ инфразвуковых сигналов в атмосферной акустике // М.:ФИЗМАТЛИТ. 2010 – 129 с.
5. Р. Гонсалес, Р. Вудс Цифровая обработка изображений. // Москва : Техносфера, 2005. – 1072 с. ISBN 5-94836-028-8.