



# НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

Р. Ж. ТОЖИЕВ, Н. Р. РАХИМОВ, К. Г. МАХМУДОВ, Ш. К. РУЗМАТОВ

*Предложен для определения качественных параметров металлических поверхностей оптоэлектронный метод, основанный на измерении светового потока, отраженного от поверхности контролируемого объекта, и его сравнении с аналогичной характеристикой эталона. Рассмотрены два принципиальных схемотехнических решения.*

*An optoelectronic method is proposed for determination of qualitative parameters of metallic surfaces, which is based on measurement of the light flow reflected from the surface of the controlled object, and its comparison with a similar characteristic of the standard. Two basic system engineering solutions are given.*

Контроль качества — это самая массовая технологическая операция в машиностроении, ибо ни одна деталь не может быть изготовлена без измерения ее технических характеристик. В связи с требованием неуклонного повышения надежности новой техники резко увеличивается трудоемкость контрольных операций. Например, в развитых странах затраты на контроль качества составляют в среднем 1,5... 3,5 % себестоимости выпускаемой продукции, а в отдельных так называемых наукоемких отраслях — до 20 % [1]. Указанные затраты быстро окупаются, так как благодаря НК на всех этапах изготовления и приемки радикально повышается качество продукции, увеличивается ее надежность.

Одним из аспектов применения методов НК является определение качественных параметров металлических поверхностей. К числу таких параметров можно отнести зернистость, шероховатость, дефектность, цветность и т. д. Предлагаемый нами оптоэлектронный метод их исследования представляется, с нашей точки зрения, перспективным благодаря простоте, удобству, технологичности и быстрой реализации. Нами разработан ряд оптоэлектронных приборов для НК различных веществ и материалов [2, 3].

К методам, применяемым в настоящее время для оценки качества поверхностей, можно отнести интерференционные, теневые, светового сечения, профилографические, растровые муаровые, интегральные рефлексометрические [4]. Они применяются в приборах контроля топографии поверхностей и объемных поверхностных дефектов. Эти приборы можно разбить на три класса:

1) для контроля шероховатостей поверхностей — при этом проводится интегральная оценка поверхностных дефектов;

2) для контроля и измерения поверхностных дефектов и микрогеометрии — при этом контролируются отдельные дефекты изделия и измеряется глубина дефектов;

3) для контроля плоскостности в основном полированных поверхностей — этими приборами обнаруживают такие дефекты, как однородный изгиб, завалы, сложный изгиб (коробление), сколы.

По типу измерения их можно разделить на приборы непосредственного измерения и приборы

сравнения. В абсолютном большинстве методов аппаратную основу приборов составляют микроскопы различных конструкций. При этом количественная и качественная оценка измеряемых параметров проводится визуально. К тому же следует отметить, что размеры контролируемой поверхности ограничены техническими возможностями микроскопов и определяются в основном размером свободного хода (до 90 мм) и полем зрения микроскопа (до 8 мм).

Предлагаемый метод относится к объективным методам спектрально-фотометрического анализа в широком диапазоне волн. При этом возможно использование различных приставок со стандартными спектральными приборами. Данный метод основан на принципе сравнения качественных параметров исследуемого объекта с эталоном, в качестве которого могут применяться образцовые стандартизованные меры шероховатости и дефектности. Теоретические и экспериментальные исследования метода зеркальной составляющей отраженного потока для шероховатой поверхности со случайным распределением элементов профиля позволяют применить этот метод для определения шероховатости металлических поверхностей с  $R_z$  до 0,2 мм [5].

Основной измеряемой оптической характеристикой при использовании данного метода выступает интенсивность светового потока, отраженного от поверхности контролируемого объекта (КО), которая сравнивается с соответствующим параметром эталона. При этом измеряемой электрической характеристикой выступает сила тока или напряжение на приемнике оптического излучения (ПОИ). Они определяются следующим образом [4]:

$$U_{\phi} = S_{VE_e} E_e, \quad I_{\phi} = S_{IE_V} E_V,$$

где  $U_{\phi}$ ,  $I_{\phi}$  — соответственно напряжение фотосигнала и фототок;  $S_{VE_e}$  и  $S_{IE_V}$  — соответственно вольтовая чувствительность к облученности и токовая чувствительность к освещенности;  $E_e$  и  $E_V$  — соответственно облученность и освещенность.

При исследовании цветности определяющей выступает монохроматическая чувствительность ПОИ, а других параметров — интегральная чувствительность.

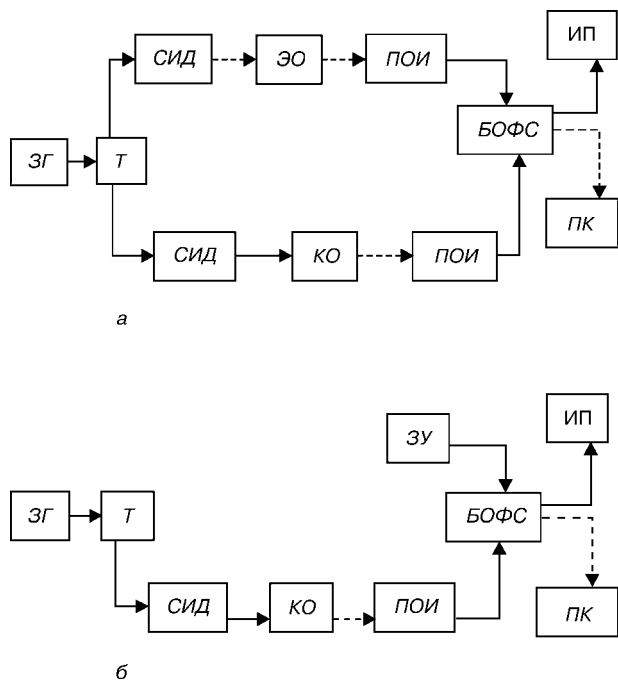


Рис. 1. Схематехнические решения метода НК параметров металлической поверхности на основе оптоэлектронных датчиков: ЗГ – задающий генератор; Т – триггер; СИД – светозлучающий диод; КО – контролируемый образец; ЭО – эталонный образец; ПОИ – приемник оптического излучения; ЗУ – запоминающее устройство; БОФС – блок обработки фотосигнала; ИП – измерительный прибор; ПК – компьютер

Таким образом, идея данного метода заключается в измерении интенсивности отраженного от КО светового потока светозлучающего диода (СИД) или потока излучения и сравнении его с эталонными показателями. При этом возможны два принципиальных схематехнических решения.

Первое – с непосредственным сравнением параметров КО и эталона (рис. 1, а). Как видно, при данном схематехническом решении происходит одновременное снятие показаний с КО и эталона и сравнение их в блоке обработки фотосигнала (БОФС). Далее обработанный сигнал в виде отношения сигналов (реального и эталонного) поступает либо на измерительный прибор (ИП), который представляет его в удобном для восприятия виде (например, в виде осциллограммы), либо в ПК для хранения и дальнейшей обработки.

Принципиальное неудобство данного решения заключается в технологической сложности согласования одновременной работы двух оптоэлектронных пар СИД – ПОИ с двумя объектами. Поэтому данный вариант приемлем для калибровки прибора.

Второе – сравнение измеряемого параметра КО с банком данных запоминающих устройств (ЗУ) (рис. 1, б). При таком схематехническом решении результирующий сигнал с ПОИ может сопоставляться не с одним сигналом от эталонного образца, а с любым из ряда образцовых, хранящихся в ЗУ. Далее, как и в первом варианте, оба сигнала или их разность подаются на ИП или ПК. Удобство данного решения в том, что работает только одна оптоэлектронная пара СИД – ПОИ, а сопоставление полученного сигнала с рядом эталонных позволяет быстро и с достаточной точностью опреде-

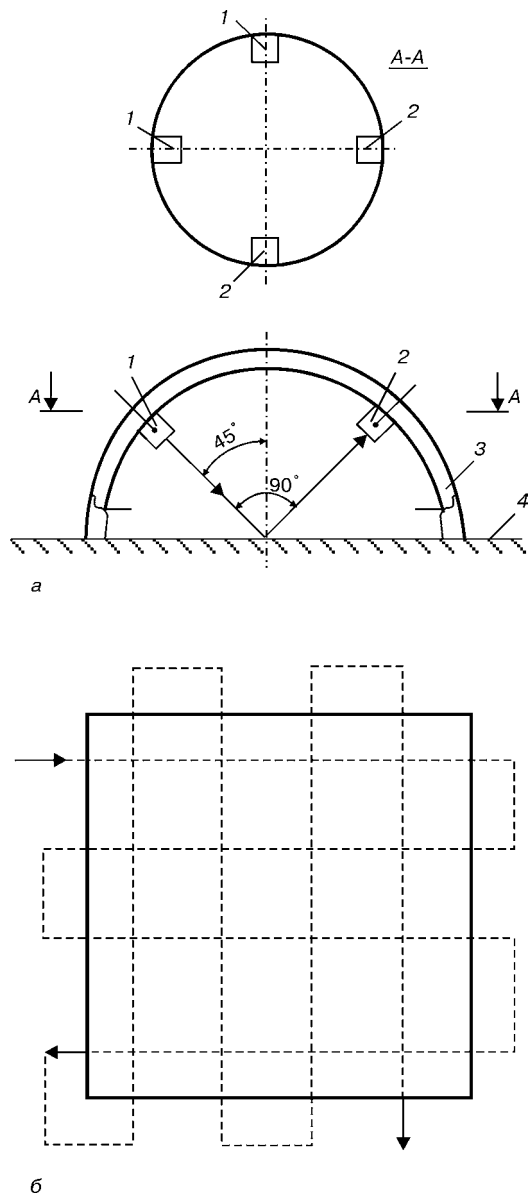


Рис. 2. Блок оптопар (а) и схема его перемещения по контролируемой поверхности (б): 1 – СИД; 2 – ПОИ; 3 – кольцевой кожух; 4 – КО

лить количественные значения параметров и отнести их к тому или иному классу (зернистости, шероховатости и т. п.).

В качестве оптоэлектронной пары для данного метода представляется целесообразным использование отражательных оптронов с открытым каналом. Применение оптронов связано с целым рядом преимуществ: согласованностью элементов по спектральным и электрическим характеристикам, высокими быстродействием ( $t_{пер} \sim 40... 50$  нс) и направленностью излучения СИД оптрона, согласованностью по конструктивно-технологическим признакам [4].

Нами предлагается оптоэлектронное устройство для определения дефектности поверхности (рис. 2). Данное устройство может быть реализовано в одном из двух приведенных выше схематехнических решений. Как видно, в блоке оптопары используется две оптопары с одинаковыми характеристиками (спектральными, энергетическими) по



потоку излучения и электрическими. Они работают в импульсном режиме попеременно. Оси падающего и отраженного световых потоков излучений оптопары расположены под углом 90° относительно друг друга и симметричны относительно нормали к поверхности КО в точке отражения. Кольцевой кожух блока из непористой плотной резины служит для необходимой ориентации оптопар относительно поверхности КО и световой изоляции оптического канала во избежание искажения показаний. Оси оптопар (конструктивные и оптические) перпендикулярны. В данном простейшем исполнении они позволяют получить псевдостереоскопический эффект. Применяя СИД с высокой направленностью излучения и конденсорные линзы, можно добиться уменьшения диаметра луча СИД и, как следствие, повышения разрешающей способности прибора.

Достоинства предложенного метода и данного прибора — простота применения, что позволяет использовать его непосредственно в технологическом цикле; большая площадь охвата, ограниченная лишь в принципе протяженностью линии связи «оптоэлектронный блок — блок аппаратуры»; объективность показаний, т. е. независимость их от оператора; возможность параллельной фиксации показаний в ЗУ для накопления и дальнейшей обработки. В процессе измерения блок оптопар может

перемещаться по поверхности КО в квадратно-пересеченном порядке (см. рис. 2, б) — перемещение блока может осуществляться вручную и по направляющим с помощью регулирующего механизма. Второй способ перемещения подпочительней, так как он обеспечивает равномерность хода блока и, как следствие, — равномерность снятия показаний. Устройство с двумя оптоэлектронными парами целесообразно использовать при замере стандартизованных параметров поверхностей (зернистость, шероховатость, цветность и т. п.).

1. *Клюев В. В.* Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий / Справочник. — М.: Машиностроение, 1986. — 420 с.
2. *Рахимов Н. Р., Касымханова А. М., Усманов Ш.* Оптоэлектронные средства неразрушающего контроля физико-химических параметров жидких сред // Техн. диагностика и неразруш. контроль. — 2001. — № 3. — С. 40–42.
3. *Рахимов Н. Р., Тожиев Р. Ж., Холмурзаев А. А.* Оптические устройства для определения содержания эмульсионной воды в нефти и нефтепродуктах // Матер. Первой Промышл. междунар. науч.-техн. конф. «Эффективность реализации научного и промышленного потенциала в современных условиях», Киев, 2001. — С. 180.
4. *Шарунчи Л. С., Тугов Н. М.* Оптоэлектроника. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — С. 64–65.
5. *Топорец А. С.* Оптика шероховатой поверхности. — Л.: Машиностроение, 1988. — С. 100–162.

Ферганский политехн. ин-т,  
Республика Узбекистан

Поступила в редакцию  
24.04.2002

## **СТМ фирма «СЕРВИС ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН»**

**Производит приборы для контроля, диагностики, наладки и ремонта технологического оборудования**



Анализатор спектра вибрации 795М — прибор для измерения и анализа параметров вибрации, балансировки, ремонта и наладки оборудования. Основные технические характеристики прибора ставят его в ряд современных диагностических средств, высокая разрешающая способность позволяет точно выявить любой дефект в полевых условиях, на месте эксплуатации механизма. Возможности выполнения многоплоскостной динамической балансировки в собственных опорах, измерения амплитудо-фазочастотных характеристик на режимах разгона/выбега, контроль подшипников по огибающей и методу ударных импульсов существенно расширяют возможности использования прибора при ремонте и наладке.

**Работы по обслуживанию, наладке и ремонту оборудования**

**по фактическому состоянию.**

**Балансировка роторов на месте.**

**Лазерная выверка соосности валов и валопроводов**

тел./факс: (0512) 24 31 97; e-mail: [stm@aip.mk.ua](mailto:stm@aip.mk.ua);  
<http://www.stmnik.narod.ru>



Индикатор вибродиагностический 77Д11 — прибор для контроля технического состояния подшипников качения методом ударных импульсов.