

3. Богомолов Е. Н. Современные методы исследования материалов и нанотехнологий: лабораторный практикум / М. А. Бубенчиков, А. В. Осипов, В. И. Сырямкин и др. // Томск: Изд-во ТГУ, 2013. 410 с.
4. Назипов Р. А. Основы радиационного неразрушающего контроля: учеб.-метод. пособие для студентов физического факультета / Р. А. Назипов, А. С. Храмов., Л. Д. Зарипова // Казань : Изд-во КГУ, 2008. – 66 с.: ил.
5. Корсаков В.С. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении. М: Машиностроение, 1985. 304с ил.
6. Ройс У. Управление проектами по созданию программного обеспечения: М: Изд-во ЛОРИ, 2007.
7. Соснин Ф. Р. Радиационный контроль: справочник. М: Машиностроение, 2008.
8. Paolo Alto. Radiation Safety Manual [Text] / Paolo Alto // Environmental Health and Safety, Stanford University. – January 2015.
9. Горелик С. С., Расторгуев Л. Н., Скаков Ю. А. Рентгенографический и электроннооптический анализ. Изд-во «Металлургия», 1970, 2-е изд., с. 366.
10. Громов Е. П. Радиографические методы контроля. М: Машиностроение, 2002.
11. Баус С.С., Сырямкин В.И., Клестов С.А. САПР 3D PMT. Программное обеспечение системы автоматизированного проектирования рентгеновских 3D микротомографов. РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2015618555 от 12.08.2015. Правообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (RU).

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛЯ ОБЪЕКТОВ И ИЗДЕЛИЙ

Бугаев Е. А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Федоров Е. М., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Целью данной статьи является рассмотрение основных методов и средств контроля геометрических параметров профиля объектов и изделий, а также выявление наиболее лучшего метода для его дальнейшей практической реализации.

Основными приборами для контроля геометрических параметров профиля являются **профилографы** и **профилометры**. Данные приборы предназначены для измерения неровностей поверхности. Их отличие состоит в том, что профилограф выдает результат в графическом виде, а профилометр в виде множества значений. Также существуют приборы, объединяющие в себе оба этих свойства, называемые профилометры-профилографы. Впервые такие приборы появились в 30-х годах XX века. В то время единственным методом контроля был контактный метод.

Контактный профилометр имел датчик, оборудованный алмазной иглой. Алмазная игла перемещалась перпендикулярно контролируемой поверхности, а датчик генерировал сигналы, которые проходя через электронный усилитель обрабатывались и на выходе получался усреднённый параметр шероховатости поверхности. Принцип измерения шероховатости контактным методом показан на рисунке 1.

Метод ощупывания сводится к перемещению алмазной или сапфировой иглы 1 вдоль металлической поверхности 2. Игла 1 укрепляется в подвижной части 3 преобразователя и вводится в соприкосновение с испытуемой поверхностью под небольшим, по возможности постоянным давлением. При перемещении вдоль поверхности (в направлении стрелки б) игла, следуя за неровностями последней, смещается вдоль своей оси (в направлении стрелки а) на высоту шероховатости.

Индукционные профилометры предназначены для измерения чистоты поверхности с 5-го по 12-ый класс включительно. Профилометры данного типа состоят из подвижной катушки (закрепленной на ощупывающей игле), находящейся в магнитном поле. При перемещении датчика игла и катушка получают колебания в соответствии с профилем измеряемой поверхности. Пропорционально скорости колебания иглы в обмотке катушки возбуждается электродвижущая сила, которая затем усиливается. Усиленное напряжение интегрируется и подается на измерительный прибор, градуированный в единицах длины, показывающий среднее квадратическое значение подведенного напряжения, пропорциональное перемещению иглы.

Мехатронные профилометры. Механотрон – электровакуумный прибор, управление силой электронного или ионного тока в котором осуществляется непосредственно механическим перемещением его электродов. При перемещении алмазной иглы по контролируемой поверхности колебание иглы передаётся через щуп и мембрану на подвижный анод механотронного преобразователя, что вызывает

изменение выходного сигнала. Этот сигнал подаётся на электронный блок профилометра. Механотроны, обладая высокой чувствительностью и сравнительной простотой устройства, оказались недостаточно надёжными в работе и в последних моделях профилометров их стали заменять индуктивными преобразователями.

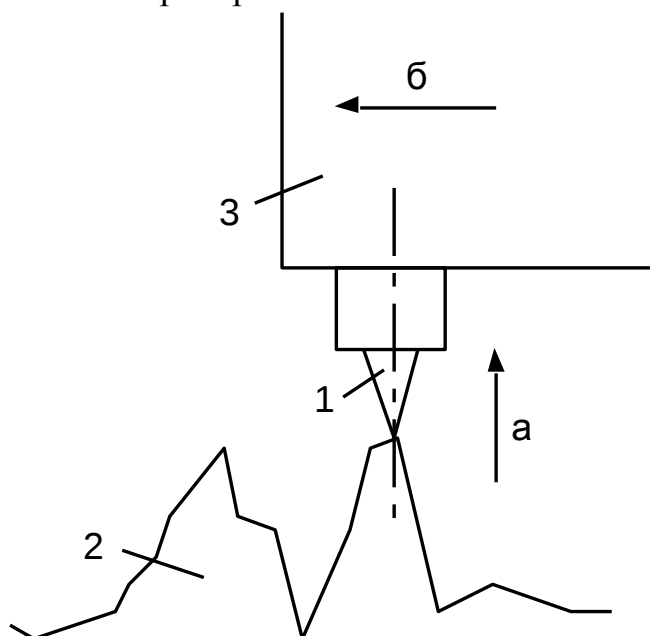


Рисунок 1 – Принцип измерения шероховатости контактным методом

Индуктивные профилометры. В процессе измерения преобразователь перемещается параллельно контролируемой поверхности. Алмазная игла, ощупывая неровности контролируемого изделия, вместе с якорем совершает колебания. Сигнал, снимаемый с катушек, зависит от зазора между сердечником и якорем, расположенным на плоской пружине, закреплённой в корпусе преобразователя. Выходные сигналы мостовой измерительной схемы поступают на трансформатор, а затем на АЦП.

Оптические профилометры. Принцип действия оптического профилометра (рис.2) заключается в том, что свет, излучаемый с источника, отражаясь от исследуемой и опорной поверхностей, образует интерференционную картину, которая затем регистрируется видеокамерой. Затем данные обрабатываются, и набор интерференционных картин преобразуется в карту уровней поверхности высокого разрешения.

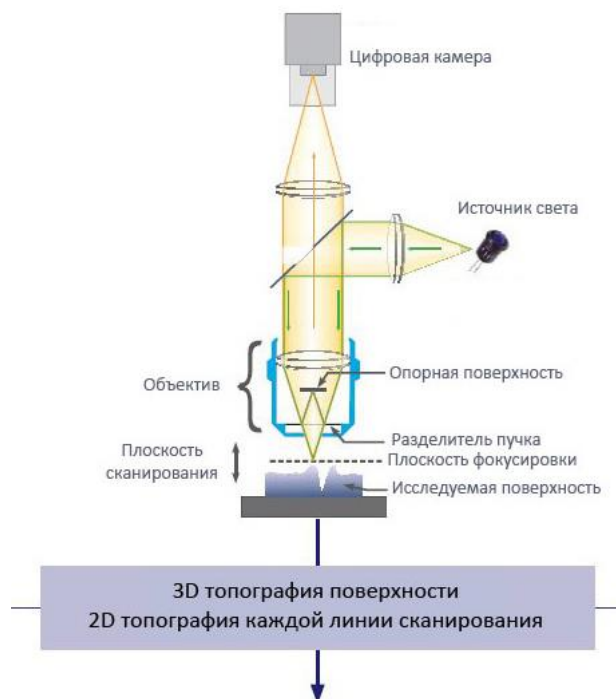


Рисунок 2 – Схема работы оптического профилометра

Лазерные триангуляционные профилометры. Лазерные профилометры предназначены для контроля профиля различных изделий бесконтактным способом, и передачи размерных координат профиля в компьютер или контроллер. Приборы используются на предприятиях машиностроения, ОАО «РЖД» в условиях производства и ремонта.

Измерительная система, построенная на базе профилометра, представляет собой автоматизированную систему, которая способна контролировать контурные размеры, профиль, взаиморасположение деталей, отклонение от плоскостности, распознавать объекты. Система состоит из набора профилометров, компьютера, системного контроллера и механизмов. Данные контроля обрабатываются в компьютере и передаются на удаленный диспетчерский пост. Схема работы лазерного профилометра изображена на рисунке 3.

В заключении, после рассмотрения основных методов контроля геометрических параметров профиля объектов и изделий можно сделать вывод, что наиболее лучшими методами являются бесконтактные, имеющие ряд преимуществ перед контактными методами контроля:

- Большая точность и большой диапазон измерений;
- Измерения могут быть проведены для любых поверхностей и в любых плоскостях;
- Высокая чувствительность

- Меньший износ деталей
- Простота автоматизации

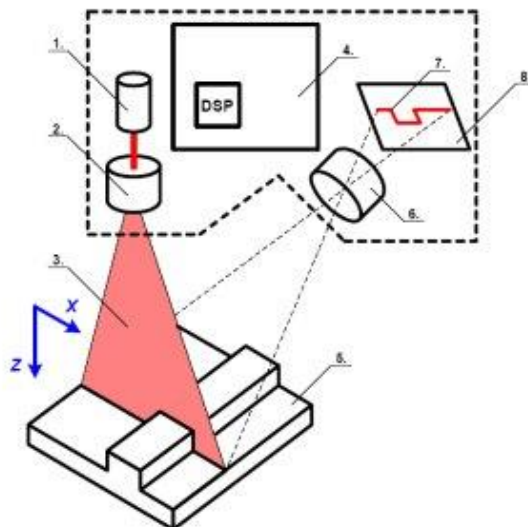


Рисунок 3 – Схема работы лазерного профилометра

- 1 – лазерный модуль; 2 – генератор линии; 3 – плоскость лазерного излучения; 4 – контроллер на базе сигнального процессора; 5 – контролируемый объект; 6 – оптическая система фотоприемника; 7 – изображение линии зондирующего лазерного излучения на фотоприемнике; 8 – матричный фотоприемник

Список информационных источников

1. Туричин А. М. Электрические измерения неэлектрических величин: Москва, Государственное энергетическое издание, 1970 г.
2. Марков Н. Н. Профилометр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bse.sci-lib.com/article093714.html> 01.10.2015.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя. М. Машиностроение [Электронный ресурс]. - режим доступа: <http://mash-xxl.info/info/86226/> 01.10.2015.