

УДК 621.3

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛ» Скицюк В.И., Клочко Т.Р.

НТУУ «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Киев, Украина

Введение. Постановка задачи. Актуальной проблемой точного приборостроения является контроль за точностью изготовления деталей приборов.

Параметрами, которые наиболее полно характеризуют конечное качество прецизионной продукции приборостроения, в частности деталей оптических приборов, метрологических приборов, использующихся в производстве, являются параметры формообразования деталей, их геометрические параметры, шероховатость поверхности, твердость материала детали.

Исследования, проведенные авторами за последние годы [1–3], показывают, что для выполнения полноценного контроля качества валов, например деталей точного контрольно-измерительного прибора, необходимо иметь надежный контроль за размерами (диаметрами) при проведении технологического процесса изготовления деталей. Особенно это касается валов различных размеров для разных приборов. Невозможность определения погрешностей текущего размера диаметра вала приводит к торможению технологических процессов и, как следствие, дефектов и брака при изготовлении точных деталей.

Анализ результатов, полученных другими отечественными и зарубежными учеными, указывает на то, что проблема с измерением диаметра вала практически не развивалась ни в теоретическом, ни в практическом аспектах в течение достаточно длительного времени [4–8], несмотря на ее большую потребность в промышленности, хотя аналогичная проблема возникла и с разработкой методов и средств калибровки диаметра точного вала при изготовлении точных приборов.

Так, в работе [8] показан метод измерения диаметров вала с использованием структурированного измерения светового зрения. После калибровки модели структурированного измерения светового потока виртуальная плоскость устанавливается перпендикулярно измеряемой оси вала, а изображение полосы света на валу проецируется на виртуальную плоскость. На виртуальной плоскости центр измеряемого вала определяется путем подгонки проецируемого изображения под геометрическими ограничениями световой полосы, а диаметр вала измеряется определенным центром и проектируемым изображением. Экспериментальные исследования подтвердили точность измерения метода и влияние некоторых факторов на измерения (рисунок 1).

Недостатками такого метода, несмотря на высокую функциональность измерений, является ограниченность использования, которая предусматривает измерения в практически только лабораторных условиях, при наличии чистой ровной поверхности без посторонних включений и резких перепадов рельефа.

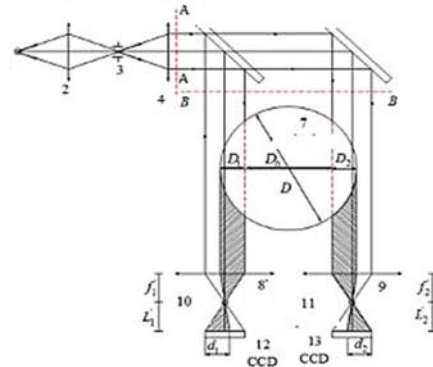


Рисунок 1 – Блок-схема измерительной модели лабораторной установки

Кроме того, является невысокая достоверность определения параметров детали вследствие возможных нарушений идентификации оптического изображения при настройке оптикоэлектронной системы устройства вследствие ее сложности.

Особенно это касается создания технических средств, которые действуют в автоматическом режиме, что подтверждает состояние публикаций по этой проблеме и состояние существующих приборов, которые промышленно выпускаются.

Цель работы. Разработка схематических решений и принципов автоматического контроля параметров формообразования детали типа «вал» в условиях производства для повышения качества изготовления точных приборов.

Метод исследования. Принцип автоматического контроля детали содержит последовательные операции по определению параметров твердости материала детали и шероховатости поверхности локальных участков массы детали. Это связано с регистрацией сигналов изменения созданного вокруг детали электромагнитного поля, возникающие при касании индентора поверхности детали, а также сигналов, которые идентифицируют перемещения индентора относительно поверхности. Итак, измерения микротвердости детали или заготовок непосредственно в системе технологического обрабатывающего оборудования можно проводить по серии измерений в раз-

личных точках поверхности изготовленной продукции или заготовки.

В то же время, основной особенностью способа автоматического контроля является создание интегрированного электромагнитного излучения в оптическом диапазоне, которое содержит три длины волны 460 нм, 530 нм и 635 нм с постоянной мощностью. Излучения направляют на локальную выбранный участок поверхности детали, которую обрабатывают, по нормали к отражающей поверхности в соответствии оптическое излучение. При этом деталь не нужно снимать со станка, что повышает точность контроля.

Сигнал оптического излучения, отраженного от поверхности детали, регистрируют фотоприемным устройством, сигнал от которого поступает в систему обработки сигналов.

Таким образом, анализируют пространственно-частотное распределение световых полей, который имеет зависимость изменения параметров от величины амплитудно-фазового распределения шероховатости поверхности. При этом регистрируют изменение фазы светового излучения, позволяет устанавливать связи величин микровысот профиля поверхности детали и амплитудно-фазового спектра отраженного от поверхности детали оптического излучения. Точность определения зависит от точности измерения сдвига фаз излучения.

Образованное интегрированное излучения, имеет три длины волны, позволяет регистрировать и анализировать комплексный образ поверхности детали. При этом определяют изменения твердости и шероховатости поверхности являются основными параметрами качества детали.

Измерения твердости и шероховатости выполняют поочередно, когда сначала определяют параметры световых полей отраженного излучения, путем обработки сигналов образуют образ определенного участка поверхности, а следующей операцией является погружение индентора в этот участок с целью определения твердости материала.

Результаты исследования. Итак, автоматический контроль заключается в одновременном высокоточном измерении твердости детали, при этом в цепи контрольно-измерительного, технологического оборудования и детали создают стабильное по своей конфигурации и напряженностью электромагнитное поле, а также определяют величины параметров шероховатости поверхности детали путем регистрации и анализа отраженного от поверхности этой детали. Для этого выделяют отдельные участки интегрированного оптического излучения, анализируют и формируют сигнал автоматизированной системы контроля качества изготовления детали.

Таким образом, получая интегрированный информационный сигнал, характеризующий не

только отклонения микротвердости материала в локальном участке измеряемой детали, а также определить шероховатость поверхности, можно повысить точность измерения в 2,5–3 раза в результате анализа динамики связей между изменениями мощности и фазовых изменений сигналов и изменениями твердости и шероховатости поверхности детали для повышения качества контроля при изготовлении прецизионных деталей на станках в условиях автоматизированного производства.

Выводы. Преимуществами разработанного метода автоматического контроля детали, в котором определяют параметры сигналов от систем комплексных преобразователей, которые формируют сигналы, идентифицируют изменения параметров электромагнитных полей, в частности в оптическом диапазоне излучения, в локальной зоне поверхности детали, которые определяют шероховатость поверхности и величину твердости материала, повышает функциональность контроля и точность изготовления детали, поскольку способ контроля не требует снятия детали с обрабатывающего станка.

Литература

1. Skytsiuk Volodymyr. Measurement errors of the shape's parameters of detail's surface by optical instruments / Volodymyr Skytsiuk, Tatiana Klotchko // Bulletin KPI. Series Instrument Making. – 2020. – Iss. 59(1). – P. 71–78.
2. Скицюк В.И. Физика технологии ТОНТОР: монография / В.И. Скицюк, Т.П. Клочко. – Саарбрюкен, Германия: ИД LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 332 с.
3. Tymchyk Gr. S. Basic principles of technological object's touch registration during machining materials / Gregory S. Tymchyk, Volodymyr I. Skytsiuk, Tatiana R. Klotchko, Andrzej Kotyra, Azat Turgunbekov, Saule Smailova // Przegląd Elektrotechniczny, R. 95, NR 4/2019. ISSN 0033-2097.
4. Wei G. Measurement of shaft diameters by machine vision / G. Wei, Q. Tan // Appl Opt. – 2011. – Jul 1; 50(19). – P. 3246-53.
5. Lemeshko Y.A. Precision dimensional inspection of diameters of circular reflecting cylinders / Y.A. Lemeshko, Y.V. Chugui, A.K. Yarovaya // Optoelectron. Instrum. Data Process. – 2007. – 43. – P. 284–291.
6. Xu Y. Double-grating interferometer for measurement of cylinder diameters / Y. Xu, O. Sasaki, T. Suzuki // Appl. Opt. – 2004. – 43. – P. 537–541.
7. Li W. Method of rotation angle measurement in machine vision based on calibration pattern with spot array / W. Li, J. Jin, X. Li, B. Li // Appl Opt. – 2010. – Feb 20;49(6). – P.1001-6.
8. Liu Siyan. Shaft Diameter Measurement Using Structured Light Vision / Siyan Liu, Qingchang Tan, Yachao Zhang // Sensors (Basel). – 2015. Aug; 15(8): 19750–19767.
9. Армарего И. Дж. А. Обработка металлов резанием / И. Дж. А. Армарего, Р.Х. Браун. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
10. Патент 139722 України. МПК (2019.01) G0IN 3/42, G01B11/00. Спосіб автоматичного контролю деталі / В.И. Скицюк, Т.П. Клочко. – Оубл. 10.01.2020.