

**УДК 681.2.08**

**Четвериков Б.С., Погонин А.А., Погонин Д.А.**

**О ПРОБЛЕМАХ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ  
ОБЪЕКТОВ И МЕТОДАХ ИХ РЕШЕНИЯ**

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

**UDC 681.2.08**

**Chetverikov B.S., Poronin A.A., Pogonin D.A.**

**ABOUT PROBLEMS OF CONTROL ACCURACY OF LARGE OBJECTS  
AND METHODS OF THEIR DECISION**

*Belgorod State Technological University after V.G. Shukhov,*

*Russia, Belgorod, Kostyukova str., 46*

*В данной статье рассматриваются проблемы бесконтактного оперативного контроля точности формы крупногабаритных деталей в области машиностроения.*

*Ключевые слова: бесконтактный контроль, крупногабаритные детали, геометрия, поверхность, лазер, погрешность формы, измерение.*

*This paper addresses the problem of noncontact operation monitoring of form accuracy of large objects in the machine-building field.*

*Key words: noncontact inspection, large machine parts, geometry, face, laser, error in the form, definition.*

Измерение геометрических параметров крупногабаритных объектов (преимущественно тел вращения) в автоматическом режиме является одной из актуальных задач в области машиностроения [1]. Объясняется это большими габаритами (диаметр 0,9–10м, длина – до 100м) измеряемых изделий [2] и измерительного инструмента и приборов, большим объемом измерительных операций и тяжелыми условиями внешней среды. Поэтому наиболее

рациональным является применение систем и комплексов оперативного контроля геометрических характеристик с оптико-электронными преобразователями [3], которые обеспечивают измерение без непосредственного контакта с деталью. При этом измерительные приборы должны быть беспрепятственно интегрированы в существующие системы автоматизации технологических процессов механической обработки [4] и сборки, а также обеспечивать возможность диагностики геометрии изделия при эксплуатации на предприятии с целью скорейшего выявления неработоспособности до полной остановки производственного процесса. У необходимости решения задачи контроля и измерения промышленных изделий существуют также и экономические причины. Известно, что в настоящее время стоимость выполнения операций контроля и измерения в среднем по всему машиностроению составляет около 10—20% себестоимости изделия. В наиболее ответственных случаях стоимость контроля достигает 50—60% общей себестоимости. Поэтому появляется необходимость в разработке и исследовании более прогрессивных методов контроля геометрических параметров объектов, в основу которых положена методика бесконтактных измерений [5].

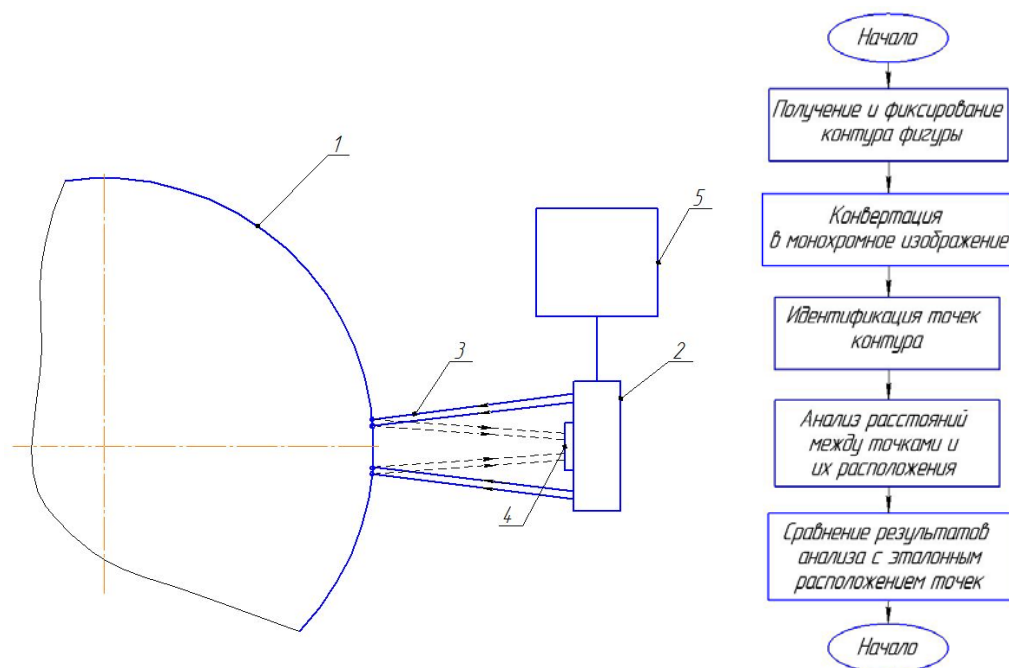
В отличие от традиционных методов определения прямолинейности оси вращения цементной печи, использующих стандартные геодезические инструменты, такие как проволочная струна, оптический луч, гидростатический нивелир и др., нашла своё применение координатоопределяющая технология. Суть координатоопределяющей технологии контроля геометрии вращающихся печей без их остановки заключается в измерении с большой частотой (до 6000 Гц) расстояния до поверхности бандажа, опорных роликов, венцовой и подвенцовой шестерен специальными предварительно закоординированными, лазерными дальномерами. Точность измерения расстояний 0,3-0,5 мм. Поскольку измерения на каждом элементе в системе «бандаж - два опорных ролика» производятся синхронно, то можно проанализировать взаимное влияние на положение центра бандажа отклонений формы самого бандажа.

Однако данный метод бесконтактного контроля не позволяет определить таких геометрических параметров точности вращающегося объекта как, например, отклонение от круглости. Также данная технология требует больших экономических затрат на комплекс оборудования (лазерные трекеры, лазерные дальномеры и др.) и программное обеспечение в виде специализированного метрологического пакета.

Авторами предлагается следующая технология бесконтактного контроля точности формы крупногабаритных объектов с использованием прибора для контроля погрешности формы [6]. В основу работы устройства положен принцип проецирования лазерных лучей в виде фигуры на измеряемый объект с последующей периодической фиксацией её изображения оптическим электронным приемником [7]. Далее зафиксированное оптическим электронным приемником цветное изображение обрабатывается в монохромное, анализируется, в частности определяется расположение точек контура, и сравнивается с допускаемым, предварительно загруженным в ПК. По заранее известным алгоритмам, заложенным в программное обеспечение, делается вывод о характере и величине погрешности формы и результат выводится на монитор. Принципиальную схему бесконтактного контроля точности формы (рис.1) предлагается реализовать следующим образом: на объект 1, подлежащий оперативному контролю, при помощи специального прибора проецируется шесть лазерных лучей 3 в виде точек (возможно также использование дифракционных решеток – «линия» или «крест»), объектив камеры 4, настроенной на профиль объекта 1, фиксирует полученный контур фигуры на своей матрице 2, передаёт его через кабель подключенный к порту USB в ПК 5 со специальным программным обеспечением, а затем изображение контура фигуры выводится на монитор и в окне специального ПО появляется информация о величине погрешности формы. Параметры объекта 1, в частности диаметр, должны быть заданы через пользовательский интерфейс предварительно перед измерениями. При этом следует отметить, что перед измерением необходимо выполнить точную юстировку прибора, а также

выставить оси лазеров средней пластины прибора по нормали к поверхности измеряемого объекта.

На основе результатов анализа расстояний между точками проекций лазерных лучей производится определение величин углов отклонения осей лазеров от нормали и наличия погрешностей формы, в частности, отклонения от круглости. По величине изменения расстояний между проецируемыми точками в процессе измерения определяются геометрические параметры, свидетельствующие об определенном отклонении формы поверхности объекта.



**Рис. 1. Принципиальная схема и принципиальный алгоритм бесконтактного контроля точности формы**

В процессе технологического вращения объекта положение проекций лазерных лучей блока лазеров будет изменяться в соответствии с изменением положения объекта и формы его поверхности [8].

Предлагаемый прибор для контроля точности формы может быть использован в качестве аппаратно-программного комплекса при восстановительной обработке [9] рабочих поверхностей крупногабаритных изделий с помощью специального нестационарного станочного модуля [10, 11], интегрированного в производственный процесс.

Таким образом, применение предлагаемого метода бесконтактного контроля позволяет достигнуть высокой точности и стабильности измерений, дает возможность дистанционных измерений при больших расстояниях между измерительным устройством и объектом. Также метод обладает высоким быстродействием и возможностью одновременного многопараметрического контроля формы объектов, и, что актуально, возможностью осуществления автоматизированных измерений практически без участия оператора.

#### Литература:

1. Погонин А.А., Санина Т.М., Федоренко М.А., Схиртладзе А.Г. Обеспечение точности формы при восстановлении работоспособности узлов помольных агрегатов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2009. - №9. - С. 43-46.
2. Погонин А.А., Блудов А.Н. Технологические предложения продления межремонтных интервалов думпкаров // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2010. - №8. - С. 12-14.
3. Погонин А.А., Чепчуров М.С., Короп А.Д. Датчик положения рабочих органов // Патент России № 171423. 2008. Бюл. № 7.
4. Погонин А.А., Чепчуров М.С., Старостин С.В., Схиртладзе А.Г. Технология ремонта крупногабаритных корпусных деталей металлургического оборудования // Ремонт. Восстановление. Модернизация. - 2005. - №2. - С. 20-22.
5. Четвериков Б.С., Погонин А.А., Погонин Д.А. Метод бесконтактного контроля точности формы крупногабаритных объектов с использованием специального прибора // Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 марта 2013 г. Часть 5. - Тамбов: ТРОО "Бизнес-Наука-Общество", 2013. - С. 144-145.

6. Четвериков Б.С., Чепчуров М.С., Блудов А.Н. Лазерное устройство для определения погрешности формы крупногабаритных объектов// Патент России № 121362. 2012. Бюл. № 29.

7. Четвериков Б.С., Погонин А.А. Лазерное устройство для определения погрешности формы крупногабаритных объектов // "Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2012". – № 4. Том 5. - Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. - С. 43-47.

8. Погонин А.А., Чепчуров М.С., Старостин С.В. Снятие характеристик процесса механической обработки крупногабаритных деталей // Тяжелое машиностроение. - 2005. - №3. - С. 15-16.

9. Погонин А.А., Федоренко М.А. Особенности обработки бандажей приставными станками // Международный конгресс производителей цемента. - Белгород: 2008. - С. 50-52.

10. Погонин Д.А., Чепчуров М.С., Жуков Е.М. Станочный модуль для восстановительной обработки крупногабаритных тел вращения// Патент России № 120029. 2012. Бюл. № 25.

11. Погонин Д.А., Четвериков Б.С., Погонин А.А. Оценка жесткости вариантов компоновки станочного модуля для восстановительной обработки крупногабаритных тел вращения // Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 марта 2013 г. Часть 4. - Тамбов: ТРОО "Бизнес-Наука-Общество", 2013. - С. 84-86.

Статья отправлена: 02.12.2013г.

©Четвериков Б.С., Погонин А.А., Погонин Д.А.