

2. *ГОСТ Р ИСО 9001–2015*. Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс] // Техэксперт. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124394>.

3. *ГОСТ Р 8.563–2009*. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики (методы) [Электронный ресурс] // Техэксперт. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200077909>.

УДК 658.562

**Г. Н. Мигачева, А. Ю. Минтимиров**

**G. N. Migacheva, A. Y. Mintimirov**

*ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Екатеринбург*

*Russian state vocational pedagogical university, Ekaterinburg*

**galnic42@gmail.com**

## **КОНТРОЛЬ ДЕТАЛИ ПРИ ПОМОЩИ ДАТЧИКА КОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ СИСТЕМЫ RENISHAW**

### **CONTROL DETAILS WITH A SENSOR CONTACT MEASUREMENT SYSTEM RENISHAW**

***Аннотация.** Важнейшую роль в обеспечении качества и конкурентоспособности продукции практически всех отраслей промышленности играет контрольно-измерительная техника, в которой особое место занимают средства измерения и контроля геометрических параметров ответственных деталей, узлов машин и механизмов.*

***Abstract.** The most important role in ensuring the quality and competitiveness of products of almost all industries is played by control and measuring equipment, in which a special place is occupied by the means of measuring and controlling the geometric parameters of critical parts, machine components and mechanisms.*

***Ключевые слова:** датчик контактного измерения; контроль; средства измерения; станок с ЧПУ; система Renishaw.*

***Keywords:** contact measurement sensor; control; measuring tools; CNC machine; Renishaw system.*

В условиях современного рынка, жесткой конкуренции и постоянного совершенствования технологий на предприятиях различных областей промышленности остро встает проблема быстрого и всестороннего контроля деталей, оснастки, заготовок, а также получения прототипов будущих изделий. Большинство предприятий России, действуя по старинке, используют в качестве средств контроля различные шаблоны, щупы и контрольные приспособления, которые зачастую не позволяют провести измерения в локальных зонах, указанных по требованию конструкторов, технологов и контролеров ОТК.

Сегодня контактные измерения являются общепризнанным методом, применение которого обеспечивает достижение максимальных показателей

эффективности работы, качества, точности и других характеристик станков. Стандартные программы, встроенные в современные системы ЧПУ, упрощают интеграцию измерительных циклов в операции по обработке и средства, работающие в автономном режиме. Такие стандартные программы в сочетании с интерфейсом CAD-систем делают очень удобным процесс моделирования измерительных функций. Датчики компании *Renishaw* обеспечивают значительную экономию затрат и дают повышение качества при решении любых задач на станках [1].

Контрольно-измерительные системы компании *Renishaw* (рисунок 1) позволяют исключить из технологического процесса дорогостоящие простои станков и брак, связанные с выполнением наладки и контроля инструмента вручную.



Рисунок 1 – Система *Renishaw*

Датчики, устанавливаемые на станках, часто называют триггерными контактными датчиками (или датчиками касания): в них реализована система срабатывания при контакте измерительного наконечника (щупа) датчика с деталью при ее измерении или установке. Степень повторяемости срабатывания является очень высокой. При срабатывании датчик посылает сигнал в систему управления через интерфейс, и система управления (почти одновременно) автоматически фиксирует положение станка по его энкодером (система обратной связи) [2]. После регистрации координат точки датчик перемещается дальше для срабатывания в другом месте. После регистрации нескольких точек становится известной форма элементов и профиля деталей. При измерениях выполняется замена элемента детали его теоретической моделью, например, окружностью или трехмерным угловым элементом. Срав-

нение фактического и расчетного размеров позволяет определить отклонение и выполнить точный, исчерпывающий контроль. Результирующая обратная связь является основой следующих видов контроля: профилактического, прогнозирующего, активного и информативного, которые необходимы для обеспечения комплексного эффективного контроля технологических процессов.

Конструкция датчика сочетает в себе испытанный на практике принцип работы тензодатчиков на базе кремния со сверхкомпактной электроникой, что обеспечивает непревзойденные характеристики работы этого устройства. Примерами тензодатчиков компании *Renishaw* являются изделия MP250, OMP400 и RMP600. Они позволяют решать на станках широкий ряд задач и дают возможность преодолеть ограничения при измерениях по трем осям, характерные для многих альтернативных разработок.

Тензометрические датчики размещаются на тщательно спроектированных элементах, установленных в конструкции датчика, но отдельно от кинематического механизма. Тензометрические датчики расположены таким образом, чтобы регистрировать все усилия на щупе, которые затем суммируются.

При достижении порогового значения в любом направлении генерируется сигнал срабатывания под воздействием сил, которые намного слабее сил, необходимых для срабатывания обычного датчика. В то же время для удерживания щупа в датчиках используется кинематический механизм, который гарантирует повторяемость при возвращении щупа в исходное положение, что является ключевым фактором обеспечения точных измерений.

Использование контактных датчиков измерения улучшило процедуру быстрого и точного измерения результатов обработки деталей типа «Корпус редуктора», не снимая их при этом со станка [3]. Такой подход способствовал реализации принципов рационального производства. Для этого был использован датчик RMP600 с тензоэлементами, который обеспечивает ювелирную точность «прикосновения», необходимое, например, для стабильного и точного измерения диаметров малых отверстий, контуров и контроля допусков на размер. Благодаря устранению лепесткового эффекта (описан выше) и повторяемости 0,025 мкм этот тензодатчик обеспечивает высокую точность при срабатывании с любого направления. При этом требуется однократное выполнение процедуры калибровки.

Использование контактных датчиков измерения обеспечивает на портальном пятикоординатном фрезерном станке *Alzmetall* GS1400 возможности координатно-измерительной машины (КИМ): ведь теперь можно получать со станка детали с результатами измерений, точность которых стандартно выдерживается в пределах 0,025 мм, что подтверждается при повторном контроле на контрольно-измерительной машине [1].

После измерений на экран станка выводятся геометрические характеристики, допуски формы и расположения этих отверстий. Оператору станка остается лишь удостовериться в точности исполнения механической обработки детали по чертежу и зафиксировать в журнале.

Конструкция датчика подробно показана на рисунке 2. Измерительный механизм состоит из грибка 1, на одном конце которого крепится измерительный наконечник 6, а на другом три цилиндрических штифта 9, электрически изолированных друг от друга и разнесенных на 120°. В обойме, состоящей из фланца 7 и сепаратора 4, изготовленных из непроводящего ток материала, установлены три пары шаров 8, образующих призмы. Шары изолированы друг от друга и через токосъемники соединяются в последовательную электрическую цепь, замыкаемую штифтами 9 при нейтральном положении грибка. Последней поджимается к призмам пружиной 2.

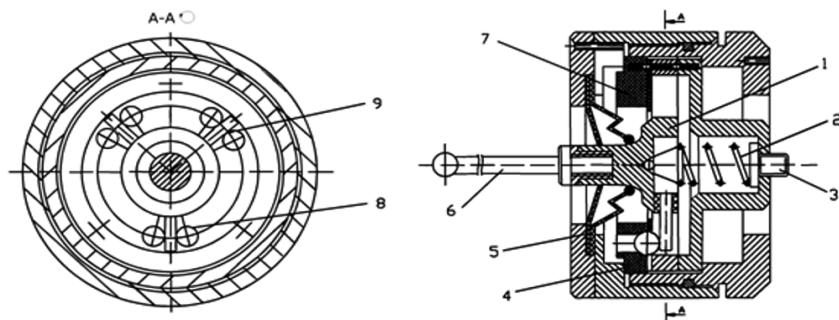


Рисунок 2 – Конструкция датчика

В тех случаях, когда объект измерения изготовлен из сравнительно мягкого материала, а усилие срабатывания датчика велико, при касании измерительного наконечника образуется вмятины, и получить правильные результаты не представляется возможным. В целях установки требуемой величины усилия срабатывания датчика, степень сжатия пружины 2 может изменяться при помощи регулировочного винта 3. При соприкосновении измерительного наконечника 6 с деталью грибок 1 поворачивается относительно оси, перпендикулярной оси головки или перемещается вдоль нее. Вследствие этого размыкается, по меньшей мере, один из контактов, что используется для формирования управляющего сигнала. Измерительный механизм помещен в герметичный корпус. Предлагаемая конструкция датчика имеет более высокую степень технологичности конструкции, что позволяет существенно упростить и удешевить процесс его сборки.

При подборе измерительной системы важно учитывать следующие показатели:

- абсолютная точность;
- повторяемости датчика;
- наличие функции 3D измерений;
- длина измерительно стержня и диаметр шарика.

Чем меньше длина стержня и диаметр измерительного шарика, тем выше точностные показатели. Сравнительные характеристики жесткости станка и жесткости измерительного стержня приведены в таблице 1.

Таблица 1

Жесткость станка и жесткость измерительного стержня, мкм

Тип измерительного датчика	Абсолютная точность, (по осям XYZ)	Повторяемость измерений, (по осям XYZ)	Абсолютная точность, (прочие направления)	Повторяемость измерений, (прочие направления)
Стандартная точность	5	1	до 10	5
Стандартная точность, с функцией 3D	5	1	5	1
Высокая точность, с функцией 3D	3	до 0,25	3	до 0,25

Процесс измерений полностью независим от кинематического механизма датчика. Датчики отличаются малым усилием срабатывания, высокой степенью повторяемости и стабильными характеристиками срабатывания, что обычно недостижимо при использовании датчиков обычной конструкции. Пользуясь этим принципом работы, можно устранить до 90 % ошибок, связанных с лепестковым эффектом, что в случае измерений по двум координатам позволяет снизить объем необходимой калибровки, а при измерениях по трем координатам и сложной геометрии обеспечивает чрезвычайно высокие характеристики [1].

*Список литературы*

1. *Этингоф М. И.* Автоматический размерный контроль на металлорежущих станках / М. И. Этингоф. Москва: АПР, 2016. 336 с.
2. *Мигачева Г. Н.* Операционный контроль изготовления детали при помощи датчика контактного измерения системы Renishaw / Г. Н. Мигачева, А. Ю. Минтимиров // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве: сборник статей IV Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием. Екатеринбург, 19 мая 2017 г. Екатеринбург: ФГАОУ ВО «Рос.гос. проф.-пед. ун-т», 2017. С. 127–131.
3. *Измерительные системы для станков с ЧПУ [Электронный ресурс].* Режим доступа: <http://www.renishaw.ru/ru/1030.aspx>.