

Анализ способов точного позиционирования рабочих органов станков с ЧПУ

77-48211/460001

Инженерный вестник # 07, июль 2012

Калмыков В. В., Малышев А. Н., Покровская М. Э.

УДК 621.91

Россия, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

m1@bmstu-kaluga.ru

На машиностроительных предприятиях оснащенных металлорежущим оборудованием с ЧПУ для определения геометрических размеров деталей и инструмента, в частности координат осей отверстий корпусных деталей, существует широкий спектр оснастки и приборов. Все большую популярность получают датчики положения различных конструкций и производителей. Наиболее распространенными и удобными в использовании из них являются:

1. вращающиеся детекторы касания (Рис. 1);
2. детекторы касания со световой и звуковой индикацией (Рис. 2).

Они имеют ряд преимуществ перед универсальными стрелочными индикаторами. Главными из них являются скорость определения положения и удобство использования. Большинство производителей указывают точность измерения такими детекторами ± 1 мкм. Целью работы является определение наиболее точного из них с помощью установления погрешности приборов на основе большого количества повторных измерений.



Рис. 1 Вращающийся детектор касания

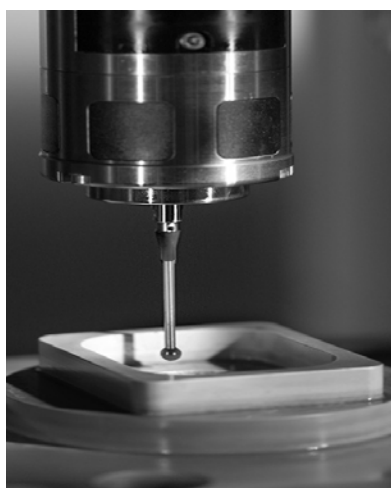


Рис. 2 Детектор касания со световой и звуковой индикацией

Датчики положения чаще применяются на фрезерных станках и обрабатывающих центрах. Они помогают уменьшить время установки и повысить точность изготавливаемых деталей. Функции установки, измерения и контроля выполняются в ручном или в автоматическом режиме, при помощи циклов измерения.

Эксперимент проводился на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ серии Mini Mill. Количество повторений опытов для каждой точки 50. Определялись координаты центра калибра с точным отверстием, выполненным по 7 качеству $\varnothing 25H7^{(+0.21)}$.

В проводимом эксперименте определялись координаты двух точек по оси X (x_i и x_j находящиеся в противоположных направлениях друг от друга соответственно), и двух точек по оси Y (y_i и y_j находящиеся в противоположных направлениях друг от друга соответственно). Координаты точек фиксировались по 50 раз.

Систематической погрешностью в данном случае является выбранное значение дискретности подачи рабочего органа станка. Так как точность изготовления большинства деталей на фрезерных операциях не превышает 0,01 мм, то такой же величины была установлена дискретность подачи.

$$\Delta_{\text{сист. датчик}} = 0,01 \text{ мм}$$

Поставленная задача решалась по следующему алгоритму:

- 1) Определение координат X_{ci} и Y_{ci} центра отверстия по координатным осям X и Y соответственно:

$$X_{ci} = \frac{+x_i + (-x_j)}{2}$$

где x_i и x_j - координаты двух точек находящиеся в противоположных направлениях друг от друга расстояние между которыми соответствуют диаметру по оси X.

$$Y_{ci} = \frac{+y_i + (-y_j)}{2}$$

где y_i и y_j - координаты двух точек находящиеся в противоположных направлениях друг от друга расстояние между которыми соответствуют диаметру по оси Y.

- 2) Определение среднего значения:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{50} X_{ci}}{50}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{50} Y_{ci}}{50}$$

- 3) Определение стандартного отклонения:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{50} (X_{ci} - \bar{x})^2}{n-1}}, n = 50$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{50} (Y_{ci} - \bar{y})^2}{n-1}}$$

Полученные значения представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1
Вращающийся детектор

x	y	σ_x	σ_y
1,7	-0,73	0,02	0,019

Таблица 2
Детектор с индикацией

x	y	σ_x	σ_y
87,67	-91,55	0,17	0,16

- 4) В расчетах принята вероятность $P=0,99$, количество степеней свободы $f=n-1=50-1=49$. В этом случае коэффициент Стьюдента будет равен:

$$t_{p,f}^{табл} = 2,6778$$

- 5) Определение случайной погрешности для детектора касания со световой и звуковой индикацией:

$$\Delta_{случ.x} = \sigma_x \cdot t_{p,f}^{табл} = 0,02 \cdot 2,6778 = 0,05 \text{ мм}$$

$$\Delta_{случ.y} = \sigma_y \cdot t_{p,f}^{табл} = 0,019 \cdot 2,6778 = 0,05 \text{ мм}$$

- 6) Определение случайной погрешности для вращающегося детектора касания:

$$\Delta_{случ.x} = \sigma_x \cdot t_{p,f}^{табл} = 0,17 \cdot 2,6778 = 0,46 \text{ мм}$$

$$\Delta_{случ.y} = \sigma_y \cdot t_{p,f}^{табл} = 0,16 \cdot 2,6778 = 0,44 \text{ мм}$$

- 7) Определение погрешности измерения по осям:

- а) для вращающегося детектора касания:

$$\Delta_x = \Delta_{сист.датчика} + \Delta_{случ.x} = 0,01 + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

$$\Delta_y = \Delta_{сист.датчика} + \Delta_{случ.y} = 0,01 + 0,05 = 0,06 \text{ мм}$$

- б) для детектора касания со световой и звуковой индикацией:

$$\Delta_x = \Delta_{сист.датчика} + \Delta_{случ.x} = 0,01 + 0,46 = 0,47 \text{ мм}$$

$$\Delta_y = \Delta_{сист.датчика} + \Delta_{случ.y} = 0,01 + 0,44 = 0,45 \text{ мм}$$

В результате сравнения этих двух способов опытным путем показано, что точность измерения с помощью детектора касания со световой и звуковой индикацией значительно ниже, чем с помощью вращающегося детектора касания. Это объясняется тем, что при подводе детектора касания со световой и звуковой индикацией к детали на расстояние соизмеримое с сотыми долями миллиметра, происходит искрение, т.е. пробои

электрического тока через воздух до фактического касания щупом заготовки, что вносит дополнительную погрешность. Следовательно, для обеспечения наибольшей точности следует позиционировать рабочие органы станка с помощью вращающегося детектора касания.

Список литературы

1. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерений. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград: Издательство Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1991. — 304 с.
2. Измерительная оснастка//japantool.ru: современное японское оборудование. URL.<http://www.japantool.ru/nikken/measure.shtml> (дата обращения:27.05.2011).