

СИСТЕМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

УДК 621.9.06

В.Н. Шкиль, А.Н. Коробочка, В.В. Дорофеев

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ КАСАНИЯ

Введение. Многие графические изображения зависимостей предполагают наличие функций, у которых малому изменению одной переменной соответствует малое изменение другой. Графический метод изображения функциональной зависимости между двумя и более переменными по сравнению с аналитическим или табличным методом является наиболее простым и наглядным. Наглядность графического изображения можно характеризовать примером выбора оптимального решения конструктивных задач как в машиностроении так и в приборостроении. Графическим методам отдают предпочтение, когда необходимо определить малые перемещение базовых деталей контрольно-измерительных устройств.

Современные графические редакторы, которые применяются в вычислительной технике, позволяют выполнять графические построения с высокой точностью. Так, например, с помощью системы AutoCAD можно выполнять графические построения с точностью до 10^{-8} м, что достаточно для графического определения малых перемещений.

Постановка задачи исследований. Целью данной работы является определение с помощью графического редактора AutoCAD погрешности измерительной головки касания, зависящей от отклонений геометрической формы и расположения базовых деталей измерительного устройства.

Результаты исследований. Величина погрешности измерительной головки касания [1] зависит от отклонений геометрической формы шариков 1 (рис. 1), которые расположены в соосных цилиндрических отверстиях нижнего фланца 2 и верхнего фланца 3, а также от расположения отверстий в шариках, через которые пропущены струны 4.

Для определения величины погрешности ΔS_{β} головки касания от установки в исходное положение измерительного наконечника 5,

рассмотрим контур поперечного сечения шарика плоскостью, проходящей через ось симметрии шарика. Применив полярную систему координат и рассматривая отклонение текущего радиуса-вектора как функцию полярного угла φ , можно представить функцию отклонения геометрической формы шарика в поперечном сечении в виде ряда Фурье с конечным числом членов $K=n$ [2].

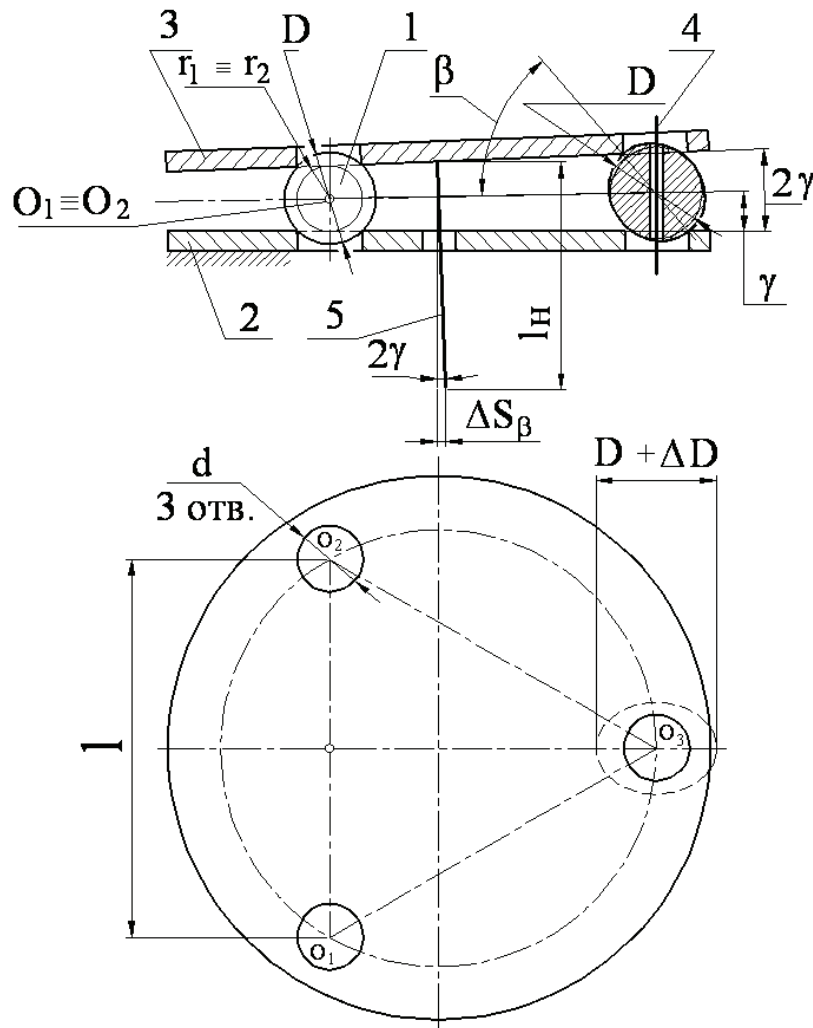


Рисунок 1 - Расчетная схема для определения величины погрешности ΔS_{β} измерительной головки касания

$$f(\varphi) = \frac{C_0}{2} + \sum_{k=1}^{k=n} C_k \cos(k\varphi + \varphi_k),$$

где $\frac{C_0}{2}$ - среднее значение функции за период 2π ;

C_k - амплитуда k -й гармоники ,

φ_k - начальная фаза.

Первый член ряда является эксцентриситетом, второй член ряда выражает овальность поверхности, третий член – огранку поверхности с трех вершинным профилем и так далее.

Для определения величины погрешности ограничимся второй гармоникой ряда Фурье. В данном случае поперечное сечение шарика будет представлять собой эллипс.

Для определения максимальной величины погрешности $\Delta S_{\beta_{\max}}$ измерительной головки предположим, что отклонения геометрической формы двух шариков равны нулю. Если величины диаметров шариков и диаметров соосных с ними цилиндрических отверстий соответственно равны $D_1 = D_2 = D_3 = D$ и $d_1 = d_2 = d_3 = d$, то величина погрешности будет зависеть только от отклонения геометрической формы третьего шарика [3].

На рис. 2 представлена расчетная схема для графического определения погрешности ΔS_{β} , зависящая от отклонений геометрической формы третьего шарика и расположения отверстия в шарике.

Последовательность графического определения величины погрешности ΔS_{β} измерительной головки касания.

1. Исходя из условия, что для определения максимальной величины погрешности [3] необходимым условием является равенство диаметров двух шариков и двух соосных с ними цилиндрических отверстий и равенство нулю их отклонений геометрической формы, примем за ось вращения опорной плоскости фланца 3 (см. рис. 1) отрезок O_1O_2 , проходящий через центры двух сфер.
2. Используя объектную привязку “Intersection” командой “Circle” из точки $O_1 \equiv O_2$ как из центра вращения опорной плоскости фланца 3, проводим окружности радиусами R_1 и R_2 , которые являются очерковыми образующими торической поверхности, образованной вращением окружности диаметром d вокруг оси O_1O_2 .

При отклонении геометрической формы третьего шарика опорная плоскость фланца и измерительный наконечник 5 (см. рис. 1) повернется на угол 2γ .

3. Командой “Line”, применяя объектные привязки “Intersection” и “Tangent”, проводим две прямые через точки

пересечения окружностей радиусами R_1 и R_2 с эллипсом и касательные к окружности r_1 и r_2 .

4. Опцией “3Point” последовательно переносим в плоскости чертежа начало системы координат в точки пересечения прямых с окружностью радиуса R_3 . Из точек пересечения как из начала системы координат в отрицательном направлении оси y строим отрезки равные длине измерительного наконечника головки касания.
5. Командой “Linear Dimension” указываем на чертеже размеры отклонения измерительного наконечника от исходного положения при вращении опорной плоскости фланца и касания опорной плоскости слева и справа относительно отверстия в шарике.

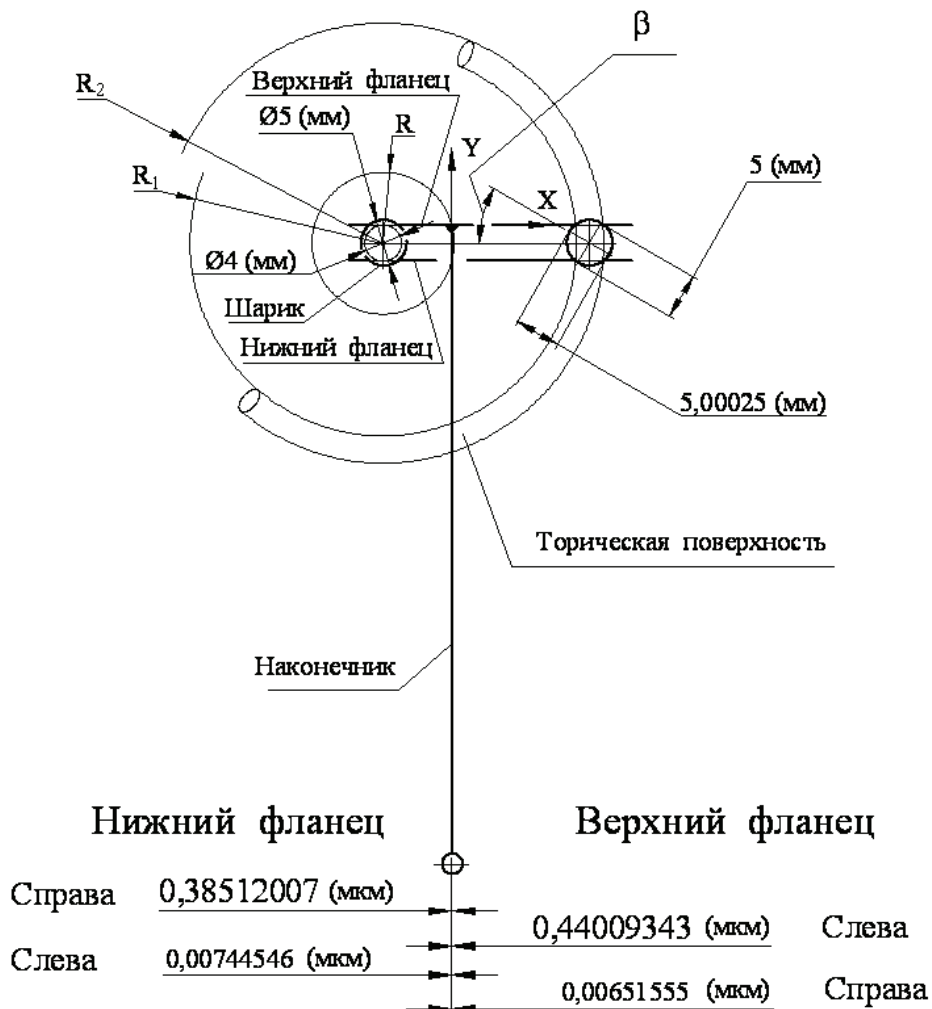


Рисунок 2 - Схема графического определения величины погрешности ΔS_β измерительной головки касания

6. Проводим так же построения и измерения для нижнего фланца.

7. Поворачивая по часовой стрелке эллипс, последовательно повторяем все построения и измерения через 15° .

В таблице приведены величины погрешности измерительной головки касания, зависящей от отклонений геометрической формы шарика 10-й степени точности, рассчитанной графическим методом в пакете AutoCAD.

На рис. 3. представлены графики зависимости величины погрешности головки касания ΔS_β .

Таблица

Величина погрешности ΔS_β головки касания при отклонении геометрической формы шарика 10-й степени точности, 10^{-6} м
($d=3 \cdot 10^{-3}$ м, $D=5 \cdot 10^{-3}$ м, $l_n=70 \cdot 10^{-3}$ м, $l=26 \cdot 10^{-3}$ м)

Угол, град.	Верхний фланец		Нижний фланец		Величина суммарной погрешности
	Справа	Слева	Справа	Слева	
0	0,1873	0,1873	0,1873	0,1873	0,374
15	0,0632	0,3219	0,2817	0,072	0,604
30	0,0065	0,4401	0,3851	0,0074	0,825
45	0,0091	0,510	0,4463	0,0104	0,956
53	0,0351	0,5204	0,4554	0,0402	0,976
60	0,0703	0,5129	0,4489	0,0401	0,962
75	0,1736	0,4482	0,3922	0,0803	0,840
90	0,3331	0,3331	0,3331	0,3331	0,666

Анализ результатов расчетов показывает, что максимальная величина погрешности головки касания возникает при касании слева от оси отверстия в шарике для верхнего фланца и справа для нижнего фланца, а их суммарная максимальная величина погрешности при угле $\beta=53^\circ$ равна $0,976 \cdot 10^{-6}$ м. При этом постоянная составляющая величины погрешности равна $0,374 \cdot 10^{-6}$ м, а суммарная максимальная величина погрешности измерительной головки касания равна $0,601 \cdot 10^{-6}$ м.

Анализ результатов расчетов, выполненных при использовании математической зависимости [4].

$$\Delta S_{\beta \max} = \frac{2l_n \sqrt{4R_u - d_0}}{R_u (\sqrt{3}l - d_0)}, \Delta R, \quad (2)$$

показывает, что при отклонении геометрической формы шарика 10-й степени точности максимальная величина погрешности равна $0,666 \cdot 10^{-6}$ м.

Таким образом, анализ результатов расчетов, выполненных на основании математической зависимости (2) и графического метода с помощью пакета AutoCAD показывает, что погрешность вычислений отличается на величину $0,065 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

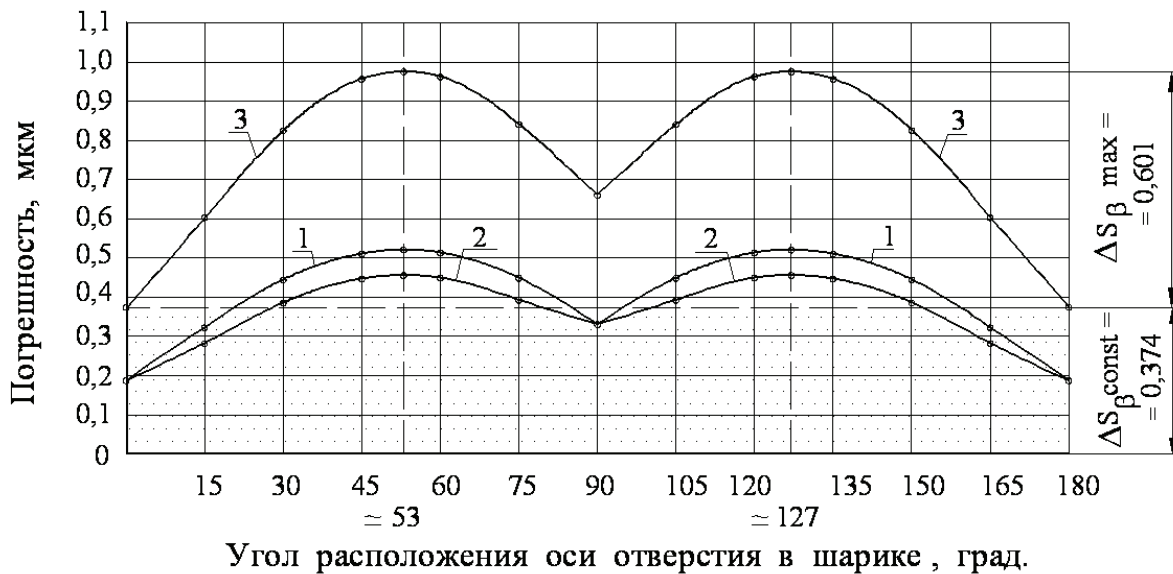


Рисунок 3 - Зависимость погрешности ΔS_{β} измерительной головки касания

Выводы. Графический метод определения погрешности измерительной головки касания, показал что максимальная величина погрешности возникает при касании опорной плоскости верхнего фланца слева от отверстия в шарике и справа для нижнего фланца. При этом величина погрешности вычислений равна $0,065 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкиль В.Н. Измерительная головка касания // Придніпровський науковий вісник: Машинобудування та технічні науки. – 1997. – №44(55). – с. 25-27.
2. Пискунов М.С. Дифференциальное и интегральное исчисление. В 2-х т. Т.2.-М.: Наука, 1972.-576с.
3. Шкиль В.Н., Коробочка А.Н., Дорофеев В.В. Использование пакета AutoCAD при определении погрешностей измерительных головок касания на металлорежущих станках с ЧПУ // Системні технології. Випуск 4(55).- Дніпропетровськ, 2006. -с. 50-56.
4. Шкиль В.Н. Влияние расположения отверстия в шариках на величину погрешности головки касания // Придніпровський науковий вісник: Машинобудування та технічні науки. Дніпропетровськ: Наука і освіта. – 1998. -№24(91).-с. 12-14.

Получено 26.10.2006 г.