XXXI Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научной конференции. Ч. VII: С.110-112, 2003.

УДК 681.2.08 (042.3)

Т.Н.Момзикова, С.А.Штукатуров (6 курс, каф. ИТиКТ, СПбГИТМО(ТУ))
С.С.Гвоздев (рук. СКИБ, СПбГИТМО(ТУ))

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

ABSTRACT: In this paper authors has received formula for calculation one of instrumental errors of arrangement control.

При рассмотрении задачи об измерении внутреннего диаметра протяженных цилиндрических объектов необходимо учитывать возможность появления различных погрешностей, таких как, отклонение от круглости, отклонение от цилиндричности, отклонение от прямолинейности оси и другие, рассматриваемые в литературе [1]. В дальнейшем рассмотрим только первые две, т.к. как правило, в документации на объект задается допуск на диаметр и допуск прямолинейности.

Предполагаем, что возможно отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший и наименьший диаметр которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях.

В качестве базирующего элемента применим каретку в состав которой входят две совокупности трехэлементных центрирующих захватов, расположенных на определенном расстоянии. Угол между ножками захватов в этом случае равен 120°.

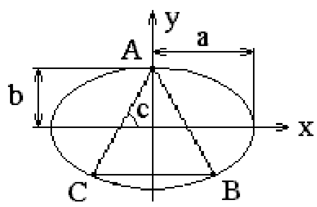
Рассмотрим положения каретки при которых отклонение цента захвата в случае эллиптичности допуска могут иметь два положения:

- ножка совмещена с малой полуосью эллипса
- ножка совмещена с большой полуосью эллипса

Попытаемся оценить эти отклонения в общем виде и выразить в аналитической форме.

1 случай: ножка каретки совмещена с малой полуосью эллипса.

Введем декартову систему координат с началом в центре эллипса и осями, расположенными параллельно осям эллипса. Ось абсцисс параллельна большой диагонали, ось ординат параллельна малой диагонали эллипса.



Уравнение эллипса в этих координатах выглядит следующим образом:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1,$$

где a – большая, b - малая полуоси эллипса.

Уравнения наклонных прямых отрезки которых составляют Δ ABC запишем следующим образом: y=cx+b, где c – угол наклона прямой.

Для определения координат точек пересечения эллипса и треугольника необходимо решить систему из двух уравнений, приведенных выше.

Подставляя одно в другое, раскрывая скобки, упрощая, рассматривая уравнение второй степени относительно x получим два корня:

$$x_1 = 0; \quad x_2 = -\frac{2a^2bc}{a^2c^2 + b^2}.$$

Чтобы получить выражение для ординаты y точек пересечения подставим полученные корни в уравнение прямой:

$$y_1 = cx + b = b = y(0); \quad y_2 = cx + b = -\frac{2a^2bc^2}{a^2c^2 + b^2} + b = y(x)$$

Итак, мы получили координаты вершин треугольника:

$$A(0,b),\ B\left(-\frac{2a^2bc}{a^2c^2 + b^2}, -\frac{2a^2bc^2}{a^2c^2 + b^2} + b\right), C\left(\frac{2a^2bc}{a^2c^2 + b^2}, -\frac{2a^2bc^2}{a^2c^2 + b^2} + b\right).$$

Рассмотрим равносторонний Δ ABC и найдем проекцию стороны l этого треугольника на координатные оси.

$$y_l = y(0) - y(x); \quad x_l = 0 - x$$

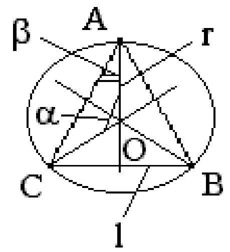
По теореме Пифагора определяем величину стороны l:

$$l = \sqrt{x_l^2 + y_l^2} = \sqrt{x^2 + \left(b - \left(-\frac{2a^2bc^2}{a^2c^2 + b^2} + b\right)\right)^2} = \frac{2a^2bc}{a^2c^2 + b^2}\sqrt{1 + c^2}.$$

Пересечение медиан равностороннего треугольника определит центр описанной вокруг этого треугольника окружности. Найдем ее радиус r.

$$\frac{\sin\alpha}{l} = \frac{\sin\beta}{r} \Rightarrow r = l \cdot \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} \cdot \frac{2a^2bc}{a^2c^2 + b^2}\sqrt{1 + c^2} = 0{,}577 \cdot \frac{2a^2bc}{a^2c^2 + b^2}\sqrt{1 + c^2}.$$

Пусть AO=r; т.к. Δ ABC равносторонний, то AC=AB=BC=l, ∠α=120°, ∠β=30°



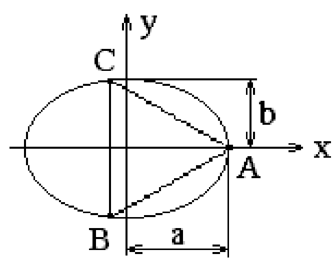
Смещение центра окружности, описанной вокруг Δ ABC относительно центра эллипса будет выражаться формулой:

$$\Delta = b - r = b - 0{,}577 \cdot \frac{2a^2bc}{a^2c^2 + b^2}\sqrt{1 + c^2},$$

где Δ это одна из рассматриваемых погрешностей при отклонении от круглости.

2 случай: ножка каретки совмещена с большой полуосью эллипса.

Рассмотрим ту же систему координат. Производя вычисления аналогично предыдущему случаю, получим для смещения центра окружности, описанной вокруг Δ ABC относительно центра эллипса соотношение:



$$\Delta = a - r = a - 0{,}577 \cdot \frac{2ab^2c}{a^2 + b^2c^2}\sqrt{1 + c^2},$$

где Δ - другая из рассматриваемых погрешностей при отклонении от круглости.

Для рассмотренных выше двух способов положения каретки можно вывести общую формулу смещения центра окружности, описанной вокруг Δ ABC относительно центра эллипса:

$$\Delta = n - r = n - 0{,}577 \cdot \frac{2m^2nc}{m^2c^2 + n^2}\sqrt{1 + c^2},$$

где n - полуось эллипса с которой совмещена ножка каретки, m - другая полуось.

При рассмотрении отклонения от параллельности можно применить выведенную формулу с учетом расстояний по оси между базирующими элементами каретки и вывести формулу его определения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляхтер Л.М., Соболев Е.А. Взаимозаменяемость и технические измерения. - М, Машиностроение, 1993.