

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ КРУГЛОСТИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Сырко́в Е.С., студент, **Пацера С.Т.**, к.т.н., доцент.

(*Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина*)

Качество деталей машин (валов, дисков, цилиндров), имеющих форму цилиндра, во многом определяется действительными отклонениями поверхностей от круглости. Отклонение от круглости - наибольшее расстояние Δ от точек реального профиля до прилегающей (описанной) окружности минимального радиуса (рис.1).

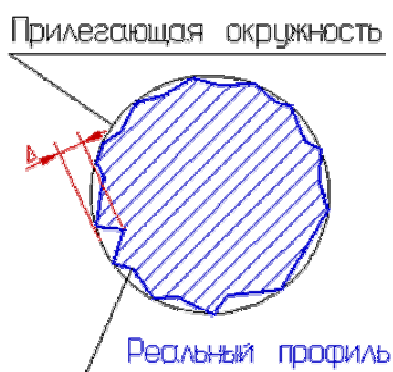


Рисунок 1 – Схема образования отклонения от круглости

Отклонение от круглости может быть измерено на специальных приборах (кругломерах), рабочим органом которых являются датчики - наконечники.

Применение таких приборов пока ограничено как в учебных заведениях, так и на большинстве предприятий машиностроения из-за высокой стоимости самого прибора и прилагаемого к нему специального программного обеспечения.

Целью настоящего исследования является разработка альтернативных подходов, не требующих существенных затрат, но в тоже время исключаящую упомянутую выше методическую погрешность.

Нами предлагается алгоритм, основанный на разложении функции, заданной облаком экспериментальных точек, в ряд Фурье. Принципиальный подход к решению аналогичной задачи изложен в работе [1, стр.171]. Однако для его применения потребовалась дополнительная проработка ряда вопросов, в том числе разбиение процесса на ряд четко определенных стадий и проверка достоверности расчетов.

Шаг 1. Получаем (на экспериментально-лабораторной установке, или на станке) дискретные координаты замкнутой кривой, являющейся поперечным сечением заданной детали. В результате выполнения шага 1 получаем таблицу координат R и φ .

Шаг 2. Определяем значения дискретной функции:

$$\Delta R = R - R_0 = f(\varphi), \quad (1)$$

где R_0 – номинальный радиус детали вал.

Шаг 3. Для аналитического отображения контура сечения используем разложение функции (1) в ряд Фурье четной функции (3):

$$f(\varphi) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cdot \cos(k\varphi + \varphi_k), \quad (2)$$

где $a_0/2$ – нулевой член разложения, является постоянной составляющей отклонения от номинального значения);

a_k – коэффициенты ряда Фурье k -й гармоники;

k – порядковый номер составляющей гармоники.

Первый член разложения – $a_1 \cos(\varphi + \varphi_1)$ – отображает эксцентриситет, второй член ряда Фурье – $a_2 \cos(2\varphi + \varphi_2)$ – овальность, третий член ряда $a_3 \cos(3\varphi + \varphi_3)$ – выражает огранку с трехвершинным профилем.

Шаг 4. Вычисляем коэффициенты Фурье при помощи приближенных методов интегрирования.

1. Разобьем промежуток $[0, 2\pi]$ на n равных промежутков точками (рекомендуемое $n=8$).

2. Используя формулу прямоугольников (метод приближенного вычисления определенных интегралов [2, стр. 385]), и, задавая $k = 0 \div 3$, находим коэффициенты Фурье, а значит эксцентриситет (несоосность), овальность и огранку. Указанные отклонения формы детали, как правило, нормируются, а пределы их допустимых значений оговариваются в технических требованиях чертежа.

Самостоятельный интерес представляет разработанная нами методика проверки достоверности предлагаемого алгоритма. Для этого применен метод ситуационного геометрического моделирования в одном из графических редакторов, например, в среде КОМПАС v11 (рис.2).

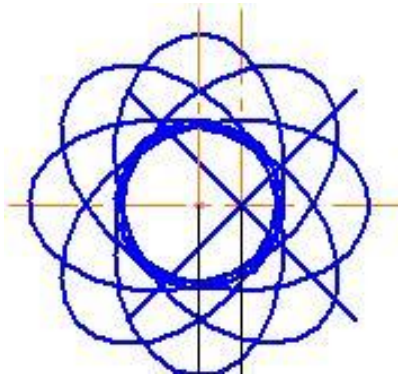


Рисунок 2 – Схема геометрического моделирования вращения овала с учетом эксцентриситета

Модельные замеры, имитирующие показания датчиков научно-исследовательской лабораторной установки, производим последовательно, определяя координаты точек пересечения профиля овала с горизонтальной осью.

Получена хорошая сходимость: погрешность расчета не превышает 1 мкм.

На основе рассмотренного алгоритма может быть реализована научно-исследовательская лабораторная работа. Алгоритм может быть использован, как альтернатива имеющимся на рынке дорогостоящим программам.

Перечень ссылок

1. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для втузов/А. И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов.– 6-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1987.-352.: ил.
2. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов, т. 1: Учебное пособие для втузов.—13-е изд.— М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985.— 432 с.