

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ РАДИУСНЫХ ОБРАЗУЮЩИХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**В.В. Тимошенко**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М.И. Михайлов

В общем случае параметры характеристического образа отличны от параметров режущих элементов инструмента, поскольку последние назначают исходя из условий как формообразования, так и резания. В результате, одному характеристическому образу может соответствовать множество режущих инструментов. Например, характеристический образ в виде окружности присущ фасонному резцу для обработки торковых поверхностей, концевой сферической фрезе, дисковой торковой фрезе и разным модификациям этих инструментов для обработки пазов, винтовых и других сложных поверхностей, спрофилированных по окружности. В характеристическом образе отражаются геометрические свойства возможных инструментов, существенные для представления процесса формообразования поверхности. Задание характеристического образа инструмента, его положения и перемещения в системе отсчета, связанной с заготовкой, определяет общую схему формообразования. Следует отметить, что форма характеристического образа может в процессе движения становиться другой вследствие соответствующего изменения положения режущего инструмента и его геометрии с целью, например, приближения к форме образующей номинальной поверхности изделия. В результате при синтезе общих схем обработки возникают задачи выбора рациональной формы характеристического образа инструмента. Для сложной поверхности существует множество решений данной задачи. Например, выпуклая поверхность может быть образована инструментом с выпуклым, прямым или вогнутым характеристическим образом при разных направлениях и других параметрах его движения. Поэтому практический интерес представляет установление влияния общей схемы формообразования на эффективность способа обработки и при наличии такого влияния – определение критериев выбора характеристического образа инструмента и траектории его движения. Решение обратной задачи формообразования позволяет определить необходимые движения инструмента относительно детали, а также рассчитать минимальное количество и рациональное размещение многогранных пластин в корпусе сборного инструмента. Исходными условиями для решения этой задачи является вид действительной кинематической поверхности и допустимый размер остаточного гребешка кинематической погрешности.

Для решения обратной задачи формообразования достаточно заменить криволинейную образующую каждого отсека поверхности детали линейными режущими кромками инструмента. Уравнение одной кромки в выбранной системе координат  $y = p_1 + p_2x$ . Причём необходимо так расположить каждую режущую кромку чтобы сумма квадратов погрешностей  $E$ , была бы минимальной (рис. 1).

Для этого на образующей поверхности детали выделяем ряд характерных точек. Сгруппируем их по три, причём последнюю точку предыдущего множества считаем первой для следующего.

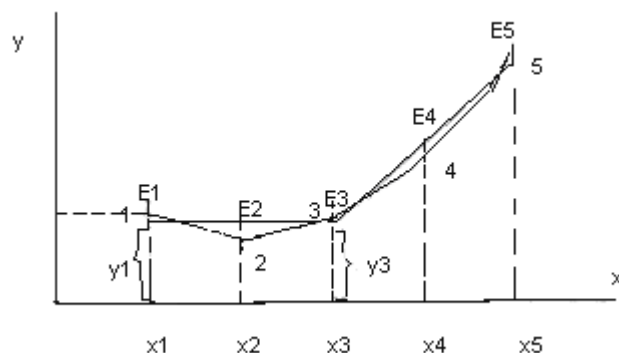


Рис. 1. Аппроксимация образующей поверхности детали

Определим координаты точек, принадлежащих режущей кромке первой пластины при  $i = 1, 2, 3$

$$y_i = P_1 + P_2 x_i. \quad (1)$$

Погрешности от замены кривой образующей поверхности можно записать для выделенных точек в виде

$$E_i = P_1 + P_2 x_i - y_i,$$

из принятых условий замены получим функцию погрешностей

$$F = \sum_{i=1}^3 (P_1 + P_2 x_i - y_i)^2$$

коэффициенты  $P_1$  и  $P_2$  определим из условия минимизации функции  $P$ , для чего приравняем к нулю первые производные  $P$  по  $P_1$  и  $P_2$

$$\frac{dF}{dP_1} = n_1 P_1 + P_2 \sum_{i=1}^3 x_i = \sum_{i=1}^3 y_i. \quad (2)$$

Аналогично

$$\frac{dF}{dP_2} = P_1 \sum_{i=1}^3 x_i + P_2 \sum_{i=1}^3 (x_i)^2 = \sum_{i=1}^3 x_i y_i. \quad (3)$$

Решая уравнения (2) и (3) совместно, получим

$$P_1 = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i \sum_{i=1}^3 x_i - \sum_{i=1}^3 x_i \sum_{i=1}^3 x_i y_i}{3 \sum_{i=1}^3 (x_i)^2 - (\sum_{i=1}^3 x_i)^2};$$

$$P_2 = \frac{3 \sum_{i=1}^3 x_i y_i - \sum_{i=1}^3 x_i \sum_{i=1}^3 y_i}{3 \sum_{i=1}^3 (x_i)^2 - (\sum_{i=1}^3 x_i)^2}$$

Для второго участка, т. е. точки 3, 4, 5 составим уравнения, аналогичные (1).

Решение данной задачи осуществляется численным анализом. Для её решения проведем ряд экспериментов, в которых будем изменять длину и радиус обрабатываемой поверхности.

1. *Изменение длины обрабатываемой поверхности при неизменном радиусе.*

В результате экспериментов получили графики величины изменения погрешности (рис. 2).

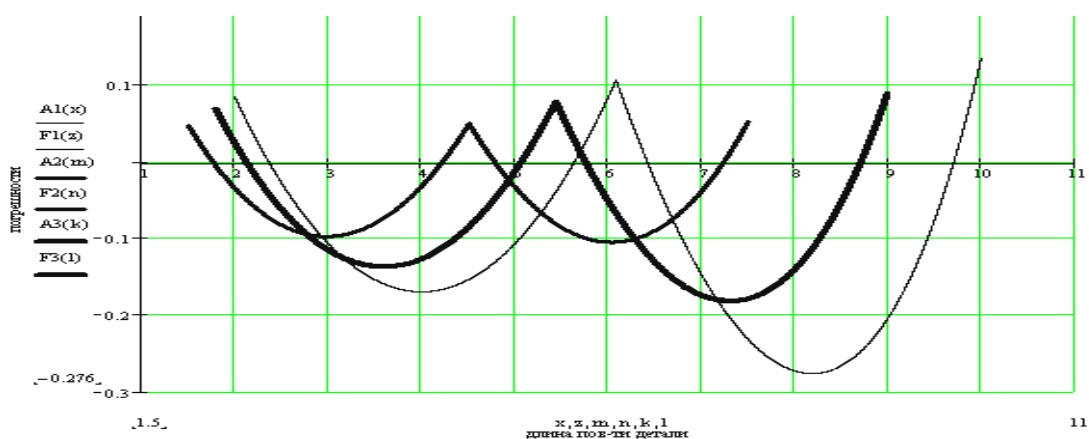


Рис. 2. Сводный график величины погрешности при изменении длины обрабатываемой поверхности и неизменном радиусе

2. *Изменение радиуса при неизменной длине обрабатываемой поверхности.*

В результате экспериментов получили следующие графики величины изменения погрешности (рис. 3).

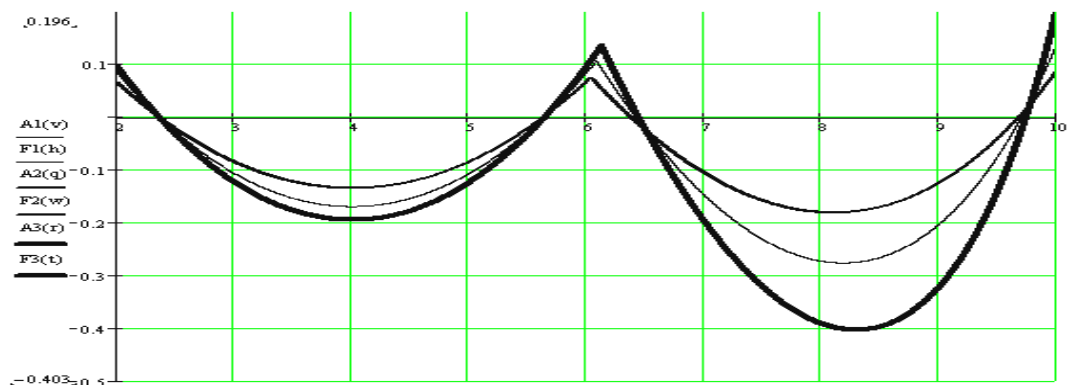


Рис. 3. Сводный график величины погрешности при изменении радиуса и неизменной длине обрабатываемой поверхности

### Выводы

В данной работе были произведены две группы опытов: изменение длины обрабатываемой поверхности при неизменном радиусе и изменение радиуса обрабо-

танной поверхности при неизменной длине. В результате были получены следующие результаты: в первом случае при увеличении длины обрабатываемой поверхности погрешность в результате замены прямыми увеличивается, а при уменьшении длины погрешность уменьшается. Во втором случае при увеличении радиуса погрешность от замены уменьшается, а при уменьшении радиуса погрешность от замены увеличивается. В обоих случаях полученные графики между характерными точками имеют параболический характер изменения погрешности, величина погрешности в интервалах измерена в двух тысячах точках.