

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СМП В КОРПУСЕ ИНСТРУМЕНТА

Непомнящих А. В.

*Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого*

Научный руководитель: к.т.н. Михайлов М. И.

На точность обработки деталей значительное влияние оказывает пространственная погрешность закрепления пластины в пазу державки режущего инструмента. Величина этой погрешности зависит в основном от точности размеров режущей пластины и паза державки, поэтому имеется необходимость в исследованиях такого рода.

Подобными проблемами, связанными с точностью позиционирования СМП, в своих работах занимались: Михайлов М. И., Хае Г. Л., Гах В. М., Громаков К. Г. и др.

Исследования проводились в реальных условиях. Для их проведения были взяты двадцать штук четырехгранных твердосплавных пластин (N).

Для всех пластин определяли контурные площади касания базовых граней с эталонной плоскостью. В качестве эталонной плоскости была принята плоскопараллельная концевая мера, на которую наносился тонкий слой краски. Поочередно исследуемые пластины прикладывали к окрашенной поверхности концевой меры и делали отпечатки поверхности пластинки на бумаге.

В случае, когда эксперимент проводится с целью установления вида функции плотности вероятности, обработка результатов экспериментальных данных проводилась в следующей последовательности:

1. По опытным данным строится эмпирическая кривая.
2. Определяются параметры эмпирического распределения.
3. Выдвигается одна или несколько гипотез о функции плотности исследуемой случайной величины исходя из внешнего вида экспериментальной кривой и значений её параметров и факторов, влияющих на её вид.
4. Выравнивается эмпирическая кривая по одной или нескольким принятым теоретическим кривым последовательно.
5. Проводится сравнение по одному из критериев согласия эмпирической и теоретической кривых.
6. Выбирается функция, дающая наилучшее согласование.

По экспериментальным данным определяли наиболее характерные эмпирические параметры: среднее значение исследуемого параметра и его среднеквадратическое отклонение, показатель асимметрии, показатель эксцесса (крутизны).

По результатам эксперимента построили: вероятностные контурные площади касания, гистограммы относительных площадей касания, гистограммы частотных и вероятностных поверхностей, гистограммы распределения вероятности попадания площадей контакта.

Общее правило выравнивания эмпирического распределения заключается в том, что в каждое теоретическое распределение входят величины, называемые параметрами. Так как они неизвестны, то их нужно определить по эмпирическо-

му распределению, подставить в функцию плотности, а затем рассчитать вероятности случайных величин.

В нашем случае выравнивание было произведено по нормальному закону (закону Гаусса).

Сравнение эмпирических функций распределения частот проводилось по критерию согласия Пирсона χ^2 . Этот критерий является наиболее приемлемым при большом числе наблюдений. Он обеспечивает минимальную ошибку принятия неверной гипотезы.

В результате вычислений критерия и сравнения функций подтвердили выдвинутую гипотезу о нормальном законе распределения.

Аналогичные измерения и расчёты были проведены для левой и правой боковых граней, а так же для геометрических параметров: длины грани, высоты пластины и углов при вершинах. Геометрические параметры измерялись при помощи микроскопа (МИМ-1).

По полученным массивам данных построили гистограммы распределения и определили законы распределения для каждого параметра. Если вероятность того, что исследуемые эмпирические кривые согласуются с теоретической более 0.05, то считали, что эмпирическое распределение согласуется с теоретическим.

Расчёт погрешностей проводился через определение элементарных перемещений и поворотов, совершаемых последовательно пластиной относительно паза державки из номинального положения в предельное, а также было принято допущение, что размеры паза не имеют погрешностей.

При этом базовые точки 1,2,3,4,5,6 на гранях пластины должны войти в контакт с точками паза корпуса инструмента.

Элементарные перемещения и повороты определяли при помощи графа (в матричной форме):

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ \lambda \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & q_{16} \\ 0 & 0 & 0 & q_{24} & q_{25} & 0 \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} & 0 & 0 & 0 \\ q_{41} & q_{42} & q_{43} & 0 & 0 & 0 \\ q_{51} & q_{52} & q_{53} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & q_{64} & q_{65} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Z_1 \\ \Delta Z_2 \\ \Delta Z_3 \\ \Delta Y_4 \\ \Delta Y_5 \\ \Delta X_6 \end{bmatrix},$$

где a, b, c – перемещения одной системы координат относительно другой; λ, β, γ – повороты одной системы координат относительно другой; $\Delta Z_1, \Delta Z_2, \Delta Z_3, \Delta Y_4, \Delta Y_5, \Delta X_6$ – отклонения размера по нормали к базовой поверхности; $\Delta Z_1, \Delta Z_2, \Delta Z_3, \Delta Y_4, \Delta Y_5, \Delta X_6$ – принимаются максимальными (на основании измерения параметров пластин) для определения максимальной погрешности установки пластины; $\Delta Z_1 = \Delta Z_2 = \Delta Z_3 = 0.005 \text{ мм}$; $\Delta Y_4 = l_1 \cdot tg \alpha = 0.08064$; ΔX_6 – принимали равным 0; $\Delta Y_5 = l_2 \cdot tg \alpha = 0.01152$.

Для решения графа рассматривалась каждая грань в отдельности:

$$\begin{bmatrix} \Delta Z_1 \\ \Delta Z_2 \\ \Delta Z_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & y_1 & -x_1 \\ 1 & y_2 & -x_2 \\ 1 & y_3 & -x_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c \\ \lambda \\ \beta \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta Y_4 \\ \Delta Y_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -x_4 \\ 1 & -x_5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b \\ \gamma \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[\Delta X_6] = [1] \cdot [a], \quad (3)$$

где: y_i, x_i – координаты базовых точек.

Матрицы (1), (2) и (3) позволяют определить значения коэффициентов q_{ij} .

В результате несложных математических вычислений запишем полученный граф, который даёт нам полное представление о точности позиционирования партии исследованных пластин в корпусе инструмента:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ \lambda \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,000034 & 0,000048 & 0 \\ 0,0175 & -0,0025 & -0,01 & 0 & 0 & 0 \\ 0,0025 & -0,0025 & -0,005 & 0 & 0 & 0 \\ 0,00125 & -0,00125 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,09408 & 0,0019 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,005 \\ 0,005 \\ 0,005 \\ 0,08064 \\ 0,01152 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Решая матрицу (4) получили значения смещений и углов поворота пластины: $a = 0; b = 3,3 \cdot 10^{-6}; c = 2,5 \cdot 10^{-5}; \lambda = -2,5 \cdot 10^{-5}; \beta = 0; \gamma = -0,008$.