

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН ОТНОСИТЕЛЬНО КОРПУСА ИНСТРУМЕНТА

М. И. Михайлов

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

Точность расположения формообразующих кромок сменных многогранных пластин (СМП) зависит от погрешности формы передних и задних поверхностей, а также от погрешности формы и взаимного расположения их базовых поверхностей.

В качестве режущих элементов сборного инструмента используются пластины, которые нашли широкое применение в промышленности (форм 0139А, 0141А и 01176404, 03171405, 10171405).

Были проведены статистические исследования геометрических параметров и отклонения от плоскостности базовых граней СМП.

Для более полного анализа контурных площадей касания граней пластин были построены аналитические формы касания с заданной вероятностью. При построении этих форм номинальная площадь разбивалась на элементарные площадки. Каждая элементарная площадка обрабатывалась статистически, т. е. определялись средние значения, среднеквадратическое отклонение и строились гистограммы распределений. По полученным гистограммам определялись элементарные площадки, имеющие контакт с заданной вероятностью. Задаваясь вероятностями, определялись номера площадок, имеющих контакт, по которым формировалась контурная площадь касания с заданной вероятностью. При этом формировалась матрица

$$\left[Z_{P_{i,j}} \right] = \begin{bmatrix} Z_{P_{1,1}} & Z_{P_{1,2}} & Z_{P_{1,j}} & Z_{P_{1,n}} \\ Z_{P_{2,1}} & Z_{P_{2,2}} & Z_{P_{2,j}} & Z_{P_{2,n}} \\ Z_{P_{i,1}} & Z_{P_{i,2}} & Z_{P_{i,j}} & Z_{P_{i,n}} \\ Z_{P_{m,1}} & Z_{P_{m,2}} & Z_{P_{m,j}} & Z_{P_{m,n}} \end{bmatrix},$$

$$Z_{P_{i,j}} = 1, \text{ если } P_{i,j\text{зад}} \leq P_{i,j\text{фак}}; \quad Z_{P_{i,j}} = 0, \text{ если } P_{i,j\text{зад}} > P_{i,j\text{фак}},$$

где $P_{i,j\text{зад}}$ – заданная вероятность; $P_{i,j\text{фак}}$ – фактическая вероятность наличия действительной контурной площади касания в элементарной ячейке с координатами центра $X_{i,j}$, $Y_{i,j}$.

Для получения аналитических зависимостей использовали метод координат.

Основные базирующие поверхности СМП описывались в системе $OXYZ$, а формообразующие кромки – $oxyz$, тогда положение формообразующих кромок относительно основных баз определялось как положение системы $oxyz$ в системе $OXYZ$.

Это положение задавалось через радиус-вектор \bar{r}_{P_3} с обобщенными параметрами $\mu_{N_{P_3,N}}$ при заданной вероятности $\bar{r}_{P_3}(\mu_{1,P_3,1} \dots \mu_{N_{P_3,N}})$. Расстояние от точек базового отверстия СМП до точек формообразующих кромок можно выразить через координаты точки i (X, Y, Z) в системе $oxuz$. Радиус-векторы могут быть рассчитаны по формуле

$$\bar{r}_{1,P_3}(\mu_{1,P_3,1} \dots \mu_{N_{P_3,N}}) = \bar{r}_{0,P_3} + M_{01} [q_1(\mu_{m_1,P_3,m_1} \dots \mu_{N_{P_3,N}}), \dots, q_6(\mu_{m_1,P_3,m_1} \dots \mu_{N_{P_3,N}})] \bar{R}_{P_3}(\mu_{1,P_3,1} \dots \mu_{N_{P_3,N}}).$$

Аналогично расстояния от точек формообразующих кромок до основной базы являются координатами точки j (X, Y, Z) в системе $0XYZ$

$$\bar{R}_{P_3}(\mu_{1,P_3,1} \dots \mu_{N_{P_3,N}}) = \bar{r}_{0,P_3} + M_{01}^T [q_1(\mu_{m_1,P_3,m_1} \dots \mu_{N_{P_3,N}}), \dots, q_6(\mu_{m_1,P_3,m_1} \dots \mu_{N_{P_3,N}})] \bar{r}_{P_3}(\mu_{1,P_3,1} \dots \mu_{N_{P_3,N}}),$$

где M^T – транспонированная матрица преобразования систем координат; \bar{r}_{0,P_3} – радиус-вектор взаимного расположения начал систем координат с заданной вероятностью.

Так как любой конструктивный линейный и угловой параметр между двумя поверхностями может быть выполнен с определенной технологической погрешностью, то каждый из размеров имеет пределы верхний и нижний, которые можно с заданной вероятностью записать в матричной форме:

$$[\Delta_{BL_{P_L}}] = (\Delta_{BA_{P_A}}, \Delta_{BB_{P_B}}, \Delta_{BB_{P_B}}); \quad [\Delta_{HL_{P_L}}] = (\Delta_{HA_{P_A}}, \Delta_{HB_{P_B}}, \Delta_{HB_{P_B}}).$$

Тогда отклонение расстояний от точек формообразующих кромок в выбранной системе координат можно представить как функцию относительной удаленности, поворота и отклонений от плоскости поверхностей СМП, полученную путем сложения соответствующих матриц.

С помощью матрицы налагаемых связей выявлялись функциональные зависимости между элементами погрешности расположения $[\omega_{y_P}] = (a_{y_P}, b_{y_P}, c_{y_P}, \lambda_{y_P}, \beta_{y_P}, \gamma_{y_P})$ с заданной вероятностью и нормальными координатами опорных точек

$$[\omega_{y_P}] = [Q_P] [P_P],$$

где $[Q_P]$ – матрица налагаемых связей, которая в общем случае представляет собой квадратную матрицу шестого порядка $[Q_P] = [q_{in_P}]^n$ при $n = 6$, тогда

$$\begin{bmatrix} a_{y_P} \\ b_{y_P} \\ c_{y_P} \\ \lambda_{y_P} \\ \beta_{y_P} \\ \gamma_{y_P} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11_P} & q_{12_P} & q_{13_P} & q_{14_P} & q_{15_P} & q_{16_P} \\ q_{21_P} & q_{22_P} & q_{23_P} & q_{24_P} & q_{25_P} & q_{26_P} \\ q_{31_P} & q_{32_P} & q_{33_P} & q_{34_P} & q_{35_P} & q_{36_P} \\ q_{41_P} & q_{42_P} & q_{43_P} & q_{44_P} & q_{45_P} & q_{46_P} \\ q_{51_P} & q_{52_P} & q_{53_P} & q_{54_P} & q_{55_P} & q_{56_P} \\ q_{61_P} & q_{62_P} & q_{63_P} & q_{64_P} & q_{65_P} & q_{66_P} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta(X, Y, Z)_{1_P} \\ \Delta(X, Y, Z)_{2_P} \\ \Delta(X, Y, Z)_{3_P} \\ \Delta(X, Y, Z)_{4_P} \\ \Delta(X, Y, Z)_{5_P} \\ \Delta(X, Y, Z)_{6_P} \end{bmatrix}.$$

Анализ полученных данных позволяет заключить, что наибольшей точностью обладают СМП призматической формы с базированием в закрытый паз корпуса инструмента.

Литература

1. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плещачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с.