

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕННЫХ МНОГОГРАННЫХ ПЛАСТИН НА ИХ ПОДАТЛИВОСТЬ

О. Л. Мохарева

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Теоретическое определение упругих характеристик узлов крепления СМП в сборном режущем инструменте (СБРИ) необходимо для оценки их работоспособности на стадии разработки конструкций.

В данной работе рассматривается трехгранная пластина с задним углом $\alpha = 11^\circ$, которая применяется в осевом инструменте.

Упругие свойства элементов узла крепления, обусловленные контактными процессами, характеризуются приведенным коэффициентом жесткости C_{ij} .

Коэффициенты жесткости C_{ij} определяли отношением приложенной нагрузки (сила резания, сила закрепления СМП), вызывающей в стыках системы СБРИ к величине этого сближения. Упругое сжатие микро-, макро- выступов на небольших действительных площадках контакта приводит к сближению СМП и опорных пластин (державки).

По методу координатных систем с деформирующимися связями влияние силовых факторов на упругие перемещения СМП в гнезде корпуса сборного РИ представляли через изменения положения опорных точек 1, 2, 3, 4, 5, 6 координатной системы СМП, приводящим к перемещениям и поворотам относительно неподвижной системы координат державки (рис. 1).

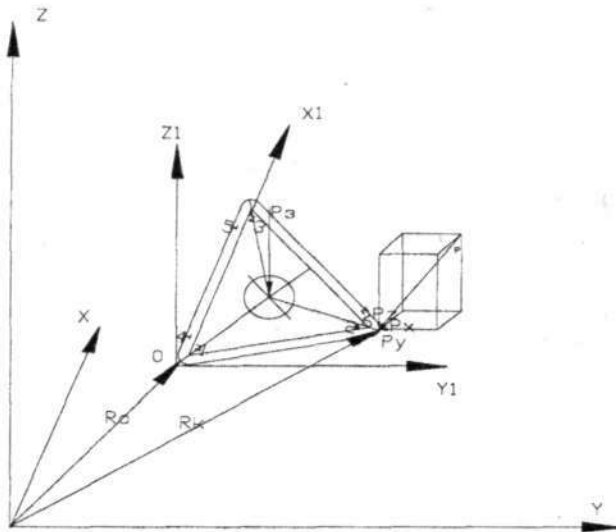


Рис. 1. Схема расположения опорных точек пластины

Для определения упругих перемещений (Δx) опорных точек СМП под действием силовых факторов, использовали зависимость:

$$R_{ik} = C_{ij} \Delta x_{ik}; \quad i = 1, 2, 3, \quad (1)$$

где C_{ij} — коэффициент жесткости k -й опорной точки; C_{ij} для трехгранной пластины с углом $\alpha = 11^\circ$ принимаем равным 0,09.

Для расчета силы реакции из базовой системы координат, путем последовательных переходов, находили такую систему координат, в которой хотя бы одна ось была сонаправлена с силой реакции.

В данной трехгранной пластине размещали систему координат так, чтобы оси совпадали с осями технологической системой координат. Затем выбранную систему координат поворачивали вокруг оси z на угол φ ($\varphi = 60^\circ$) и получали систему координат $X1Y1Z1$ (рис. 2).

Уравнения связи между системами координат имеют вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x1 \\ y1 \\ z1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Затем поворачивали систему координат $X1Y1Z1$ вокруг оси X на угол α_i ($\alpha_i = 11^\circ$) так, чтобы оси $X2Y2Z2$ располагались в плоскости, параллельной опорной грани. Повернутую систему координат обозначаем $X2Y2Z2$. Уравнения связи между системами координат имеют вид:

$$\begin{bmatrix} x1 \\ y1 \\ z1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & -\sin \gamma \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x2 \\ y2 \\ z2 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

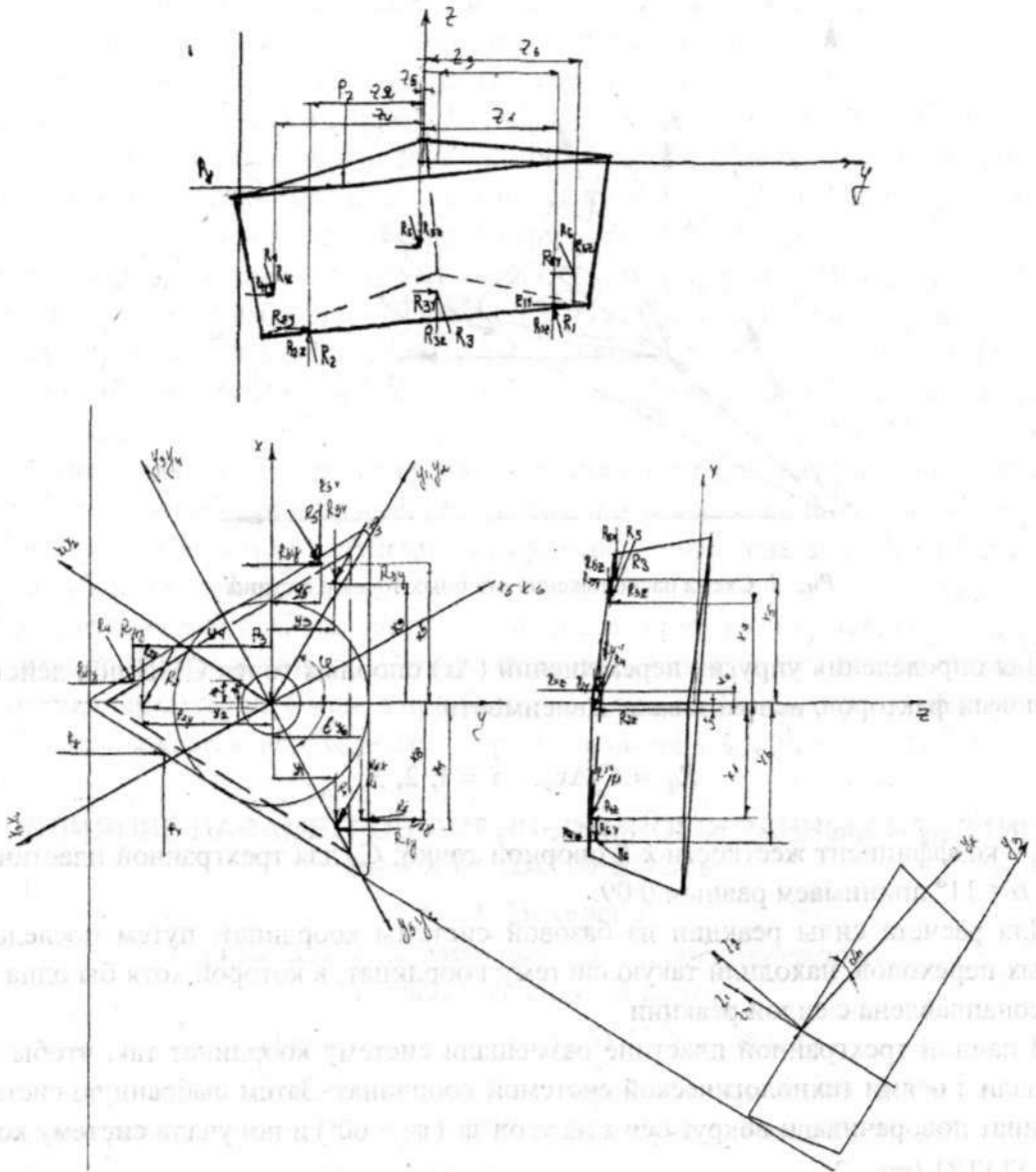


Рис. 2. Расчетная схема пластины

Поставив уравнения (3) в систему (2), записываем полученную систему в виде уравнений:

$$\begin{cases} x = x_2 \cos \varphi + y_2 \sin \varphi \cdot \cos \gamma - z_2 \sin \varphi \cdot \sin \gamma, \\ y = -x_2 \sin \varphi + y_2 \cos \varphi \cdot \cos \gamma - z_2 \cos \varphi \cdot \sin \gamma, \\ z = y_2 \sin \gamma + z_2 \cos \gamma. \end{cases}$$

Подставив в уравнения значения углов, находим проекции сил реакций $R_{1X}, R_{1Y}, R_{1Z}, R_{2X}, R_{2Y}, R_{2Z}, R_{3X}, R_{3Y}, R_{3Z}$.

Аналогичным образом поворачиваем систему координат (СК): вокруг оси Z – записываем матрицу перехода из СК оси $X_2Y_2Z_2$ в $X_3Y_3Z_3$; вокруг оси X_3 – записываем матрицу перехода из СК $X_3Y_3Z_3$ в $X_4Y_4Z_4$. Находим проекции сил $R_{4X}, R_{4Y}, R_{4Z}, R_{5X}, R_{5Y}, R_{5Z}$. Далее помещаем систему координат, ось Y которой направлена перпендикулярно грани, на которой находится 6-я точка. Записываем матрицу перехода

из $X3Y3Z3$ в $X5Y5Z5$. Затем проводим систему координат так, чтобы ось $Y6$ была параллельна силе $R6$ и записываем матрицу перехода из СК $X5Y5Z5$ в $X6Y6Z6$. Находим проекции сил реакций R_{6X} , R_{6Y} , R_{6Z} .

Подобным методом находим координаты опорных точек $x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, \dots, x_6, y_6, z_6$.

Найденные значения проекций сил реакций и координат опорных точек подставляем в систему уравнений равновесия СМП:

$$\begin{cases} -3,95R_1 + 1,42R_2 - 1,21R_3 + 6,97R_4 - 2,54R_5 - 1,2R_6 + P_x = 0, \\ 0,49R_1 - 1,26R_2 + 0,78R_3 + 8,09R_4 - 0,65R_5 + 3,64R_6 + P_y = 0, \\ -0,89R_1 - 4,79R_2 + 2,67R_3 - 15,54R_4 - 4,01R_5 + 2,11R_6 - P_z - P_3 = 0, \\ -5,4R_1 + 13,11R_2 + 9,07R_3 + 12,11R_4 - 3,5R_5 - 10,7R_6 + 121987,8 = 0, \\ -4,32R_1 + 7,98R_2 + 5,63R_3 + 16,18R_4 - 3,57R_5 - 0,88R_6 + 55121,19 = 0, \\ -7,32R_1 + 0,83R_2 + 0,11R_3 + 28,86R_4 - 10,9R_5 - 3,53R_6 - 56891,76 = 0. \end{cases}$$

С помощью метода Гаусса решали матрицу и находили значения R_1, R_2, \dots, R_6 .

$$R_1 = 3693\text{Н}, R_2 = 5321\text{Н}, R_3 = 3997\text{Н}, R_4 = 1823\text{Н}, R_5 = 1763\text{Н}, R_6 = 1935\text{Н}.$$

Зная значения сил реакций и задаваясь коэффициентом жесткости, по формуле (1) находим упругие перемещения опорных точек Δx .

Влияние параметров СМП на перемещения приведены, на рис. 3.

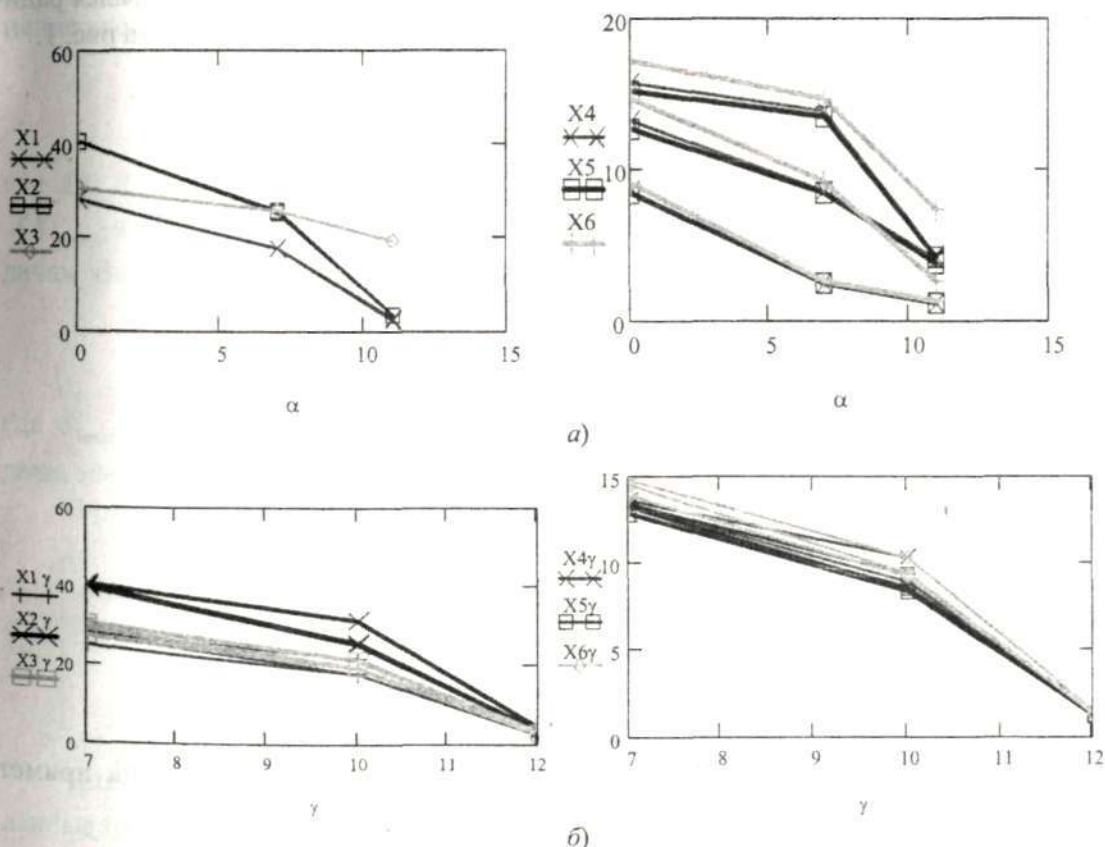


Рис. 3. Графики перемещений опорных точек:
 а – в зависимости от угла α б – в зависимости от угла γ

Из графиков видно, что при увеличении углов α и γ перемещения уменьшаются. Максимальные значения перемещений наблюдаются при уменьшении углов до 0° .

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986.