

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ РЕЗЬБЫ ВИХРЕВОЙ ГОЛОВКОЙ

В. И. Кузьмич

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

Научный руководитель М. И. Михайлов, д-р техн. наук, профессор

Теоретическая поверхность винтовой линии отличается от винтовой, образованной в процессе обработки, и будет иметь геометрическую погрешность. Для определения этой погрешности необходимо построить математическую модель формообразования резьбы. Для этого моделируем расчетную схему, представленную на рис. 1.

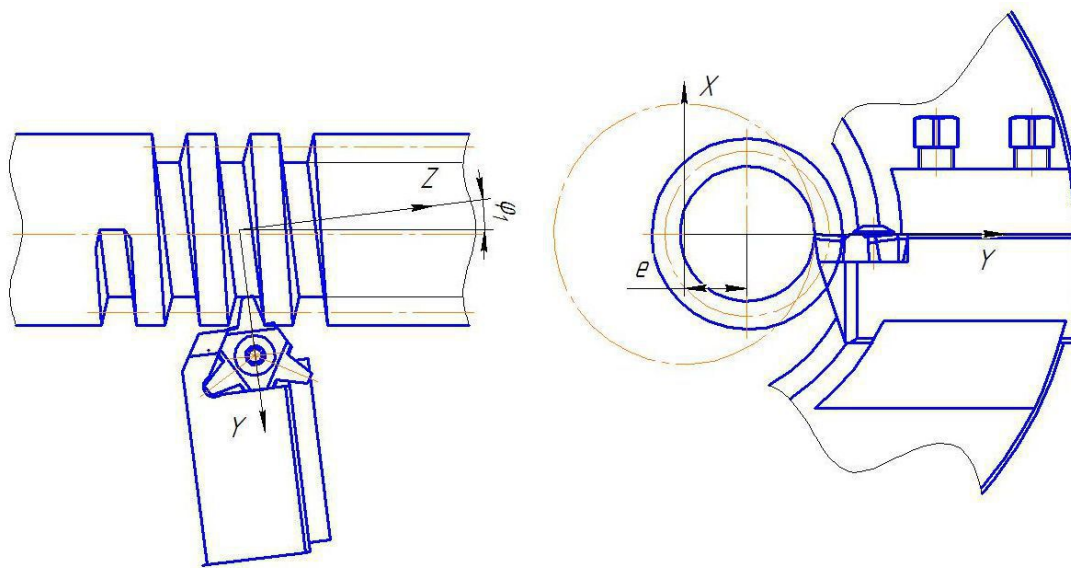


Рис. 1. Расчетная схема формообразования

Изначально введем произвольную систему координат $OXYZ$, начало которой находится в центре вращения вихревой головки, а ось Z проходит через ось вращения.

Для обеспечения процесса нарезания необходимо установить инструмент под углом подъема витков резьбы, для этого повернем систему координат вокруг оси X на угол φ_1 . Данное движение описывается матрицей

$$A_4(\varphi_1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\varphi_1) & -\sin(\varphi_1) & 0 \\ 0 & \sin(\varphi_1) & \cos(\varphi_1) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$\varphi_1 = \text{const.}$$

Далее, моделируем главное движение, для этого систему координат $OX_1Y_1Z_1$ повернем вокруг оси Z_1 . Данный поворот описывает вращение головки вокруг своей оси и математически записывается матрицей

$$A_6(\varphi) = \begin{bmatrix} \cos(\varphi) & \sin(\varphi) & 0 & 0 \\ -\sin(\varphi) & \cos(\varphi) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$\varphi = f(t).$$

В то же время круговую подачу совершает заготовка, но описание такого движения представляет собой весьма сложную задачу, поэтому для упрощения построения математической модели представим, что деталь неподвижна, а все движения совершает вихревая головка.

После этого полученную систему координат перемещаем на величину эксцентриситета e , совмещая тем самым ось Z_2 с осью вращения заготовки. Данное движение описывает матрица

$$A_2(e) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & e \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$e = \text{const.}$$

Для получения резьбы на всю длину необходимо перемещать инструмент вдоль заготовки, для этого перемещаем систему координат $OX_2Y_2Z_2$ вдоль оси Z_2 , и математически это движение моделируется:

$$A_3(Z) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & Z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$Z = f(t).$$

После этого необходимо записать радиус-вектора инструмента. Для этого выбираем точку на режущей кромке и вводим систему координат, начало которой помещаем в эту точку.

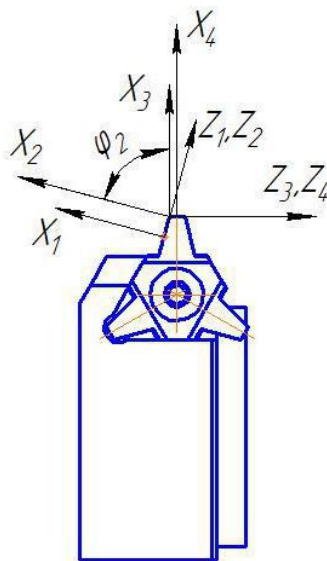


Рис. 2. Расчетная схема формообразования резца

Путем перемещений и поворота совмещаем начало системы координат с системой координат вихревой головки, полученной ранее:

$$\left[\vec{R}_0 \right] = \left[A_3(Z_2) \right] \cdot \left[A_2(\varphi_2) \right] \cdot \left[A_3(Z_3) \right] \cdot \left[A_1(X_4) \right].$$

Перемножая полученные матрицы, получаем математическую модель формообразования винтовой поверхности вихревой головкой:

$$\left[\vec{r}_n \right] = \prod_{i=1}^n A_i \cdot \left[\vec{R}_0 \right] \cdot \left[\vec{e} \right].$$

Если использовать формообразующую точку, то можем получить траекторию ее движения относительно заготовки (рис. 3, а). А если принять, что формообразующей является линия, например, боковая кромка резца, то можем получить обработанную поверхность (рис. 3, б).

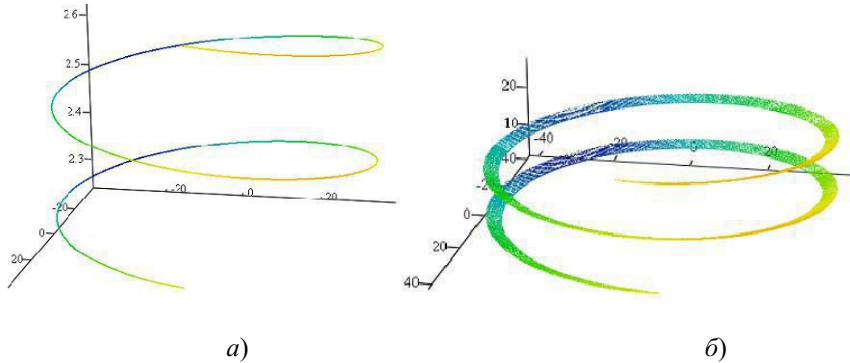


Рис. 3. Траектория движения вихревой головки

Выделяя определенные области на полученном графике, можно измерить погрешность, получаемую при обработке.

Литература

1. Виксман, Е. С. Скоростное нарезание резьб и червяков / Е. С. Виксман ; под общ. ред. Е. П. Смирнова – М. : Машиностроение, 1966. – 89 с.
2. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / Е. Э. Фельдштейн [и др.] ; под. ред. Е. Э. Фельдштейна. – Минск : Дизайн ПРО, 2002. – 320 с.
3. Михайлов, М. И. Сборный металлорежущий механизированный инструмент: Ресурсосберегающие модели и конструкции / М. И. Михайлов ; под ред. Ю. М. Плескачевского. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 339 с.