

РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЗУБЬЕВ РЕЗЬБОВЫХ ФРЕЗ

Мария Юрьевна Степанова ⁽¹⁾, Олег Вячеславович Мальков ⁽²⁾

Студент 5 курса ⁽¹⁾, кандидат технических наук, доцент ⁽²⁾

кафедра «Инструментальная техника и технологии»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: О.В. Мальков,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии»

В современном машиностроительном производстве при обработке гладких и резьбовых отверстий все чаще используются инструменты, реализующие кинематику планетарного движения (например, при фрезеровании резьбы и гладких отверстий). При обработке по планетарной схеме, режущие элементы инструмента движутся по циклоидальным кривым, характеризующим точность и качество обработки [1,2].

Цель данной работы - разработать математическую модель траектории движения зуба резьбовой фрезы для дальнейшей оценки точности формообразования профиля резьбы.

При моделировании процесса нарезания резьбы в отверстии $d_{отв}$ разместим систему координат $X_1Y_1Z_1$ на торце режущего инструмента. Во время обработки фреза $d_{фр}$ вращается против часов со скоростью ω , рад/с, описывая окружность радиуса O_pO_ϕ относительно центра обрабатываемого отверстия. К центру фрезы O_ϕ привязана система координат YX_1 , к центру отверстия – система XY . Зуб инструмента имеет профиль, соответствующий метрической резьбе по ГОСТ 24705-81. Профиль резьбы острый. Соответственно угол профиля резьбы $\beta=60^\circ$.

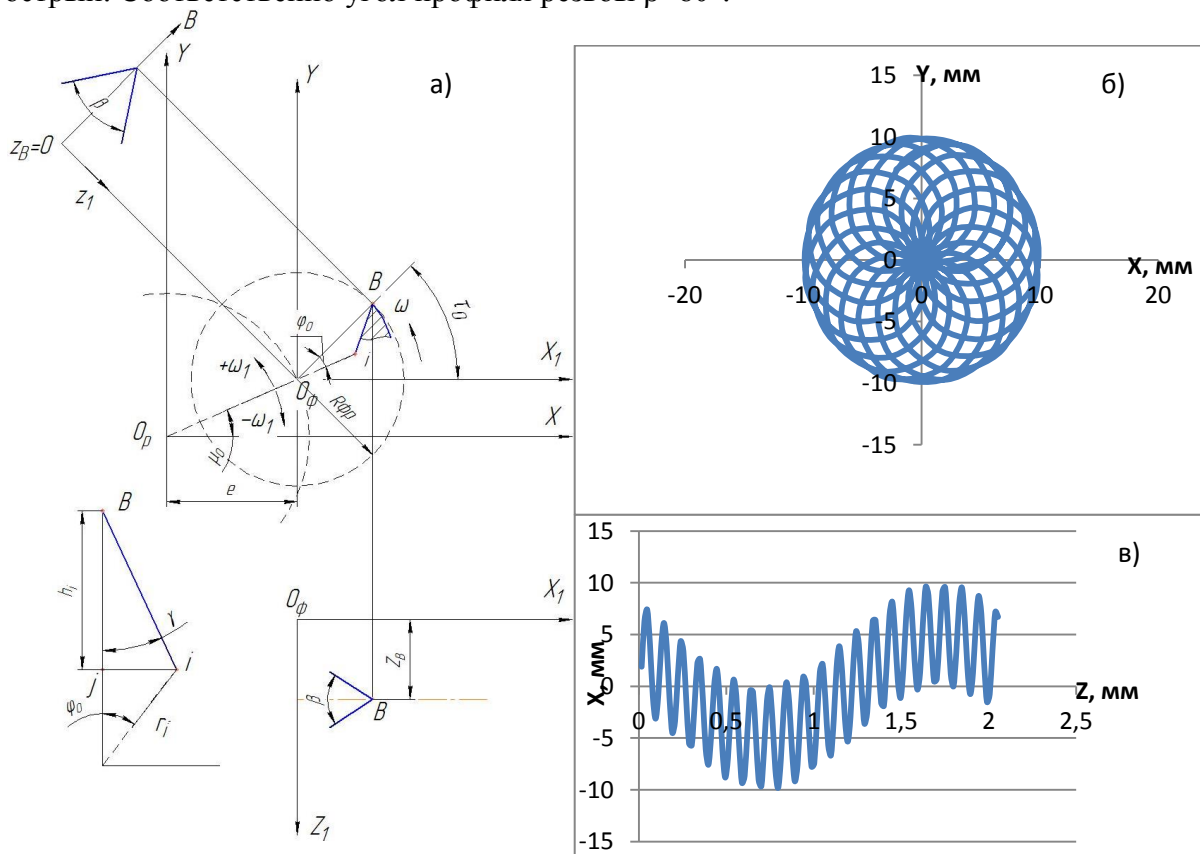


Рис. 1. Анализ траектории движения зуба резьбовой фрезы: а - расчетная схема; б - траектория движения инструмента в системе координат XY ; в - траектория движения инструмента в системе координат XZ .

Во время обработки инструмент совершает движение по окружности против часов с угловой скоростью ω_1 (направление движения по часовой стрелке - отрицательное) и вращается против часов вокруг собственной оси со скоростью ω . Соответственно изменение значения угловой координаты будет составлять ωt , где t – текущее время обработки, с.

С учетом изменения значения угловой координаты с течением времени, а также после проведения некоторых математических преобразований была получена следующая система уравнений:

$$x_i = r_i \cdot \cos(\tau_0 - \varphi_0 + \omega t) + e \cdot \cos(\mu_0 \pm \omega_1 t),$$

$$y_i = r_i \cdot \sin(\tau_0 - \varphi_0 + \omega t) + e \cdot \sin(\mu_0 \pm \omega_1 t), \text{ где:}$$

$$z_i = z_0 + h_i \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \frac{P}{2\pi} \cdot \omega t$$

r_i – радиус, определяющий положение рассматриваемой точки на режущей кромке фрезы, τ_0 – угол, определяющий положение рассматриваемой точки в начальный момент времени, e – эксцентриситет, $e = \frac{d_{\text{отв}} - d_{\text{фр}}}{2}$, μ_0 – угол, определяющий

расположение центра фрезы относительно центра отверстия в начальный момент обработки.

В программе Excel был смоделирован процесс нарезания метрической резьбы с шагом $P=2$ мм в отверстии $d_{\text{отв}}=20$ мм фрезой $d_{\text{фр}}=10$ мм. Угловые скорости: $\omega=100 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, $\omega_1=5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Передний угол $\gamma=10^\circ$. При моделировании были получены циклоидальные кривые (рис.1 - б, в). По полученным траекториям видно, что за один оборот заготовки резьбофреза смещается на один шаг вдоль оси Z. На практике для перекрытия захода фрезы при врезании на высоту профиля резьбы инструмент перемещается на 1.25 шага.

Вывод: построенные по полученным математическим зависимостям циклоидальные кривые иллюстрируют планетарный характер движения инструмента при обработке. Дальнейшая работа с данной математической моделью дает возможность получить уравнение огибающей траектории движения инструмента, анализ которой позволяет оценить точность формообразования профиля резьбы при резьбофрезеровании многониточными резьбовыми фрезами.

Литература

1. Мальков О.В., Литвиненко А.В., Жучкова И.В. Исследование технологических возможностей фрезерования отверстий инструментом с планетарным движением // Вестник МГТУ. Машиностроение.- 2005.- №4.- С. 34-49.
2. Мальков О.В., Литвиненко А.В., Малькова Л.Д., Синцова И.В. Исследование технологических возможностей планетарного фрезерования наружных и внутренних цилиндрических поверхностей // Вестник МГТУ. Машиностроение.- 2007.- №1.- С. 86-98.