

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РЕЗЬБ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Н. В. Струневская

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

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

Нарезание резьбы – обширная тема в металлообработке с использованием токарных станков. Эта технология применяется больше чем в 40 % работ. От качества резьбы зависит прочность соединения разъемных элементов конструкций или механизмов.

Обработку резьбы резанием на токарных станках выполняют резцами, метчиками и плашками. Форма режущих кромок резцов определяется профилем и размерами поперечного сечения нарезаемых резьб. Резьбу нарезают резцами за несколько проходов. После каждого прохода резец отводят в исходное положение. По нониусу ходового винта поперечного движения подачи суппорта устанавливают требуемую глубину резания и повторяют проход. При нарезании резьбы с шагом до 2 мм подача составляет 0,05...0,2 мм на один проход. Если резьбу нарезать одновременно двумя режущими кромками, то образующаяся при этом стружка спутывается и ухудшает качество поверхности резьбы. Поэтому перед рабочим проходом резец следует смещать на 0,1...0,15 мм поочередно вправо или влево, используя перемещение верхнего суппорта, в результате чего обработка ведется только одной режущей кромкой. Число черновых проходов – 3...6, а чистовых – 3.

Погрешность обработки разделяют на геометрическую, статическую и динамическую.

Рассмотрим влияние геометрической погрешности на точность нарезания резьбы.

Воспользуемся методом преобразования координат номинального профиля резьбы от кинематического профиля [1, с. 167].

Рассмотрим уравнения связи между системами координат номинального профиля резьбы и кинематического профиля, представленные ниже.

Примем значение Z_1 в виде выражения, представленного в формуле

$$Z_1 = kX_1 + b. \quad (1)$$

Тогда получим связь между системами координат, представленную в выражении

$$\begin{cases} Z_1 = Z \\ X_1 = X \cdot \cos \gamma. \end{cases} \quad (2)$$

Подставив выражение (1) в выражение (2), получим выражение

$$Z = kX \cdot \cos \gamma + b = kX \cdot \sqrt{1 - (\sin \gamma)^2} + b = kX \sqrt{1 - \frac{OO_1^2}{X^2}} + b. \quad (3)$$

Выразив k и b через параметры детали, получим параметры, необходимые для дальнейшего расчета, позволяющие преобразовать координаты точек резца в координаты образующей поверхности детали, представленные в формулах (4)–(6):

$$X = X_1 \sqrt{1 + \left(\frac{r_1 \cdot \sin \gamma + Z_1 \cdot \sin \lambda}{\cos \lambda X_1} \right)^2}, \text{ мм}; \quad (4)$$

$$Z = Z_1 \cdot \cos \lambda + P_B (\gamma - \gamma_1), \text{ мм}; \quad (5)$$

$$\cos \gamma_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{r_1 \cdot \sin \gamma + Z_1 \cdot \sin \lambda}{\cos \lambda X_1} \right)^2}}, \text{ град}, \quad (6)$$

где P_B – шаг винта, мм; r_1 – текущий радиус заготовки, мм.

Зная из исходных данных высоту профиля винта a , равную 6,5 мм, и угол профиля β , равный $7,5^\circ$, нашли значение b , равное 0,856 мм.

Для получения наиболее точной кромки резца произведем расчет для 856 точек с шагом 0,001 по координате Z_1 .

Расчет координат точек кромки резца представлен в формуле (7):

$$X_1 = Z_1 \cdot \tan \alpha + (r \cdot \cos \gamma), \quad (7)$$

где X_1 и Z_1 – координаты кромки резца, мм; r – средний радиус детали, мм.

Рассчитав зависимости для профиля детали по формулам (4)–(6), с использованием пакета Mathcad 15.0 был построен график номинального профиля от кинематического.

Проанализировав график, можем сказать, что наблюдается невысокое отклонение от линейности, связанное с малым углом профиля β равным $7,5^\circ$.

Также проанализируем влияние таких геометрических параметров, как угол λ , угол β , передний угол резца γ и делительный диаметр D профиля винта.

Рассмотрев погрешности при $\lambda = 0^\circ$ и $\lambda = 6^\circ$ с изменением угла β от 5 до 25° , можем сделать вывод, что с увеличением угла λ на 6° погрешность Δ увеличится в 1,043 раза. При влиянии делительного диаметра D профиля винта с изменением угла β от 5 до 25° можем сделать вывод, что с увеличением делительного диаметра на 10 мм погрешность Δ увеличится в 1,157 раза. Также при угле $\lambda = 0$ погрешность Δ меньше в 1,021 раза, нежели при $\lambda \neq 0$, при одинаковых диаметрах. А проанализировав влияние изменения переднего угла резца γ , при исходных данных заготовки с изменением угла λ , можем сказать, что при увеличении угла γ на 5° геометрическая погрешность увеличивается примерно в 2–3 раза. Также при угле $\lambda = 0$ погрешность Δ меньше в 1,061 раза, нежели при $\lambda \neq 0$, при одинаковых значениях угла γ . Также во всех случаях при увеличении угла λ на 10° погрешность Δ уменьшается примерно в 0,9 раза.

Л и т е р а т у р а

1. Арбузов, О. Б. Металлорежущие инструменты : учеб. для вузов / О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой, Г. Н. Сахаров. – М., 1989.