

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА НАРЕЗАНИЯ ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ (М2 – М6)

П.А. Новиков, асс.,

Севастопольский национальный технический университет,
Севастополь

Если рассматривать процесс нарезания малых внутренних резьб (М2-М6), основными критериями можно назвать следующие: взаимообусловленные момент резания, возникающий на зубьях заборного участка и части зубьев калибрующего участка, и угол скручивания метчика относительно плоскости закрепления. Из-за относительно малой крутильной жесткости и особенностей самого процесса наиболее значимым является изменение именно такого параметра как угол скручивания, следовательно: оптимальным параметром для описания процесса резьбонарезания является угол скручивания метчика.

На инструмент, обладающий некоторым моментом инерции - действует момент сил инерции, момент сил сопротивления движению, возникающий за счет внутренних сил трения в инструменте и материале обрабатываемого отверстия, и момент сил сопротивления скручиванию, обусловленный наличием крутильной жесткости инструмента. С другой стороны, в процессе резания на метчик действует момент резания, который и определяет процесс резьбонарезания. Все выше перечисленные моменты сил представляются с помощью закона Ньютона следующим уравнением равновесия:

$$J_N \cdot \frac{d^2 \varphi_N}{dt^2} + \alpha_N \cdot \frac{d\varphi_N}{dt} + c_N \cdot \varphi_N = \sum_{i=1}^N M_{pi} + \sum_{i=1}^N \Delta M(t) + \sum_{i=1}^N M_{mp}(t) \quad (1)$$

где J_N - момент инерции метчика от данного зуба до плоскости закрепления; c_N - коэффициент сопротивления движению; c_N - коэффициент жесткости метчика от данного зуба до плоскости закрепления, φ_N - угол скручивания метчика на данном зубе; M_p - крутящий момент, расходуемый на "чистое" резание; $\Delta M(t)$ - дополнительный момент сил резания возникающий от скручивания метчика; $M_{mp}(t)$ - суммарный момент сил трения.

Коэффициенты J_N , c_N в формуле (1) непостоянны и изменяются по зависимости, например для J_N :

$$J = \begin{cases} J_1, & t \geq t_N \\ f(J), & t_{N+1} \leq t < t_{N+1} + t_{\varphi_{N+1}} \\ J_2, & t \geq t_{N+1} + t_{\varphi_{N+1}} \end{cases} \quad (2)$$

Коэффициент α_N остается постоянным, т.к. для него не меняются физические условия процесса.

Формула (1) описывает динамику скручивания N - го зуба, в то время как в процессе участвует не один зуб.

Математическая модель процесса нарезания резьб малых диаметров выразится системой:

$$\begin{cases} J_1 \cdot \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2} + \alpha_1 \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} + c_1 \cdot \varphi_1 = M_{p1} + \Delta M_1(t) + M_{mp1}(t), & t \geq 0 \\ J_2 \cdot \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} + \alpha_2 \cdot \frac{d\varphi_2}{dt} + c_2 \cdot \varphi_2 = M_{p1} + M_{p2} + \Delta M_1(t) + \Delta M_2(t) + M_{mp1}(t) + M_{mp2}(t), & t \geq t_1 + t_{\varphi_1} \\ \dots \\ J_N \cdot \frac{d^2 \varphi_N}{dt^2} + \alpha_N \cdot \frac{d\varphi_N}{dt} + c_N \cdot \varphi_N = \sum_{i=1}^N M_{pi} + \sum_{i=1}^N \Delta M_i(t) + \sum_{i=1}^N M_{mpi}(t), & t \geq \sum_{i=1}^{N-1} t_i + \sum_{i=1}^{N-1} t_{\varphi_i} \end{cases} \quad (3) \quad \Gamma$$

де t_i - время для преодоления расстояния между соседними зубьями, t_{φ_i} - время на преодоление угла скручивания φ_i .