ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИБРАЦИОННОГО УВОДА ПРИ РЕЗАНИИ

Чернышёв Е.А., Николаев А.В. *(ДонНТУ, г. Донецк, ДНР)*
E-mail: chernyshev81@mail.ru

Abstract: *The paper studies how to find elastic deformation in turning.*
Keywords: *oscillations, turning, rigidness, deformation.*

Введение. При обработке резанием всегда возникает упругое отжатие в системе СПИД. Одним из методов определения отжатия при резании металлов является статический метод [1]. Этот метод заключается в нахождении отжатия как отношения действующей на тело силы к коэффициенту жесткости. Однако этот метод не учитывает динамики процесса резания, поэтому дает значительную погрешность.

Целью данной статьи является определение упругого отжатия резца и заготовки как вибрационного увода, т.е. с учетом динамики процесса резания.

Основное содержание работы. Для решения поставленной задачи рассмотрим токарную обработку и силы, действующие на резец и заготовку (рис.1). При этом резец и заготовку представим приведенными к точке A массами m_1 и m_2.

Составим уравнения динамики колебаний

$$\left.\begin{aligned}
&m_1\ddot{z}_1 + b_1\dot{z}_1 + c_1 z_1 = P_z,\\
&m_2\ddot{z}_2 + b_2\dot{z}_2 + c_2 z_2 = -P_z,\\
&m_1\ddot{y}_1 + b_1\dot{y}_1 + c_1 y_1 = P_y,\\
&m_2\ddot{y}_2 + b_2\dot{y}_2 + c_2 y_2 = -P_y,\\
&m_1\ddot{x}_1 + b_1\dot{x}_1 + c_1 x_1 = -P_x,\\
&m_2\ddot{\varphi}_2 + b_2\dot{\varphi}_2 + c_2\varphi_2 = M,
\end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

где правая часть зависит от малых колебательных перемещений и их скоростей, причем M – крутящий момент, равный разности момента на двигателе и момента резания.

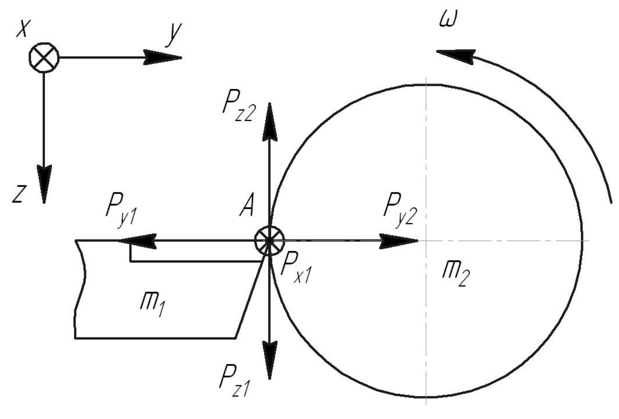

Рис. 1. Схема сил при токарной обработки внешней цилиндрической поверхности

Пренебрежем осевыми перемещениями заготовки, считая их малыми из-за большой жесткости шпинделя в том же направлении, обеспечиваемой упорными подшипниками.

В общем случае систему (1) можно решить следующим образом. Составляющие силы резания (P_1, P_2,…,P_n) представим зависимыми от малых перемещений, которые для простоты обозначим (x_1, x_2,…,x_n), и запишем систему (1) в виде

$$\left.\begin{aligned} &m_1\ddot{x}_1 + b_1\dot{x}_1 + c_1 x_1 = P_1(x_1, x_2, ..., x_n),\\ &m_2\ddot{x}_2 + b_2\dot{x}_2 + c_2 x_2 = P_2(x_1, x_2, ..., x_n),\\ &...\\ &m_n\ddot{x}_n + b_n\dot{x}_n + c_n x_n = P_n(x_1, x_2, ..., x_n).\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Чтобы однозначно найти увод по всем координатам, линеаризуем правую часть системы (2). Пренебрежем инерционными и диссипативными членами, рассматривая только упругие. Это связано с тем, что координаты увода (особой точки) описываются условием экстремума потенциальной энергии, которая не зависит от скоростей и ускорений. В результате получим систему алгебраических уравнений

$$\left.\begin{aligned} &c_1 x_1 = P_1^0 + \frac{\partial P_1}{\partial x_1}x_1 + \frac{\partial P_1}{\partial x_2}x_2 + ... + \frac{\partial P_1}{\partial x_n}x_n,\\ &c_2 x_2 = P_2^0 + \frac{\partial P_2}{\partial x_1}x_1 + \frac{\partial P_2}{\partial x_2}x_2 + ... + \frac{\partial P_2}{\partial x_n}x_n,\\ &...\\ &c_n x_n = P_n^0 + \frac{\partial P_n}{\partial x_1}x_1 + \frac{\partial P_n}{\partial x_2}x_2 + ... + \frac{\partial P_n}{\partial x_n}x_n.\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Представим систему (3) в матричном виде:

$$C \cdot X = P_0;$$

где C - матрица коэффициентов жесткости; P_0- вектор составляющих сил резания без учета колебаний:

$$C = \begin{bmatrix} c_1 x_1 - \frac{\partial P_1}{\partial x_1} & \frac{\partial P_1}{\partial x_2} & ... & \frac{\partial P_1}{\partial x_n}\\ \frac{\partial P_2}{\partial x_1} & c_2 x_2 - \frac{\partial P_2}{\partial x_2} & ... & \frac{\partial P_2}{\partial x_n}\\ ... & ... & ... & ...\\ \frac{\partial P_n}{\partial x_1} & \frac{\partial P_n}{\partial x_2} & ... & c_n x_n - \frac{\partial P_n}{\partial x_n}\end{bmatrix},\ X = \begin{bmatrix} x_1\\ x_2\\ ...\\ x_n\end{bmatrix},\ P_0 = \begin{bmatrix} P_1^0\\ P_2^0\\ ...\\ P_n^0\end{bmatrix},$$

и найдем матрицу перемещений X, характеризующую упругое отжатие в процессе резания:

$$X = C^{-1} \cdot P_0.$$

Вывод. Применение описанного метода позволяет учесть динамику процесса резания при определении отжатия, возникающего при обработке.

Список литературы: **1.** Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 496 с. **2.** Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. - 496 с. **3.** Беллман Р. Введение в теорию матриц. – М.: Наука, 1969. – 368 с.