

В.М. КОВТУН, Ю.А. СИЗЫЙ, докт. техн. наук

Разработка математической модели параметрических колебаний при круглом наружном врезном прерывистом шлифовании и её анализ

Как известно прерывистое шлифование применяется для уменьшения нагрева шлифуемой поверхности за счет периодического прерывания её контакта с кругом. Для этого на периферии круга формы ПП выполняются пазы.

При таком шлифовании важнейшим параметром динамической системы (ДС) – “жесткость” процесса шлифования периодически меняется, что ведет к возбуждению параметрических колебаний.

В данной работе разработана математическая модель ДС круглого наружного врезного шлифования (ДСКНВШ), которая представляет собой систему пяти уравнений:

$$\left. \begin{aligned} X_3 &= X_1 + X_2; \\ h_3 - X_3 &= h_f; \\ P_y &= C(t) \cdot h_f(t); \\ m_1 \cdot \ddot{X}_1 + b_1 \cdot \dot{X}_1 + C_1 \cdot X_1 &= P_y; \\ m_2 \cdot \ddot{X}_2 + b_2 \cdot \dot{X}_2 + C_2 \cdot X_2 &= P_y. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где X_1, X_2 – обобщенные координаты перемещения заготовки шлифовального круга в радиальном к заготовке направлении в противоположной стороне.

X_3 – размах колебания глубины шлифования;

h_3, h_f – заданная и фактическая глубина шлифования;

P_y – радиальная (нормальная) составляющая силы резания;

$C(t)$ – “жесткость” процесса шлифования как функции времени;

m_1, m_2 – массы заготовки и круга;

b_1, b_2 – коэффициенты демпфирования в связях заготовки со станиной и круга с шлифовальной бабкой;

C_1, C_2 – жесткость связки заготовки со станиной и круга с шлифовальной бабкой.

Разработанная модель (1) реализована в пакете “VisSim” применительно к круглошлифовальному станку 3М151.

Функция изменения “жесткости” процесса шлифования $C(t)$ моделируется гармоническим или ступенчатым сигналом в зависимости от продолжительности переходной фазы от полного контакта круга с заготовкой к его отсутствию.

Установлено, что различие функции $C(t)$ не вносит существенного различия в размах колебаний глубины шлифований X_2, X_3 (в пределах 16%).

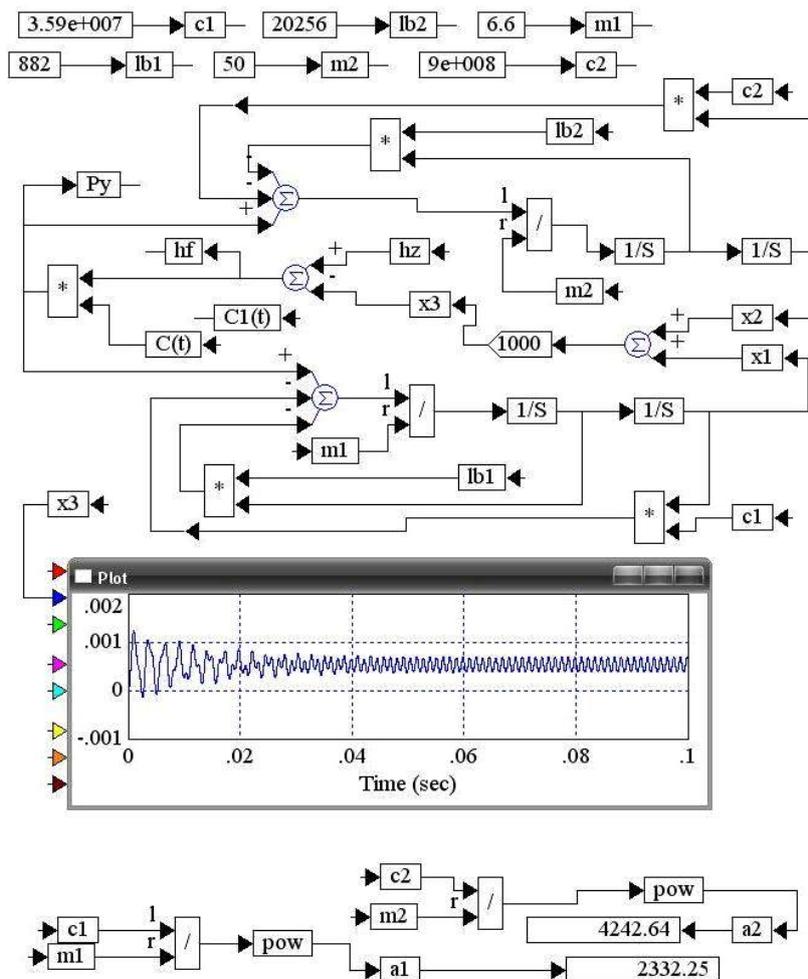


Рис. 1 – Исходные параметры станка 3М151 и блок-схема моделирования колебаний глубины шлифования X_3

На рис.1 приведена распечатка X_3 для следующих условий прерывистого шлифования: скорость шлифования 50 м/с, диаметр круга 750 мм, число пазов на круге 20, скорость вращения заготовки 45 м/мин, размер паза на круге 22 мм, выступа – 36 мм. Станок 3М151: $m_1 = 6,6$ кг, $m_2 = 50$ кг, $C_1 = 3,59 \cdot 10^7$ Н/м, $C_2 = 9 \cdot 10^8$ Н/м, $b_1 = 882$ Н·с/м, $b_2 = 20256$ Н·с/м

Из анализа X_3 видно, что колебания глубины шлифования находится в диапазоне значений шероховатости $R_a = (0.12 \div 0.16)$ мкм, то есть в диапазоне девятого класса и при этом шаг неровностей составляет примерно $0.8 \div 0.9$ мкм. Таким образом, шаг неровностей примерно равен базовой длине шероховатости для 9 класса. Следовательно, колебания глубины шлифования находятся в диапазоне значений шероховатости соответствующей тонкому шлифованию. Таким образом, прерывистое шлифование не ухудшает геометрические параметры прошлифованной поверхности в сравнении со сплошным шлифованием.