

РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРЕМЕННЫХ СРЕЗОВ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ РЕЗАНИИ

*БНТУ, Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: Молочко В.И.*

При вибрационном резании движение инструмента складывается из:

- движения с постоянной подачей s_0 от суппорта станка;
- колебательного движения инструмента, генерируемого от некоторого задатчика колебаний.

Вид колебательного движения зависит от выбранных параметров: коэффициента асимметрии цикла $\xi = a/b$ (где a – угол поворота при прямом ходе резца рад., b – угол поворота при обратном ходе резца, рад) и числа полных циклов колебаний z за один оборот заготовки. Если принять $s_0 = 0,4$ мм/об, $A = 0,2$ мм (амплитуда колебаний), $a = 2\pi/3$, $b = 4\pi/3$, $z = 2$, то получим график колебательного движения для варианта мягкого вибрационного резания [1].

Величина перемещения суппорта станка пропорциональна углу поворота детали и может быть выражено формулой [2]:

$$x' = S_0 \frac{\varphi_d}{2\pi} \quad (1)$$

где $\varphi_d = \varphi / (z2\pi + b)$.

Колебательное движение инструмента математически может быть описано уравнением [1]:

$$x'' = f(\varphi) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{8A}{a(2\pi - a)k^2} \sin \frac{ka}{2} \sin k\varphi, \quad (2)$$

где φ – текущий угол цикла колебаний, рад.

Суммарное движение инструмента

$$x = x' + x'' = S_0 \frac{\varphi_D}{2\pi} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{8A}{a(2\pi - a)k^2} \sin \frac{ka}{2} \sin k\varphi, \quad (3)$$

Величина переменного среза определяется по формуле

$$\Delta x = x_2 - x_1, \quad (4)$$

где x_2 – положение инструмента при повороте детали на угол $\varphi + z2\pi + b$, а x_1 – положение инструмента при повороте детали на угол φ . Следовательно

$$\begin{aligned} \Delta x = & \frac{\varphi_D + 2\pi}{2\pi} S_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{8A}{a(2\pi - a)k^2} \sin \frac{ka}{2} \sin k(\varphi + z2\pi + b) - \\ & - \frac{\varphi_D}{2\pi} S_0 - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{8A}{a(2\pi - a)k^2} \sin \frac{ka}{2} \sin k\varphi. \end{aligned} \quad (5)$$

После некоторых преобразований получим

$$\Delta x = S_0 + \frac{8A}{a(2\pi - a)} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \sin \frac{ka}{2} [\sin k(\varphi + z2\pi + b) - \sin k\varphi]$$

или

$$\Delta x = S_0 + \frac{16A}{ab} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \sin \frac{ka}{2} \sin \frac{kb}{2} \cos \left(k\varphi + \frac{kb}{2} + k\pi z \right) \quad (6)$$

Особенностью функции (6) является бесконечное количество членов. Современные металлообрабатывающие станки могут обеспечить точность подачи до 0,01..0,001 мм, что дает основание ограничиться точностью до 2-х или 3-х знаков после запятой. Чтобы определить k , обеспечивающее данную

точность, была использована программа Turbo Pascal. Было выявлено, что для обеспечения точности до 0,01 мм, можно ограничиться значением $k=5$, а для обеспечения точности до 0,001 мм – значением $k=9$. Тогда для первого случая уравнение 6 может быть записано в виде

$$\Delta x = S_0 + \frac{16A}{ab} \sum_{k=1}^5 \frac{1}{k^2} \sin \frac{ka}{2} \sin \frac{kb}{2} \cos \left(k\varphi + \frac{kb}{2} + k\pi z \right), \quad (7)$$

а для второго случая

$$\Delta x = S_0 + \frac{16A}{ab} \sum_{k=1}^9 \frac{1}{k^2} \sin \frac{ka}{2} \sin \frac{kb}{2} \cos \left(k\varphi + \frac{kb}{2} + k\pi z \right), \quad (8)$$

Используя те же параметры колебательного движения, что и ранее, то в результате расчета получим функции. $\Delta x = f(\varphi)$, график которого показан на рисунке 1.

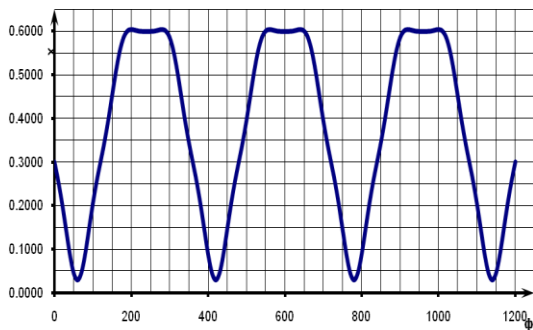


Рисунок 1 – Схема вибративного резания

На основании проведенной работы можно сделать вывод, что формула (3) позволяет не только описать траекторию движения резца, но и получить расчетную формулу (6) для определения толщины срезаемого слоя при вибративном ре-

зании. При этом расчетные данные близки к графическим данным, полученным из схем резания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молочко, В.И. О влиянии структуры цикла вибрационного резания на шероховатость обработанной поверхности / В.И. Молочко // Весці нацыянальнай акадэміі і навук Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. 2004. – № 1. – С. 45–51.

2. Минальд, Ю.И. Компьютерное моделирование колебательного движения токарного резца при вибрационном резании на токарных станках с ЧПУ / Ю.И. Минальд // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке: материалы V Республиканской научно-практической конф. молодых ученых и студентов БНТУ, Минск, 23, 24 апреля 2009 г. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: С.А. Иващенко [и др.]. – Минск: БНТУ, 2009. – С. 60–63.