

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Для осуществления вибрационного точения на токарных станках с ЧПУ следует определить ряд величин, которые нужны для составления управляющей программы. К ним относятся величины врезания в направлении подачи $X_{вр}$ и отвода резца $X_{отв}$, подачи на врезание $S_{вр}$ и на отвод $S_{отв}$ инструмента. Выведем формулы для их расчета.

Из схемы вибрационного точения следует, что

$$(z+1)(X_{вр} - X_{отв}) = X_{вр}, \quad (1)$$

где z – число полных циклов колебаний инструмента за один оборот заготовки.

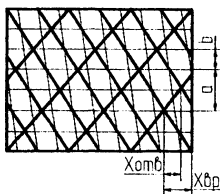


Схема вибрационного точения

Произведем преобразование этого равенства, в результате чего получим соотношение

$$\frac{X_{вр}}{X_{отв}} = \frac{z+1}{z}. \quad (2)$$

Величины врезания и отвода инструмента можно выразить через подачи

$$\begin{aligned} X_{вр} &= S_{вр}a \\ X_{отв} &= S_{отв}b \end{aligned} \quad (3)$$

где a и b – части оборота заготовки, приходящиеся на этап врезания и отвода.

При точении с одинаковой подачей, как на врезание, так и на отвод, и равной подаче на оборот S_0 , следует, что

$$\frac{X_{вр}}{X_{отв}} = \frac{a}{b} = \frac{z+1}{z}. \quad (4)$$

Соотношение $\frac{a}{b}$ можно вывести и из выражения, которое описывает колсбательные движения резца

$$zc + b = 1,$$

где c – часть оборота заготовки, приходящаяся на один двойной ход инструмента, т.е. $c = a + b$ [1]. Оно выглядит следующим образом

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{zb} - \frac{z+1}{z}. \quad (5)$$

Приравняем правые части выражений 4 и 5

$$\frac{z+1}{z} = \frac{1}{zb} - \frac{z+1}{z}. \quad (6)$$

Решив равенство 6 относительно b , получим

$$b = \frac{1}{2(z+1)}. \quad (7)$$

Подставив значение b в 5, определим a

$$a = \frac{1}{2z}. \quad (8)$$

При вибрационном точении с постоянной подачей

$$\begin{aligned} X_{сп} &= S_o a, \\ X_{отв} &= S_o b. \end{aligned} \quad (9)$$

Подставив в 9 значения a и b , получим окончательные формулы для расчета величин врезания и отвода

$$\begin{aligned} X_{сп} &= \frac{S_o}{2z}, \\ X_{отв} &= \frac{S_o}{2(z+1)}. \end{aligned} \quad (10)$$

Вибрационное точение с постоянной подачей имеет более низкую производительность по сравнению с обычным точением. Отношение действительной подачи на оборот S_δ к заданной подаче S_o можно определить из выражения

$$z(X_{сп} - X_{отв}) \pm X_{сп} = S_\delta.$$

Выразив $X_{сп}$ и $X_{отв}$ через подачу на оборот S_o , найдем отношение

$$\frac{S_\delta}{S_o} = \frac{1}{2(z+1)} \pm \frac{1}{2(z+1)}. \quad (11)$$

Таким образом, действительная подача на оборот может иметь два предельных значения: либо $S_\delta = 0$, либо $S_\delta = \frac{S_o}{z+1}$. Средняя действительная подача на оборот будет

$$S_{\delta, cp} = \frac{S_o}{2(z+1)}. \quad (12)$$

Средняя действительная подача на оборот обратно пропорциональна числу полных циклов и ниже обычного метода резания минимум в два раза. Поэтому такой метод дробления стружки не целесообразен.

Следовательно, для увеличения производительности вибрационного точения на станках с ЧПУ необходимо увеличить подачу на врезание. Поддачи на врезание и отвод режущего инструмента будут иметь разные значения

$$S_{вп} = \Delta S_{вп} + S_o = \frac{S_o}{a} + S_o; \quad (13)$$

$$S_{отв} = \Delta S_{отв} - S_o = \frac{S_o}{b} - S_o.$$

Для определения a и b воспользуемся формулой 5, учитывая то, что отношение $\frac{a}{b} = \xi$ есть коэффициент асимметрии.

$$\xi = \frac{1}{zb} - \frac{z+1}{z}. \quad (14)$$

Из данного выражения следует, что

$$b = \frac{1}{z(\xi + 1) + 1}. \quad (15)$$

Следовательно

$$a = b\xi = \frac{\xi}{z(\xi + 1) + 1}. \quad (16)$$

Подставив значения a и b из 15 и 16 в формулу 13, получим

$$S_{вп} = \frac{(z(\xi + 1) + 1)S_o}{\xi} + S_o; \quad (17)$$

$$S_{отв} = (z(\xi + 1) + 1)S_o - S_o.$$

Подставив значения из 17 в 3, получим окончательные формулы для расчета величин врезания инструмента в заготовку и отвода

$$X_{вп} = S_o + \frac{\xi S_o}{z(\xi + 1) + 1}; \quad (18)$$

$$X_{отв} = S_o - \frac{S_o}{z(\xi + 1) + 1}.$$

Приведем пример программы для обработки поверхности диаметром 42 мм на длину 45 мм. со следующими исходными данными: $\xi = \frac{1}{5}$, $z = 1$, $S_o = 0,3$ мм/об.

По формулам 17 и 18 определим поддачи инструмента при врезании в заготовку и отводе, и величины врезания и отвода инструмента

$$S_{вп} = 3,6 \text{ мм/об}; \quad S_{отв} = 0,36 \text{ мм/об};$$

$$X_{вп} = 0,327 \text{ мм}; \quad X_{отв} = 0,163 \text{ мм}.$$

Перед процессом обработки выводим резец в исходную точку с координатами $z = 3$ мм, $x = 42$ мм. Общая длина хода резца по координате z составляет $l = 45 + 3 = 48$ мм. На этой длине должно уместиться число циклов колебаний инструмента равное

$$H = \frac{l}{X_{\text{сп}} - X_{\text{отс}}} = \frac{48}{0,327 - 0,163} = \frac{48}{0,164} \approx 292.$$

Пересчитаем точную длину перемещения резца

$$292 \cdot 0,164 = 47,888 \text{ мм}$$

Следовательно, координата вывода инструмента в исходную точку по оси $z = 2,888$ мм

Таким образом, управляющая программа для станка 16К20Ф3 с устройством ЧПУ модели 2P22 имеет вид

№001 T1 S2 500

№002 X42 Z2.888 E

№003 W-0.327 F3.6

№004 W0.164 F0.36 M18

№005 L11 H292 B003

№006 M02

ЛИТЕРАТУРА

1. Молочко, В.И. О влиянии структуры цикла вибрационного резания на шероховатость обработанной поверхности.// Вести НАН Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. 2004. №1. С.45-52.

УДК 621.793

Ивашенко С.А., Голушко В.М., Султан А. И., Кармажи Х.Т.Е.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ИОННОГО ПОТОКА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Белорусский национальный технический университет,

Минск, Беларусь

Защитно-декоративные покрытия широко применяются в различных отраслях промышленности как у нас в Республике, так и за рубежом. [1] Наиболее часто технология формирования защитно-декоративных покрытий включает в себя такие основные стадии как: подготовка поверхности, нанесение грунтовочного лака, формирование покрытия и нанесение защитного лака. Использование вакуумно-плазменных