

2. ГОСТ 14249 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность // Справочник. Инженерный журнал. – 2007. – № 3. – С. 2–7.

УДК 621.088

Данильчик П.С.

## **О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

*БНТУ, Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель: Данильчик С.С.*

На токарных станках с ручным управлением колебательное движение инструмента в процессе вибрационного точения может задаваться кулачком. Для реализации вибрационного точения на станках с ЧПУ нет необходимости в использовании дополнительных устройств. Нужно лишь сообщить инструменту движение в обе стороны вдоль оси заготовки с соответствующими подачами и величинами перемещений. Схематически движение инструмента вдоль заготовки в процессе вибрационного точения представлено на рисунке 1.

Цикл вибрационного точения состоит из перемещения инструмента в направлении подачи на величину  $X_{вр}$  и в обратную сторону на величину  $X_{отв}$ . Движения эти выполняются, соответственно, с подачами  $S_{вр}$  и  $S_{отв}$ , которые состоят из подачи на оборот  $S_o$  и дополнительной скорости движения  $\Delta S_{вр}$ , и определяются по формулам [1]

$$S_{вр} = \Delta S_{вр} + S_o = \frac{S_o}{a} + S_o;$$

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

где  $a$  и  $b$  – безразмерные части оборота заготовки, соответствующие прямому (врезание) и обратному (отвод) ходу инструмента. Если  $a$  и  $b$  выразить через коэффициент асимметрии  $\xi$ , который может быть представлен отношением  $a/b$ , и число полных циклов колебаний инструмента за один оборот заготовки  $z$ , то получим

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

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

Сами величины врезания и отвода инструмента рассчитываются следующим образом [1]:

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

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

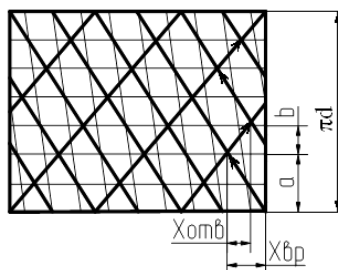


Рисунок 1 – Схема вибрационного точения

Но практика показывает, что при точении с рассчитанными по выше приведенным формулам параметрами на станке 16K20Ф3С32, оснащённом устройством ЧПУ 2Р22, стабильное дробление стружки не отмечается. Связано это с тем, что изменение направления движения инструмента осуществляется двигателем, а на реверсирование двигателя затрачивается определенное время. На рисунке 2 показана схема движения инструмента при вибрационном точении на станке с ЧПУ с коэффициентом асимметрии  $\xi=2$ .

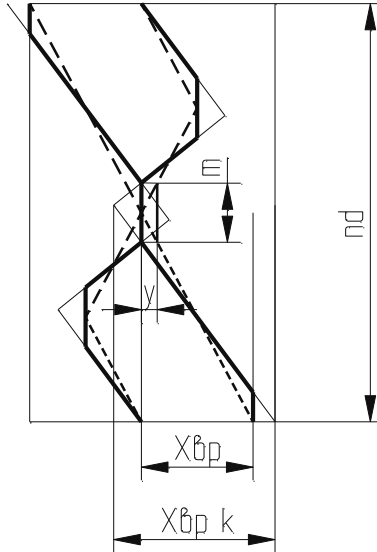


Рисунок 2 – Схема траектории движения инструмента

Штриховой линией изображена траектория движения инструмента с рассчитанными по формулам параметрами. Предположим, что на реверс двигателя продольной подачи револьверного суппорта станка отводится часть оборота заготовки, равная  $m$ . Тогда инструмент не выходит в заданную точку, и величина  $X_{вр}$  уменьшается на два значения  $y$ .

Чтобы получить контакт траекторий движения инструмента на соседних витках, что обеспечит перерезание стружки, необходимо увеличивать скорость подачи и величину врезания инструмента до  $X_{врk}$ . Таким образом, инструмент будет двигаться по траектории, которая изображена на рисунке сплошной жирной линией. Выведем формулы для расчета параметров  $X_{врk}$ ,  $X_{отвк}$ ,  $S_{врk}$  и  $S_{отвк}$ .

Для увеличения амплитуды колебания инструмента необходимо увеличить  $\Delta S_{вр}$ , введя коэффициент  $k$ :

$$S_{\text{врк}} = \frac{(z(\xi + 1) + 1)S_o k}{\xi} + S_o;$$

$$S_{\text{отвк}} = (z(\xi + 1) + 1)S_o k - S_o.$$

Следовательно, увеличится величина перемещения инструмента

$$X_{\text{врк}} = S_o k + \frac{S_o \xi}{z(\xi + 1) + 1};$$

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

Величина коэффициента  $k$  зависит от ряда параметров. К основным параметрам относятся коэффициент асимметрии и скорость резания. Для различных коэффициентов асимметрии характерны разные подачи  $S_{\text{врк}}$  и  $S_{\text{отвк}}$ , поэтому будут различными и параметры  $X_{\text{врк}}$ ,  $X_{\text{отвк}}$ ,  $S_{\text{врк}}$  и  $S_{\text{отвк}}$ .

Изменение частоты вращения заготовки приводит к изменению параметра  $m$  (рисунок 2), т.е. с увеличением частоты увеличивается часть оборота заготовки, затрачиваемая на реверс электродвигателя.

К примеру, при вибрационном точении стали ШХ15 твердосплавным резцом с частотой вращения  $500 \text{ мин}^{-1}$ , подачей  $0,2 \text{ мм/об}$  и глубиной резания  $1,5 \text{ мм}$  экспериментально получены следующие коэффициенты  $k$ , обеспечивающие надежное стружкодробление:

$\xi = 1/3$	1/2	1	2
3			
$k = 3.245$	3.185	3.3	2.54

2.75.