

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, В.А., Киселев, Р.А., Определение параметров схемы формообразования и геометрии червячного инструмента для непрерывной обработки плоского зубчатого контура // *Машиностроение: Республиканский межведомственный сборник научных трудов.* – Мн., 2001. – Вып. 17. – С. 205 – 209.
2. Данилов, В.А., Киселев, Р.А. Определение параметров схемы непрерывного формообразования и режущего инструмента для обработки плоского зубчатого контура // *Вестник Полоцкого государственного университета: серия В. Прикладные науки.* Том II, №2, 2003. С. 34-41.

УДК 621.835

Данильчик С.С.

РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАДАТЧИКА ДВИЖЕНИЯ УСТРОЙСТВА ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ К ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОМУ СТАНКУ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Вибрационное точение является эффективным способом стружкодробления в процессе обработки деталей, но при этом снижается качество обработанной поверхности. В отличие от обычного резания, где осевое расстояние между траекториями движения резца на соседних витках Δ одинаковое и равно подаче на оборот S_0 , при вибрационном точении оно изменяется от нуля до $\Delta_{\max} \geq 2S_0$ (рис.1, а), в результате чего происходит увеличение высоты гребешков, остающихся после обработки.

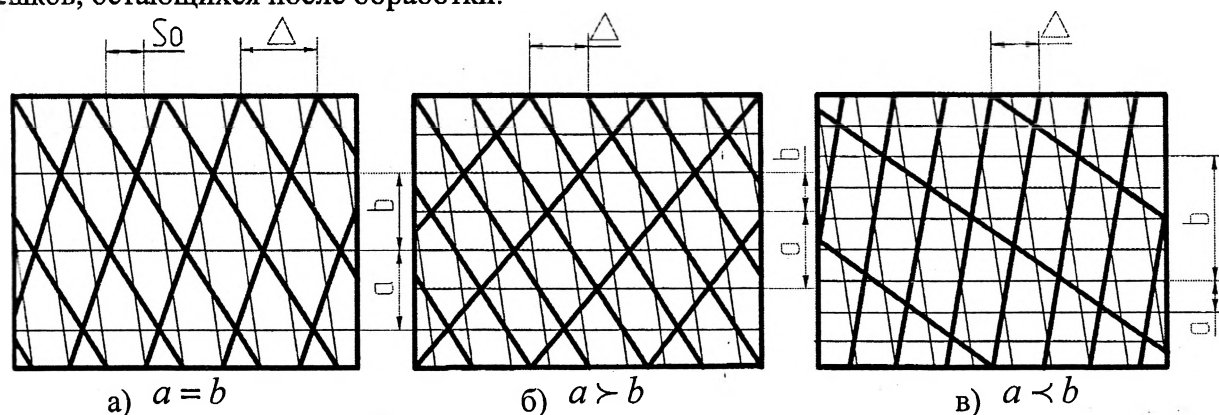


Рисунок 1 - Методы вибрационного точения:

а) - симметричное, б) – асимметричное мягкое, в) – асимметричное жесткое

Уменьшение расстояния Δ , а, следовательно, и высоты гребешков возможно при переходе от симметричного вибрационного точения к асимметричному. Асимметричное вибрационное точение характеризуется различными временными промежутками движения резца в направлении подачи и обратном направлении, т.е. коэффициентом асимметрии:

$$\xi = \frac{T_{вр}}{T_{отв}}$$

где $T_{вр}$ и $T_{отв}$ - время, соответственно, отводимое на врезание инструмента в заготовку и отвод в процессе его колебательного движения. Если $\xi > 1$, т.е. время на врезание превы-

шает время отвода резца, то такое резание называется мягким или релаксационным (рис. 1, б). При жестком или силовом вибрационном точении происходит ускоренное врезание инструмента в заготовку и медленный выход из нее (рис. 1, в). При симметричном вибрационном точении $\xi = 1$ (рисунок 1, а).

Коэффициент асимметрии может быть представлен отношением $\xi = \frac{a}{b}$,

где a и b – безразмерные части оборота заготовки, соответствующие прямому (врезание) и обратному (отвод) ходу инструмента. Их сумма составляет часть оборота заготовки, приходящуюся на двойной ход (цикл) с инструмента в процессе его колебательного движения.

При задании структуры цикла асимметричного точения модифицированными кулачковыми механизмами [1], приводящимися в движение от гладкого вала (на рис. 2 – фланец 6 для проектирования промежуточного задатчика движения - кулачка 7 необходимы следующие данные: средний диаметр кулачка, коэффициент асимметрии ξ и разница между максимальным и минимальным радиусами кулачка. Средний диаметр кулачка определяется из передаточного отношения фрикционной кулачковой передачи $i = \frac{d_{\text{шпн}}}{d_k}$,

где $d_{\text{шпн}}$ - диаметр шпинделя, а d_k - средний диаметр кулачка. Следовательно, средний диаметр кулачка $d_k = \frac{d_{\text{шпн}}}{i}$.

Колебательный процесс инструмента может быть описан выражением

$$zc + b = 1,$$

где z - число полных циклов инструмента, приходящееся на один оборот заготовки [2]. Таким образом, за один оборот заготовки инструмент совершит z полных циклов колебания и некую дробную часть цикла, соответствующую периоду отвода инструмента. Т.е. число приходящихся на один оборот заготовки циклов - величина, обратная двойному ходу инструмента c , и есть передаточное отношение кулачковой фрикционной передачи:

$$i = \frac{1}{c} = \frac{1}{a+b} = \frac{1}{b(\xi+1)}.$$

Из выражения следует, что значение передаточного отношения обратно пропорционально величине b , приходящейся на процесс отвода инструмента, и коэффициенту асимметрии. Величина b , в свою очередь, зависит от коэффициента асимметрии и числа полных циклов колебания инструмента z за один оборот заготовки. Коэффициент асимметрии ξ для мягкого вибрационного точения можно принять $\xi = 2; 3; 4; 5$ и т.д., для жесткого -

$$\xi = \frac{1}{2}; \frac{1}{3}; \frac{1}{4}; \frac{1}{5} \text{ и т.д.}$$

С целью облегчения расчетов и построения схем вибрационного резания вводят наименьший знаменатель m кратности деления одного оборота заготовки на доли и при помощи его определяют значения величин a и b [1]. Таким образом, при мягком вибрационном точении, т.е. в случае, когда $\xi > 1$, $b = \frac{1}{m}$, при жестком - $b = \frac{1}{m\xi}$. Учитывая данные выражения, передаточные отношения фрикционной кулачковой передачи можно представить в виде:

$$i = \frac{m}{\xi + 1} \text{ - для мягкого точения;}$$

$$i = \frac{m\xi}{\xi + 1} \text{ - для жесткого точения.}$$

Значение знаменателя кратности зависит от числа полных циклов колебаний инструмента, приходящихся на один оборот заготовки, которое рассчитывается исходя из необходимой длины стружки.

Известно, что длина стружки для ее эффективного удаления и транспортирования не должна превышать 150...200 мм. Длина стружки, образуемой при вибрационном точении, определяется циклом колебаний инструмента c и диаметром обрабатываемой заготовки D

$$l_{\text{стр}} = \frac{c\pi D}{\lambda},$$

где λ - коэффициент продольной усадки стружки. Из выражения следует:

$$c = \frac{l_{\text{стр}} \lambda}{\pi D}.$$

Число полных циклов колебаний инструмента Z - есть величина, обратная циклу c , округленная до целых значений. Имея число циклов и задавшись коэффициентом асимметрии, можно определить передаточное отношение i кулачковой фрикционной передачи, а затем и средний диаметр кулачка. К примеру, для $z = 1$ и $\xi = 2$ принимаем наименьший знаменатель кратности $m = 4$ [1]. В итоге получаем $b = \frac{1}{4}$, а передаточное отношение

$i = \frac{4}{3} = 1,3(3)$. При жестком вибрационном точении с параметрами $z = 1$ и $\xi = \frac{1}{2}$ наименьший

знаменатель кратности $m = 5$. В этом случае $b = \frac{2}{5}$, а $i = \frac{5}{3} = 1,6(6)$. Следовательно, при мягком вибрационном точении частота колебаний инструмента меньше чем при жестком.

Разность радиусов кулачка рассчитывается исходя из необходимой длины хода плунжера 1 вибратора (рис. 2). Дополнительные колебательные движения резцедержателю передаются путем воздействия на рычаг 4 через винт 3. Рычаг совершает качательные движения относительно винта 5 и толкает верхние салазки станка. Объем жидкости, поступающей в гидроцилиндр, определяется по формуле:

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi d_{\text{ц}}^2}{4} l;$$

где $d_{\text{ц}}$ - диаметр плунжера гидроцилиндра, l - ход плунжера гидроцилиндра.

Объем жидкости $V_{\text{н}}$, нагнетаемый плунжером насоса 9, должен быть не менее объема $V_{\text{ц}}$, необходимого для перемещения плунжера 1 гидроцилиндра 2 на заданную величину. При уменьшении амплитуды колебаний инструмента излишки масла будут сливаться в бачок 8.

$$V_{\text{н}} \geq V_{\text{ц}}.$$

$$V_{\text{н}} = \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} h,$$

где $d_{\text{н}}$ - диаметр плунжера насоса, h - ход плунжера насоса.

Выразим из формулы ход плунжера:

$$h = \frac{4V_{\text{н}}}{\pi d_{\text{н}}^2} = \frac{4V_{\text{ц}}}{\pi d_{\text{н}}^2}.$$

Подставив $V_{\text{ц}}$, получим окончательную формулу:

$$h = \frac{d_{\text{ц}}^2}{d_{\text{н}}^2} l.$$

Перемещение плунжера насоса на требуемую величину обеспечивается соответствующей разностью радиусов управляющего кулачка, которая рассчитывается из соотношения (рис. 2)

$$\frac{h}{A} = \frac{h_1}{A_1},$$

где h и h_1 - ход плунжера 9 и перемещение оси кулачка 7, A и A_1 - расстояния от оси вращения рычага до плунжера и кулачка соответственно. Следовательно, разность радиусов ΔR кулачка будет: $\Delta R = h_1 = \frac{hA_1}{A}$.

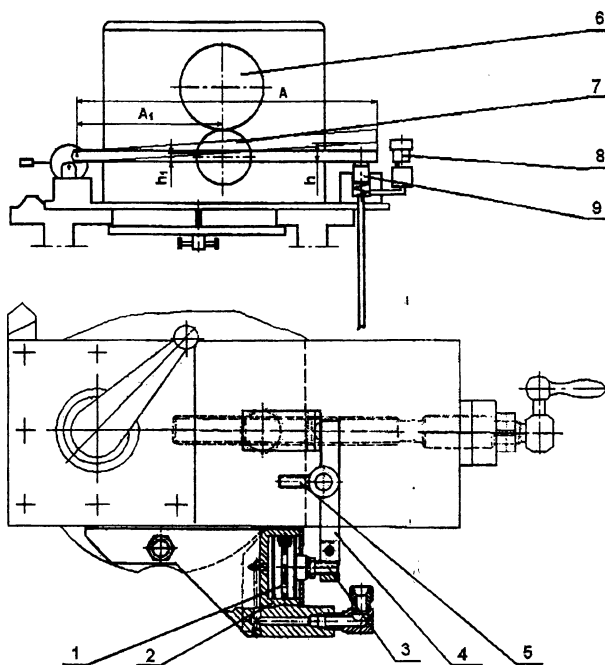


Рисунок 2 - Устройство для дробления стружки

Для обеспечения дополнительного колебательного движения резцу величиной 2 мм, учитывая конструктивные параметры приспособления для вибрационного точения (рис. 2) плунжеру 1 гидроцилиндра необходимо сообщить перемещение, равное 3,27 мм. В этом случае ход плунжера насоса 9 будет равен 7,98 мм. Это возможно, если перепад радиусов профиля кулачка составит не менее 2,75 мм.

Рассматриваемый для вибрационного резания механизм использовался на токарном станке модели 1К62. В качестве задатчика движения применялся эксцентрик. Работа механизма с эксцентриковым задатчиком приводила к увеличению шероховатости обработанных поверхностей. Замена эксцентрика на кулачок, обеспечивающий асимметричное вибрационное точение, позволит повысить качество обработанных деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молочко, В.И. О структуре эквивалентных эксцентриковых механизмов с роликовыми толкателями. // Машиностроение. 2002. Вып.18. С.415-420.
2. 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.