

## Л и т е р а т у р а

1. *Арефьев О.Н., Кропотина Н.М.* Интерактивные электронные учебные средства в подготовке конкурентоспособных специалистов // Профессиональное образование. – 2003. – № 12. – С.13-14.
2. *Зуев Д.Д.* Проблемы школьного учебника. – М.: Просвещение, 1987. – 103 с.
3. *Радченко А.К.* Проектирование технологии обучения техническим дисциплинам. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2003. – 288 с.

УДК 621.941.1

### ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ РЕЗЦА ПРИ АСИММЕТРИЧНОМ ВИБРАЦИОННОМ РЕЗАНИИ

*П.В. Пугач*

*Научные руководители – С.Ю. Лошкарева, В.И. Молочко  
Белорусский национальный технический университет*

При асимметричном вибрационном резании [1] инструмент под действием задающего устройства совершает асимметричные колебания, которые в первом приближении могут быть описаны линейно-кусочной функцией. При использовании таких функций в связи с необходимостью периодического перехода от одного линейного уравнения к другому расчеты технологических параметров резания, например мгновенной величины действительной (суммарной) подачи инструмента приходится вести покусочно (поэтапно), что не всегда удобно. Однако линейно-кусочная функция с помощью рядов Фурье может быть выражена одним общим уравнением в виде суммы гармоник колебаний разной амплитуды и частоты. Отбрасывая часть членов, представляющих гармоники высшего порядка можно получить приближенное уравнение асимметричных колебаний инструмента, обеспечивающее расчет требуемых технологических параметров резания с заданной степенью точности.

Ниже дается решение данной задачи.

Исходные данные:  $\frac{a}{2} + \frac{b}{2} = \pi \Rightarrow a + b = 2 \pi; k = 2 \pi.$

Выразим функцию в виде комбинации линейных функций:

$$f(x) = \frac{2A}{a} x; \text{ при } 0 \leq x \leq \frac{a}{2},$$

$$f(x) = -\frac{2A}{b} x + \frac{2\pi A}{b}; \text{ при } \frac{a}{2} \leq x \leq \pi.$$

В виде ряда Фурье функция преобразовывается к виду:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x + b_3 \sin 3x + \dots,$$

где:  $a_0 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) dx;$

$$d_k = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) \sin(kx) dx;$$

Имеем:

$$a_0 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) dx = \frac{2}{\pi} \left( \int_0^{\frac{a}{2}} \frac{2A}{a} x dx + \int_{\frac{a}{2}}^{\pi} \left( -\frac{2A}{b} x + \frac{2\pi A}{b} \right) dx \right) =$$

$$= \frac{2}{\pi} \left( \left( \frac{2A}{a} \frac{x^2}{2} \right)_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} - \left( \frac{2A}{b} \frac{x^2}{2} \right)_{\frac{a}{2}}^{\pi} + \left( \frac{2\pi A}{b} x \right)_{\frac{a}{2}}^{\pi} \right) =$$

$$= \frac{2}{\pi} \left( \frac{Aa}{4} - \frac{\pi^2 A}{b} + \frac{Aa^2}{4b} + \frac{2\pi^2 A}{b} - \frac{\pi a A}{b} \right) =$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{2}{\pi} \left( \frac{A a}{4} \left( 1 + \frac{a}{b} \right) + \frac{\pi A}{b} (\pi - a) \right) = \\
&= \frac{2}{\pi} \left( \frac{A a}{4} \frac{2 \pi}{b} + \frac{\pi A (\pi - a)}{b} \right) = \frac{2}{\pi} \left( \frac{\pi A}{b} \left( \frac{a}{2} + (\pi - a) \right) \right) = \\
&= \frac{2 A}{b} \left( \frac{a + 2 \pi - 2 a}{2} \right) = \frac{2 A}{b} \frac{2 \pi - a}{2} = A
\end{aligned}$$

Таким образом:  $a_0 = A$ ;

$$\begin{aligned}
b_k &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) \sin(k x) dx = \frac{2}{\pi} \left( \int_0^{\frac{a}{2}} \frac{2 A}{a} x \sin(k x) dx + \right. \\
&\quad \left. + \int_{\frac{a}{2}}^{\pi} \left( -\frac{2 A}{b} x + \frac{2 \pi A}{b} \right) \sin(k x) dx \right) = \\
&= \frac{2}{\pi} \left[ \frac{2 A}{a} \left( \left( -\frac{x \cos(k x)}{k} \right)_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} + \left( \frac{\sin(k x)}{k^2} \right)_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \right) - \right. \\
&\quad \left. - \frac{2 A}{b} \left( \left( -\frac{x \cos(k x)}{k} \right)_{\frac{a}{2}}^{\pi} + \left( \frac{\sin(k x)}{k^2} \right)_{\frac{a}{2}}^{\pi} \right) + \right. \\
&\quad \left. + \frac{2 \pi A}{b} \left( -\frac{\cos(k x)}{k} \right)_{\frac{a}{2}}^{\pi} \right]
\end{aligned}$$

$$\frac{a_0}{2} = \frac{A}{2}$$

Вычислим коэффициент при  $\cos\left(\frac{k a}{2}\right)$ :

$$\begin{aligned} -\frac{A}{k} - \frac{A a}{b k} + \frac{2 \pi A}{b k} &= \frac{2 \pi A}{b k} - \frac{A}{k} \left(1 + \frac{a}{b}\right) = \\ &= \frac{2 \pi A}{b k} - \frac{A}{k} \frac{(a+b)}{b} = \frac{2 \pi A}{b k} - \frac{A 2 \pi}{k b} = 0 \end{aligned}$$

Вычислим коэффициент при  $\sin \frac{k a}{2}$ :

$$\frac{2 A}{a k^2} + \frac{2 A}{b k^2} = \frac{2 A}{k^2} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right) = \frac{2 A}{k^2} \left(\frac{(a+b)}{a b}\right) = \frac{4 A \pi}{a b k^2}.$$

Тогда:  $b_k = \frac{8 A \sin\left(\frac{k a}{2}\right)}{k^2 a b}$ .

И окончательно:

$$f(x) = \frac{A}{2} + \left( \frac{8 A \sin\left(\frac{1 a}{2}\right)}{1^2 a b} \right) \sin(x) + \left( \frac{8 A \sin\left(\frac{2 a}{2}\right)}{2^2 a b} \right) \sin(2 x) + ..$$

$$\dots + \left( \frac{8 A \sin\left(\frac{k a}{2}\right)}{k^2 a b} \right) \sin(k x).$$

## Л и т е р а т у р а

1. *Молочко В.И.* О влиянии структуры цикла вибрационного резания на шероховатость обработанной поверхности// Весці НАН Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. – № 1. – С.45 – 52.

УДК621.941.2

### УСЛОВИЯ СТРУЖКОДРОБЛЕНИЯ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ РЕЗАНИИ

*Н.А. Брикова*

*Научный руководитель — В.И. Молочко  
Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время на производстве существует проблема борьбы со сливной стружкой, образующейся при обработке резанием пластичных конструкционных материалов. В ее решении может помочь вибрационное резание, суть которого заключается в том, что резцу помимо постоянной подачи сообщается дополнительное возвратно-поступательное (колебательное) движение.

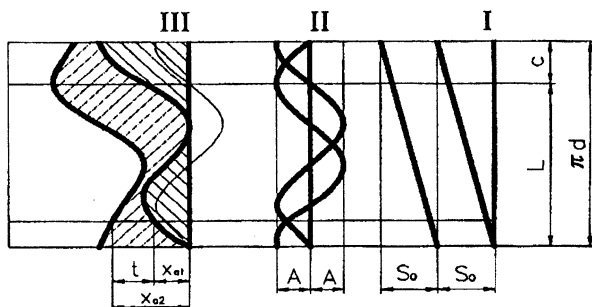


Рис.1. ( $L < \pi d$ )