

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

Литература

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.

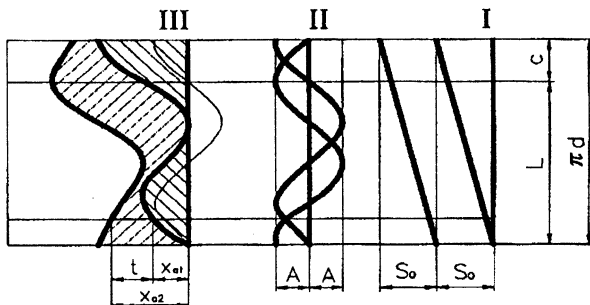


Рис.1. ($L < \pi d$)

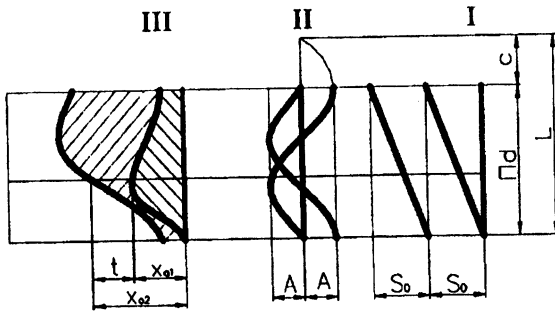


Рис.2. ($L > \pi d$)

Для установления возможности и условий перерезания стружки рассмотрим путь резца по поверхности детали на протяжении первых двух оборотов (рис.1 и 2).

В результате постоянной подачи резцового суппорта и вращения заготовки резец перемещается по винтовой линии с шагом, равным величине подачи S_0 . На графиках I показана развернутая цилиндрическая поверхность с длиной окружности πd , на которой след подачи изобразится в виде отрезков прямой линии. На графиках II показано перемещение резца под действием кривошипно-ползунного или кулачкового механизма (эксцентрика). Этот путь представляет собой синусоиду или близкую к ней кривую с длиной волны L и амплитудой колебания A , равной длине кривошипа или эксцентриситету эксцентрика. Здесь возможны два варианта [1]. Первый, когда $L < \pi d$ (рис.1); в этом случае можно записать

$$\pi d = mL + c,$$

где m – целое число длин волн;

c – оставшаяся часть волны (при $m = 1$, $\pi d = L + c$). Второй, когда $L > \pi d$ (рис.2); в этом случае

$$\pi d = L - c,$$

где c – часть волны, на которую она превышает πd . На графиках III изображено суммарное перемещение резца по цилиндрической поверхности детали, полученное в результате сложения двух преды-

дущих перемещений для первого (рис.1) и второго (рис.2) вариантов соотношений между πd и L .

Как видно из графиков III, расстояние между траекториями движения резца на первом и втором оборотах заготовки t – величина переменная, на которую влияют величина сдвига фаз c/L , зависящая от соотношения длины волны L и длины окружности детали πd , амплитуда A и исходная постоянная подача на оборот S_0 . Для обеспечения перерезания стружки необходимо, чтобы траектории движения инструмента на первом и втором оборотах, по крайней мере, касались друг друга. Гарантированное перерезание элемента стружки наступит при пересечении этих траекторий.

Определим величину t расчетным путем.

Очевидно, что $\frac{\varphi_3}{\varphi_\delta} = \frac{60f}{n} = \nu$, откуда угол поворота задающего

эксцентрика $\varphi_3 = \varphi_\delta \frac{60f}{n} = \varphi_\delta \cdot \nu$, где φ_δ — угол поворота детали.

Для математического определения координаты любой точки графика суммарного перемещения служит уравнение

$$x = \frac{\varphi_\delta}{2\pi} S_0 + A \cdot \sin \varphi_3 = \frac{\varphi_\delta}{2\pi} S_0 + A \cdot \sin (\varphi_\delta \nu),$$

первый член которого учитывает перемещение суппорта с постоянной подачей на оборот S_0 , а второй — колебательное движение инструмента.

Для вывода условия перерезания стружки выразим положение некоторой произвольно выбранной точки a на первом и втором оборотах детали, то есть когда $\varphi_{a1} - \varphi_{a2} = 2\pi$.

$$x_{a1} = \frac{\varphi_{a1}}{2\pi} S_0 + A \cdot \sin(\varphi_{a1} \cdot \nu),$$

$$x_{a_2} = \frac{\varphi_{a_2}}{2\pi} S_o + A \cdot \sin(\varphi_{a_2} \cdot \nu).$$

Тогда разность координат этих точек t_a будет равна

$$\begin{aligned} t = x_{a_1} - x_{a_2} &= \frac{S_o}{2\pi} \cdot (\varphi_{a_1} - \varphi_{a_2}) + A \cdot [\sin(\varphi_{a_1} \cdot \nu) - \sin(\varphi_{a_2} \cdot \nu)] = \\ &= \frac{S_o}{2\pi} (\varphi_{a_1} - \varphi_{a_2}) \cdot 2A [\cos(0,5 \cdot \nu \cdot (\varphi_{a_1} - \varphi_{a_2})) \cdot \sin(0,5 \cdot \nu \cdot (\varphi_{a_1} - \varphi_{a_2}))] = \\ &= S_o + 2A \cdot [\cos(0,5 \cdot \nu \cdot (\varphi_{a_1} - \varphi_{a_2})) \cdot \sin(\nu \cdot \pi)]. \end{aligned}$$

Минимальное значение функции t_a будет иметь место в том случае, когда $\cos(0,5 \cdot \nu \cdot (\varphi_{a_1} - \varphi_{a_2})) = -1$.

$$\text{Следовательно, } t_{\min} = S_o - 2A \cdot \sin(\nu\pi). \quad (1)$$

Для перерезания стружки теоретически достаточно обеспечить касание траекторий на соседних оборотах детали, что достигается при $t_{\min} = 0$. Тогда с учетом (1) условие перерезания стружки будет иметь вид:

$$S_o - 2A \cdot \sin(\nu \cdot \pi) = 0. \quad (2)$$

Из соотношения (2) следует, что при заданном значении числа колебаний ν за один оборот детали, амплитуда колебаний, при которой будет обеспечено стружкодробление, будет равна

$$A = 0,5 \cdot S_o \cdot \operatorname{cosec}(\nu \cdot \pi).$$

Таким образом, амплитуда колебаний зависит от подачи S_o и числа колебаний ν за один оборот детали. Очевидно, что минимальная амплитуда будет иметь место при $\operatorname{cosec}(\nu \cdot \pi) = 1$.

$$\text{Откуда } v \cdot \pi = \frac{\pi}{2} + \kappa\pi \Rightarrow v = \kappa + \frac{1}{2},$$

где κ – любое целое число (0; 1; 2; 3 и т.д.).

Следовательно, наилучшие условия для стружкодробления будут иметь место, если соотношение $v = \frac{60f}{n}$ будет равно 0,5; 1,5; 2,5;

3,5 и т.д.

При $v = 0,5$ имеет место вариант, когда $L > \pi d$ ($L = 2\pi d$).

Л и т е р а т у р а

1. *Лавров Н.К.* Завивание и дробление стружки в процессе резания. – М.: Машиностроение, 1971. – 88 с.

УДК 378:371.3

ГРУППОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТУДЕНТОВ, И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ

О.Ю. Буко, О.В. Дичковская

*Научный руководитель – А.А. Плевко
Белорусский национальный технический университет*

Успешное решение проблем гуманитаризации и гуманизации высшего технического образования предполагает ориентацию на инновационную субъект-субъектную парадигму построения учебно-воспитательного процесса.

Современные педагогические технологии предполагают организацию творческого сотрудничества в системах преподаватель-студент и студент-студент.

Применение на занятиях фронтальной, индивидуальной и групповой форм работы позволяет решать более эффективно учебно-воспитательные задачи. Под групповой работой мы понимаем межсубъектное и межгрупповое взаимодействие студентов в малых