

Б. С. СЕРОВ, А. Ф. РАБ, канд. техн. наук,  
Ф. В. НОВИКОВ

## КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КРУГЛОГО ШЛИФОВАНИЯ ПРЕРЫВИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Процесс круглого наружного шлифования изделий с прерывистой поверхностью предполагает ряд особенностей, обусловленных характером контакта шлифовального круга и изделия. Он может быть непрерывным или периодическим в зависимости от типа шлифовального круга, конструкции изделия и глубины резания  $t$ .

В целях изучения характера контакта в процессе круглого наружного шлифования многолезвийных инструментов проанализированы стандартные конструкции разверток, шлицевых протяжек, зенкеров для диаметра 10–100 мм, а также цилиндрических и дисковых фрез диаметром 20–315 мм. С учетом диаметра, числа зубьев и их ширины определяется угол  $\varphi$  между двумя соседними зубьями для каждого типоразмера инструмента. Установлено, что его размер колеблется от  $17^{\circ}50'$  до  $110^{\circ}$  и наименьшее значение имеет место для разверток  $d=70$  мм и дисковых фрез  $d=315$  мм.

Чтобы определить минимальную глубину резания  $t_{min}$ , при которой контакт между кругом и изделием будет непрерывным, т.е. в контакте с кругом будут находиться два смежных зуба изделия, рассмотрим схему наружного круглого шлифования (рис. 1). В соответствии с приведенными в работе [1] данными  $t = y_1 + y_2$ , где  $y_1 = rt / (R + r)$ . Для круга формы ЧК при  $R \rightarrow \infty$ :  $y_1 = 0$ ;  $t = y_2 = t_{min}$ .

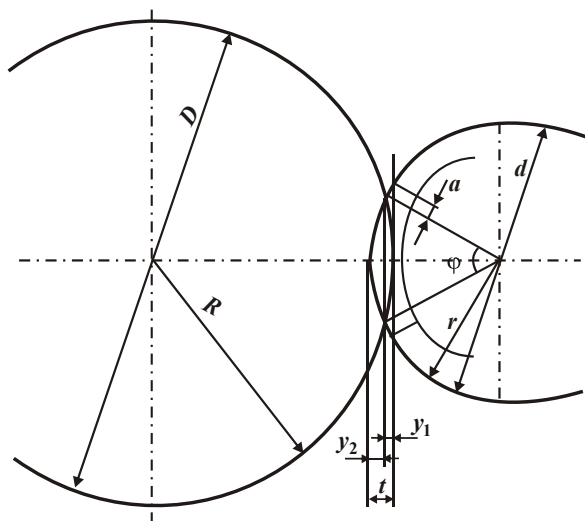


Рис. 1.

Из условия  $\frac{d}{2} \cos \frac{\varphi}{2} = \frac{d}{2} - t_{min}$  получим

$$t_{min} = \frac{d}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2}\right). \quad (1)$$

Выразим  $\varphi$  через параметры изделия:

$$\varphi = \frac{2\pi}{k} - \frac{2a}{d},$$

где  $k$  – число ножей;  $a$  – ширина ножа.

Окончательно напишем:

$$t_{min} = \frac{d}{2} \cdot \left(1 - \cos \left(\frac{\pi}{k} - \frac{a}{d}\right)\right). \quad (2)$$

Значения  $t_{min}$  составляют для шлицевых протяжек 0,013 мм, для зенкеров 1,5 мм, для разверток 0,2 мм, для фрез 0,44 мм. Указанные значения  $t_{min}$  превышают глубины резания, фактически применяемые при круглом наружном шлифовании многолезвийных инструментов кругами из сверхтвердых материалов [2, 3]. Таким образом, особенностью этого процесса является прерывистый характер контакта круга и изделия, поскольку в контакте с кругом находится только один нож изделия.

В результате периодических импульсов, вызванных взаимодействием ножей изделия с кругом, система СПИД будет совершать вынужденные колебания. Для оценки динамичности системы СПИД расчетным путем в соответствии с методами теории колебаний установлено влияние скорости изделия  $V_u$  и ширины ножа  $a$  на уровень колебаний системы «изделия» как менее виброустойчивого элемента.

Результаты численного расчета на ЭВМ представлены на рис. 2 в виде амплитудно-частотных характеристик системы изделия при  $P_0=1$  кГс.

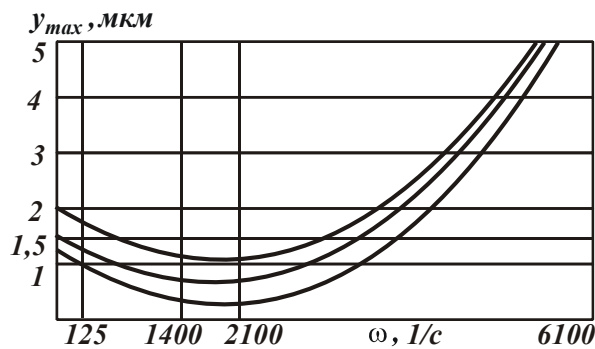


Рис. 2.

Как следует из графика, с увеличением частоты действия внешней нагрузки амплитуда перемещений конца стержня уменьшается при изменении частоты вращения  $\omega$  от 0 до  $2100 \text{ с}^{-1}$  для  $d=60$  мм ( $V_u=30\text{--}475$  м/мин). По мере дальнейшего повышения значения  $\omega$  амплитуда возрастает и при  $\omega=6100 \text{ с}^{-1}$  наблюдается резонанс. Падение амплитуды на участке  $\omega=0 - 2100 \text{ с}^{-1}$  вызвано уменьшением продолжительности воздействия нагрузки. С повышением  $\omega$  свыше  $2100 \text{ с}^{-1}$  начинают появляться резонансные явления, которые перекры-

вают влияние падения импульса силы. Правомочность высказанного предположения подтверждается указанными амплитудно-частотными характеристиками, при  $T/T_1=1/3$  (зависимость 1),  $T/T_1=1/5$  (зависимость 2),  $T/T_1=1/10$  (зависимость 3), где  $T$  – время контакта ножа с кругом,  $T_1$  – период контактов. С уменьшением  $T$  при постоянном значении  $T_1$  амплитуда колебаний снижается. Следовательно, в реальных процессах шлифования многолезвийных инструментов уменьшение ширины ножа должно благоприятно сказываться на технологических параметрах обработки.

Таким образом, в диапазоне изменения скоростей изделия  $V_u=30-475$  м/мин амплитудно-частотная характеристика имеет падающий участок, перемещения уменьшаются примерно в 1,5 раза, что свидетельствует о необходимости учета динамического фактора при изучении физических особенностей процесса шлифования прерывистых поверхностей.

**Список литературы:** 1. *Маслов Е. Н.* Теория шлифования металлов. – М.: Машиностроение, 1974. – 320 с. 2 *Эльбор* в машиностроении / В. С. Лысанов, В. А. Букин, Б. А. Глаговский и др. – Л.: Машиностроение, 1978. – 280 с. 3. *Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник* / А. Н. Резников, Е. И. Алексенцев, Я. И. Барац и др. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.

*Поступила в редколлегию 10.01.81.*