

УДК 621.923

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ ШЛИФОВАНИИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС.

Якимов А.А., канд. техн. наук, Новиков Ф.В., докт. техн. наук.,

Кметюк С.Н.

(г. Одесса, Украина)

In the paper methods of grinding efficiency raise are observed.

Режущая способность сплошных и прерывистых кругов оценивается удельной интенсивностью шлифования $\lambda = Q/F_y$, $\text{мм}^3/(\text{с} \times \text{Н})$, и коэффициенту шлифования $K_{ш} = F_z/F_y$, где Q – производительность, $\text{мм}^3/\text{с}$; F_y – нормальная составляющая силы резания, F_z – тангенциальная составляющая силы резания.

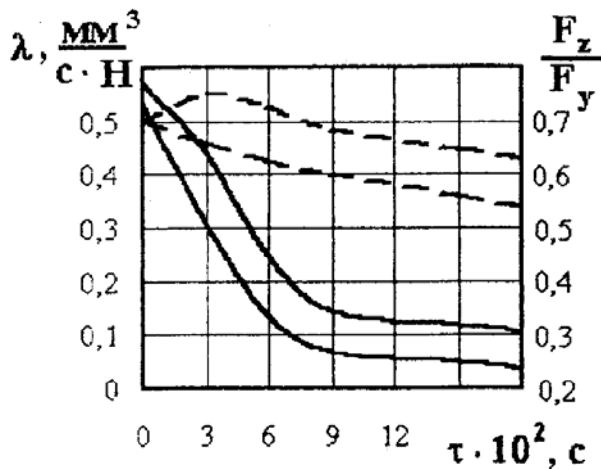


Рис.1 Зависимость λ , $\text{мм}^3/\text{с} \cdot \text{Н}$ и $K_{ш} = F_z/F_y$ от времени шлифования сплошным и прерывистым кругами 24A25HСM26K5. Кривые 1, 3 – изменение λ ; 2, 4 – изменение отношения F_z/F_y . Контурные линии – сплошной круг, пунктирные – прерывистый

На рис. 1 представлена зависимость параметров λ и $K_{ш}$ от продолжительности шлифования по упругой схеме стали 12Х2Н4А сплошным и прерывистым кругом 24А25НСМ 26К5 ($l_1 = 36$ мм – длина выступа, $l_2 = 24$ мм – размер паза) на режиме: $V_{кр} = 34,5$ м/с, $V_{дет} = 0,1$ м/с, $F_y = 12$ Н/мм.

Из рис. 1 видно, что по мере затупления режущих зерен параметры λ и $K_{ш}$ уменьшаются.

Например, параметр $K_{ш}$ после 25-минутного периода шлифования сплошным кругом уменьшился от 0,78 до 0,31, а после шлифования прерывистым кругом от 0,7 до 0,64. Параметр λ после шлифования сплошным кругом уменьшился от 0,52 до 0,05 мм³/(с×Н), а после шлифования прерывистым кругом – от 0,5 до 0,35 мм³/(с×Н).

Сохранение высокой режущей способности прерывистых кругов связано с возникновением в упругой системе шпиндельного узла вынужденных высокочастотных колебаний с частотой порядка 300 ÷ 1000 Гц, которое существенно изменяет условия трения и износ режущих зерен, уменьшают сопротивление сходу стружки, облегчают процесс ее образования и устраняют налипание металла на режущие зерна. Кроме того, наличие вырезов на шлифовальном круге, наклоненных к оси вращения способствует подаче в зону резания воздушного потока под повышенным давлением.

Мощная струя воздуха выдувает стружку из зоны резания, интенсифицируя процесс ее окисления и сгорания.

Окисленная стружка становится хрупкой, приобретает шаровидную форму, не налипает на поверхность зерен и не внедряется в поры шлифовального круга.

Наличие вырезов на прерывистом круге увеличивает расстояние между режущими зернами и соответственно глубину их внедрения. Известно, что при уменьшении глубины внедрения режущих зерен в металл доля энергии, затрачиваемой на трение, возрастает. При прерывистом шлифовании за счет динамических ударов происходит хрупкое разрушение зерен с образованием новых острых режущих кромок.

Для разработки эффективных мер по управлению режущей способности необходимо знать доленой вклад энергии, затрачиваемой на резание и трение.

Составляющую силу резания F_z можно представить в виде

$$F_z = F_{z \text{ тр}} + F_{z \text{ рез}}, \quad (1)$$

$$F_{z \text{ тр}} = f F_y, \quad (2)$$

$$F_{z \text{ рез}} = \sigma s, \quad (3)$$

где $F_{z \text{ тр}}$ и $F_{z \text{ рез}}$ соответственно составляющие тангенциальной силы;

f – коэффициент трения зерен круга с обрабатываемым материалом;

σ – условное напряжение резания, Н/м²;

s – площадь сечения среза, м².

Из работы [1] известно, что

$$F_{z \text{ рез}} = \frac{z[\sigma]_{\text{сж}}}{K_{\text{ш рез}}}, \quad (4)$$

где $[\sigma]_{\text{сж}}$ – предел прочности материала на сжатие, Н/м².

$$K_{\text{ш рез}} = \frac{F_{z \text{ рез}}}{F_y} = \frac{F_z - F_{z \text{ тр}}}{F_y} = K_{\text{ш}} - f \quad (5)$$

Теоретически установлена связь производительности шлифования с параметром $(K_{\text{ш}} - f)$ [1].

$$Q = \frac{F_y \cdot V_{\text{фр}} (K_{\text{ш}} - f)^2}{2[\sigma]_{\text{сж}}} \quad (6)$$

Из выражения (6) следует, что производительность шлифования зубчатых колес существенно зависит от параметра $K_{\text{ш}}$, который входит в виде квадрата разности $(K_{\text{ш}} - f)^2$. Данный параметр изменяется в весьма широких пределах: от нуля (случай перехода от процесса резания к процессу трения), до значений 0,5 ... 0,7 (случай высокопроизводительного шлифования), когда $K_{\text{ш}} \gg f$. По мере износа зерен и затупления круга $K_{\text{ш}} \rightarrow f$ производительность обработки уменьшается.

Разность $(K_{ш} - f)$ – параметр, весьма чувствительный к изменению $K_{ш}$ особенно, когда $K_{ш}$ мало отличается от f .

Следовательно производительностью зубошлифования можно управлять на основе оптимизации параметра $K_{ш\text{рез}}$.

Стабилизировать этот параметр во времени можно за счет режимов, обеспечивающих самозатачивание круга или путем импрегнирования кругов.

Для увеличения производительности надо увеличить $K_{ш}$ или уменьшить коэффициент трения f .

Увеличить $K_{ш}$ можно во-первых путем применения самозатачивающих связок, применения прерывистых кругов, имеющих строго определенное соотношение длин режущих выступов и впадин, применения комбинированных методов шлифования с использованием дополнительной электрической энергии и т.д.

Уменьшить коэффициент трения можно за счет применения эффективных технологических сред – импрегнированных кругов.

Список литературы: 1. Новиков Ф.В. Физические условия повышения производительности алмазного шлифования. Труды международной технической конференции «Проблемы теории и практики технологии машиностроения и физико-технической обработки». Харьков, 2000 г., 154 – 156 с.