

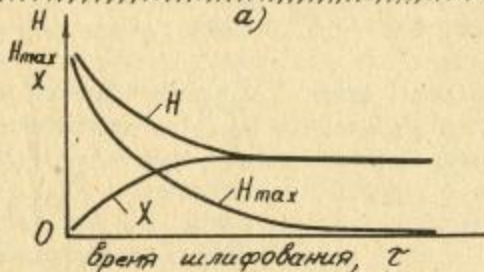
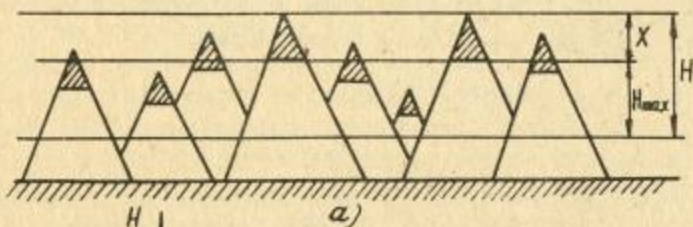
МЕХАНИЗМ ИЗНОСА КРУГА В УСЛОВИЯХ  
ОБЫЧНОГО И УПРАВЛЯЕМОГО ПРОЦЕССА  
ШЛИФОВАНИЯ

Новиков Ф.В., Дубина Н.И.

Несмотря на высокую режущую способность, обусловленную уникальными физико-механическими свойствами алмаза, алмазные круги на металлической связке при шлифовании ряда труднообрабатываемых материалов работают недостаточно эффективно, обычно в режиме затупления или "засаливания", и требуют периодической правки. Одним из путей повышения эффективности их работы является управление режущим рельефом на основе электрофизико-механических методов воздействия на круг, которые позволяют принудительно удалить связку и поддерживать на рабочей поверхности круга "острый" режущий рельеф [1]. Для выработки принципов ведения такого процесса важно знать закономерности износа круга и их взаимосвязь с основными параметрами шлифования, включая механические и электрические. Используя положение математической модели шлифования, приведенной в работе [2], получим аналитическую зависимость, унавязывающую условия шлифования с параметрами рельефа круга при обычном шлифовании по упругой схеме (см. рис. 1, а).

$$X = \sqrt{\frac{600 \cdot \bar{X}^3}{m}} \sqrt{\frac{V_{изд} \cdot K \cdot F_{рад}}{V_{кр} \cdot K \cdot F_{рад}}} \sqrt{\frac{V_{изд} \cdot A \cdot S}{V_{кр} \cdot K \cdot F_{рад}}} \quad (1)$$

- где  $X$  - износ максимального выступающего зерна, мм;  
 $\bar{X}$  - зернистость круга, мм;  
 $m$  - объемная концентрация зерен, %;  
 $V_{изд}$  - скорость движения изделия, мм/с;  
 $V_{кр}$  - скорость круга, м/с;  
 $A$  - параметр, характеризующий прочность обрабатываемого материала;  
 $S$  - площадь контакта круга с изделием, мм<sup>2</sup>;  
 $K$  - коэффициент шлифования;  
 $F_{рад}$  - радиальная составляющая силы резания.



б)

- а - расчетная схема параметров рельефа круга;  
 б - зависимость параметров  $H$ ,  $H_{max}$ ,  $X$   
 от времени шлифования  $\tau$

В начальный момент шлифования, когда износ зерен отсутствует, параметр  $X$  равен нулю, и скорость изделия  $V'_{изд}$  соответствующая производительности обработки, определится по уравнению

$$V'_{изд} = \frac{600^2 \pi^2 \bar{X}^6 V_{кр} K^3 F_{рад}^3}{m^2 A^3 S^3} \quad (2)$$

Зависимость (2) весьма удачно отражает суть шлифования, так как позволяет установить основные пути повышения производительности обработки. Наиболее ощутимого роста производительности можно добиться увеличением нормального давления  $F_{рад}/S$ , зернистости круга  $\bar{X}$  и снижением объемной концентрации круга  $m$ . Влияние  $V_{кр}$ , как следует из зависимости (2), менее эффективно. На производительность шлифования значительное влияние оказывает прочность обрабатываемого материала. С ее увеличением  $V'_{изд}$  интенсивно уменьшается, и для поддержания  $V'_{изд}$  на относительно высоком уровне  $F_{рад}$  необходимо увеличивать.



Установленные закономерности изменения  $V'_{\text{изд}}$  обусловлены изменением максимальной толщины среза  $H_{\text{max}}$  и условного напряжения шлифования  $[\sigma]$ , которые описываются зависимостями

$$H_{\text{max}} = \frac{600 \pi \cdot \bar{X}^3 \cdot K \cdot F_{\text{рад}}}{m \cdot A \cdot S}; \quad (3)$$

$$[\sigma] = \frac{A}{H_{\text{max}}^2} = \frac{m^2 \cdot A^3 \cdot S^2}{600^2 \cdot \pi^2 \cdot \bar{X}^6 \cdot K^2 \cdot F_{\text{рад}}^2}. \quad (4)$$

Как следует из (3,4), росту  $V'_{\text{изд}}$  способствуют все параметры, которые снижают  $[\sigma]$  и увеличивают  $H_{\text{max}}$ , и наоборот.

С течением времени шлифования износ круга  $X$  увеличивается и, согласно (1), вызывает непрерывное уменьшение  $V'_{\text{изд}}$  вплоть до нуля. Такая закономерность обусловлена тем, что с образованием более сглаженного рельефа толщины срезов уменьшаются и повышают условное напряжение шлифования. Процесс съема материала затухает, и равновесие технологической системы достигается при небольшой производительности, которая для высокопрочных обрабатываемых материалов практически равна нулю. Анализ рис. 1, б показывает, что с увеличением износа  $X$  максимальная глубина внедрения материала в рабочую поверхность круга  $H$ , отсчитываемая от вершины исходного неизношенного максимально выступающего зерна, и максимальная толщина среза  $H_{\text{max}}$  уменьшаются, и затухание процесса происходит при определенной величине износа зерен, зависящей от условий шлифования.

Как отмечалось, добиться повышения  $V'_{\text{изд}}$  можно путем увеличения  $F_{\text{рад}}$ ,  $\bar{X}$ ,  $V_{\text{кр}}$  и снижения  $m$ . В этом случае износ зерна  $X$  до стабилизации процесса возрастает, однако интенсивность съема материала в момент стабилизации будет незначительно отличаться для различных условий шлифования, т.е. эффект обработки достигается в основном в начальный период шлифования.

При шлифовании весьма прочных материалов, например, сверхтвердых поликристаллов, стабилизация процесса наступит быстрее, чем при шлифовании менее прочных материалов. Площадки износа от ужесточения условий шлифования поликристаллов будут незначительными.

Из анализа следует, что существенно повысить эффективность шлифования можно путем управления процессом износа зерен, стабилизируя рельеф на заданном уровне. Практически реализовать такую схему износа можно двумя путями. Во-первых, подбором связки и марки алмаза, во-вторых, применением принудительной электрофизико-химиче-

ской правки круга. В первом случае связка подбирается таким образом, чтобы равенство скоростей износа зерен и связки достиглось раньше, чем произойдет естественная стабилизация процесса, установленная выше, т.е. чтобы износ зерен не достигал критического значения и на зернах не успели образоваться предельные площадки износа. В результате этого зерна будут вываливаться из связки преждевременно, и производительность шлифования стабилизируется на более высоком уровне. Для уравнивания скоростей износа зерен и связки необходимо обеспечить вполне определенную высоту межзеренного пространства круга и давление сходящей стружки на связку, т.е. рельеф круга распределить на активную (режущую) часть и пассивную, выполняющую, по сути, роль "камеры" для создания требуемого давления стружки на связку и ее износ.

#### Литература

1. Семко М.Ф., Грабченко А.И., Ходоровский М.Г. Алмазное шлифование синтетических сверхтвердых материалов. Харьков, "Вища школа", 1981, 250 с.
2. Новиков Ф.В. Кинетика образования режущего рельефа алмазного круга в процессе шлифования. - Контактные процессы при больших пластических деформациях. Темат. сборник научн. трудов, Харьков, 1982, с. 37-43.