

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЛИФОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СЪЕМА ПРИПУСКА

Шлифование является одним из основных методов обработки, обеспечивающим высокие показатели качества и точности обрабатываемых поверхностей. Вместе с тем, стремление форсировать съем значительных припусков при шлифовании требует изыскания новых эффективных путей повышения производительности обработки без увеличения себестоимости. В связи с этим, актуальны задачи обоснования технологических возможностей процесса шлифования. В работе [1] на основе теоретико-вероятностного подхода получены аналитические зависимости для определения основных параметров шлифования. В частности, получено уравнение для определения максимальной (вероятностной) толщины среза H_{max} при шлифовании по жесткой схеме:

$$H_{max} \cdot \left[H_{max} + R \cdot \left(\frac{1}{\sin \gamma} - 1 \right) \right]^2 = H_0^3, \quad (1)$$

где R – радиус округления вершины режущего зерна, м; 2γ – угол при вершине режущего зерна; $H_0 = \sqrt[3]{\frac{630 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3 \cdot V_{дет} \cdot \sqrt{t \cdot \rho}}{tg \gamma \cdot m \cdot V_{кр}}}$; \bar{X} – зернистость круга, м; m – объемная концентрация зерен в круге (безразмерная величина); $V_{дет}$, $V_{кр}$ – скорости детали и круга, м/с; t – глубина шлифования, м; $\rho = 1/R_{кр} + 1/R_{дет}$; $R_{кр}$, $R_{дет}$ – радиусы круга и детали, м.

Как видно, при заданном значении параметра H_0 с увеличением радиуса R максимальная (вероятностная) толщина среза H_{max} однозначно уменьшается вплоть до нуля. Следовательно, при достижении определенного значения R процесс резания прекратится, будет иметь место лишь процесс упруго-пластического деформирования материала без образования стружки. Для обоснования условий повышения эффективности процесса шлифования упростим решение, т.к. при $R > H_{max}$ и $\gamma = 30^\circ$ первым слагаемым в уравнении (1) можно пренебречь:

$$\frac{H_{max}}{R} = \frac{1,09 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3 \cdot V_{дет} \cdot \sqrt{t \cdot \rho}}{m \cdot V_{кр} \cdot R^3}. \quad (2)$$

Как видно, с увеличением радиуса округления вершины режущего зерна R отношение H_{max}/R существенно уменьшается. Чтобы увеличить данное отношение и тем самым повысить эффективность шлифования, необходимо увеличить параметры \bar{X} , $V_{дет}$, t и уменьшить m и $V_{кр}$. Однако, это приведет к значительному увеличению нагрузок, действующих на режущие зерна и соответственно силы и температуры резания, что может отрицательно отразиться на качестве и точности обрабатываемых поверхностей. В связи с этим, необходимо

управлять в процессе шлифования значением радиуса R , не допуская затупления режущих зерен, что достигается применением эффективных методов правки круга. Эффективным путем поддержания в процессе шлифования заданного значения R является обеспечение работы круга в режиме самозатачивания. Это достигается правильным выбором прочностных свойств режущих зерен и связи круга за счет своевременного удаления затупившихся зерен с рабочей поверхности круга.

Представим в зависимости (2) отношение $\alpha = 0,5 \cdot \bar{X} / R$. В общем случае коэффициент α может быть как больше, так и меньше единицы. Все зависит от остроты режущей кромки зерна. Если в механизме износа зерен преобладает их объемное разрушение, то $\alpha > 1$ и отношение H_{max} / R будет принимать относительно большие значения, достаточные для устойчивого протекания процесса резания. В противном случае, т.е. при условии $\alpha < 1$, процесс резания может быть неосуществим. Следовательно, должно существовать оптимальное значение α , обеспечивающее стабильное протекание процесса шлифования, при котором режущие свойства круга будут использоваться в максимальной степени и появится возможность существенного увеличения производительности обработки. Выполнение данного условия, как установлено экспериментально, предполагает увеличение зернистости абразивного круга. Примером тому является разработанный эффективный процесс круглого наружного и внутреннего шлифования контактных поверхностей (с износостойкими наплавочными материалами твердостью HRC ≥ 62) конусов и чаш $\varnothing 5000$ мм засыпных аппаратов доменных печей. Применение крупнозернистых абразивных кругов ПШ 500×63×203 14А СТ2 ВФ из электрокорунда нормального на бакелитовой связке ВФ (усиленной стекловолокном) зернистости 16–22 (по FEPA размер зерна 1,6 – 0,8 мм соответственно) позволяет производить высокопроизводительную и высококачественную обработку (погрешность формы обрабатываемой поверхности находится в пределах 10 мкм). Это обеспечивает плотное прилегание контактных поверхностей чаши и конуса в процессе их эксплуатации и тем самым не допускает выхода колошникового газа из доменной печи. Эффект обработки шлифованием данных поверхностей достигается также за счет высокой хрупкости связки круга, которая обеспечивает его более высокую режущую способность благодаря реализации режима интенсивного самозатачивания. Режимы шлифования: $t = 0,1 \dots 0,2$ мм; $V_{dem} = 50 \dots 120$ м/мин; $S_{prod} < 42$ мм/мин (долевая продольная подача $S_o < 0,1$), т.е. реализована схема круглого продольного глубинного шлифования. При этом достигается шероховатость поверхности при предварительном шлифовании – $R_a = 1,2 \dots 1,7$ мкм, при окончательном шлифовании – $R_a = 0,6 \dots 0,8$ мкм, что соответствует требованиям на обработку. Общая трудоемкость обработки снижена в 2 раза по сравнению с ранее применявшейся технологией обычного многопроходного шлифования.

Литература

1. Теоретические основы резания и шлифования материалов: учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с.