

*Университетская наука – 2017***ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ
ПРИ ШЛИФОВАНИИ**

В. А. Андилахай, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ «ПГТУ»

Шлифование является одним из основных методов формообразования поверхностей деталей машин, обеспечивающих высококачественную обработку. Однако, как показывает практика, шлифование характеризуется относительно высокой теплонапряженностью процесса, в результате чего температура может достигать предельного значения, при котором в поверхностном слое обрабатываемой детали происходят глубокие структурные превращения, а на поверхности появляются прижоги и микротрещины. В особой мере это проявляется при шлифовании материалов с повышенными физико-механическими свойствами (высокопрочных сталей, твердых сплавов и т.д.), что приводит к необходимости снижения режимов шлифования и, соответственно, уменьшения производительности обработки, а это неэффективно.

Решению данной задачи в научно-технической литературе уделено достаточно большое внимание, в результате чего удалось математически описать температурные поля, возникающие в поверхностном слое обрабатываемой детали, определить температуру шлифования и научно обоснованно подойти к выбору оптимальных параметров режима шлифования, реализующих наибольшую производительность обработки с учетом ограничения по температуре шлифования. Однако, полученные теоретические решения чрезвычайно сложны, требуют численных расчетов и не позволяют на инженерном уровне получить общие решения и оценить максимально возможную производительность обработки. Поэтому решения сводятся к частным случаям, что не дает общего представления о технологических возможностях процесса шлифования с точки зрения производительности и качества обработки.

В последние годы наметилась тенденция решения температурных задач при шлифовании, не прибегая к использованию сложного дифференциального уравнения Лапласа. Такой подход позволяет получить более общие, хотя и упрощенные решения, и на их основе определить максимально возможную производительность обработки с учетом ограничения по температуре шлифования. В связи с этим, представляется важным и актуальным применение данного подхода для решения конкретных задач по повышению эффективности процесса шлифования.

Целью работы является теоретический анализ максимально возможной производительности обработки с учетом ограничения по температуре шлифования и разработка практических рекомендаций по повышению эффективности обработки для различных случаев шлифования.

Как установлено многочисленными экспериментальными исследованиями, температурный фактор при шлифовании является основным ограничением интенсификации параметров режима резания и производительности обработки. В связи с этим, сьем припуска производится не за один, а за определенное количество проходов круга, чем исключается образование на обрабатываемых поверхностях прижогов и других температурных дефектов. При выборе оптимального режима шлифования стремятся глубину шлифования уменьшать, а скорость детали, наоборот, увеличивать с целью повышения производительности обработки. Такая закономерность, в частности, вытекает из аналитической зависимости для определения температуры шлифования

$$\theta = \sigma \cdot t \cdot \sqrt{\frac{V_{дет}}{\lambda \cdot c \cdot \rho_m}} \cdot \sqrt{\frac{2\rho}{t}} \quad (1)$$

где σ – условное напряжение резания, Н/м²; t – глубина шлифования, м; $V_{дет}$ – скорость детали, м/с; $\rho = 1/R_{кр} + 1/R_{дет}$; $R_{кр}$, $R_{дет}$ – радиусы круга и детали, м; λ – коэффициент теплопроводности обрабатываемого материала, Вт/(м·град); c – удельная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/(кг·град); ρ_m – плотность материала, кг/м³.

Однако при этом значительно увеличивается количество проходов круга n , что приводит к потере времени из-за реверсирования стола станка и, соответственно, увеличению штучного времени обработки $T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} = n \cdot (\tau_{осн} + \tau_{всп})$, где $T_{осн}$ и $T_{всп}$ – основное и вспомогательное время обработки, с; $\tau_{осн} = L/V_{дет}$ – основное время обработки за один проход круга, с; $\tau_{всп}$ – вспомогательное время обработки, затрачиваемое на реверсирование стола станка в пределах одного прохода круга, с; L – длина хода стола станка, например, при плоском шлифовании, м. Расчетами установлено, что с учетом ограничения по температуре шлифования θ , определяемой зависимостью (1), и с учетом $t = \Pi/n$ (где Π – величина снимаемого припуска, м) штучное время обработки $T_{шт}$ неоднозначно зависит от количества проходов круга n , проходя точку экстремума (минимума):

$$T_{шт.экстр} = (1,26 + 0,63) \cdot \frac{\Pi}{\theta} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{L}{\lambda \cdot c \cdot \rho_m}\right)^2 \cdot \left(\frac{2\rho \cdot \tau_{всп}}{\theta}\right)} \quad (2)$$

Как видно, зависимость (2) не содержит параметров режима шлифования, а $\tau_{всп} = 2\tau_{очн}$. Отсутствие в зависимости (2) глубины шлифования t и скорости детали $V_{дет}$ указывает на то, что вследствие потери времени на реверсирование стола станка, нивелируется эффект повышения производительности обработки при многопроходном шлифовании, связанный с увеличением $V_{дет}$ и уменьшением t в соответствии с зависимостью (1).

Как следует из зависимости (2), для каждого значения L , Π и $\tau_{всп}$, а также марки обрабатываемого материала (значений λ , c , ρ_m), существует вполне конкретное значение экстремального (минимального) штучного времени обработки $T_{шт.экстр}$, не зависящее от режима шлифования. Это чрезвычайно важное практическое решение, которое свидетельствует о том, что процессы многопроходного и глубинного шлифования равносильны с точки зрения обеспечения штучного времени обработки (по сути, производительности обработки) для заданной температуры шлифования θ . Эффект уменьшения $T_{шт}$ и, соответственно, повышения производительности обработки зависит лишь от параметров L , Π и $\tau_{всп}$, тогда как в теории и практике шлифования принято считать многопроходное и глубинное шлифование различными по уровню достижения штучного времени обработки $T_{шт}$ (производительности обработки) для заданной температуры шлифования θ .

Полученное решение открывает новые технологические возможности эффективного использования процесса шлифования, правильного выбора рациональных параметров режима резания. Собственно, этим можно объяснить, что на практике не удалось добиться существенного эффекта (повышения производительности) как от применения многопроходного, так и глубинного шлифования, поскольку, исходя из полученного решения, эффект обработки обусловлен лишь правильным выбором параметров режима резания для заданных параметров L , Π и $\tau_{всп}$. Поэтому глубинное (однопроходное) шлифование следует рассматривать лишь как частный случай многопроходного шлифования, реализуемый при обработке деталей небольшой длины L с небольшой скоростью детали $V_{дет}$.