

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

При отделочной обработке мелких деталей массой до 3 г малой жесткости и сложной пространственной формы получил применение метод абразивной обработки деталей затопленными струями. Данный метод является дальнейшим развитием струйно-абразивной поверхностной обработки и исключает основной недостаток струйно-абразивных установок – абразивный износ каналов сопел или эжекционных насадок, т.к. абразивные зерна присоединяются к струям сжатого воздуха за их пределами. Как показывает практика, повысить качество обработки в данных условиях можно за счет снижения энергоемкости обработки. В связи с этим, получена аналитическая зависимость для определения энергоемкости обработки (условного напряжения резания) σ при микрорезании единичным зерном (в форме сферы радиусом R) с увеличивающейся во времени толщиной среза a :

$$\sigma = \frac{2 \cdot \tau_{сдв} \cdot \cos^2 \alpha}{\sqrt{\frac{a}{2R} - \operatorname{tg} \frac{\psi}{2}}}, \quad (1)$$

где $\tau_{сдв}$ – предел прочности на сдвиг обрабатываемого материала, Н/м²; α – угол входа абразивного зерна в обрабатываемый материал; ψ – условный угол трения абразивного зерна с обрабатываемым материалом ($\operatorname{tg} \psi = f$ – коэффициент трения).

С увеличением толщины среза a , начиная со значения $a_1 = 2R \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\psi}{2}$, при котором знаменатель зависимости (1) равен нулю, энергоемкость обработки σ непрерывно уменьшается (рис. 1). При значениях $a < a_1$ энергоемкость

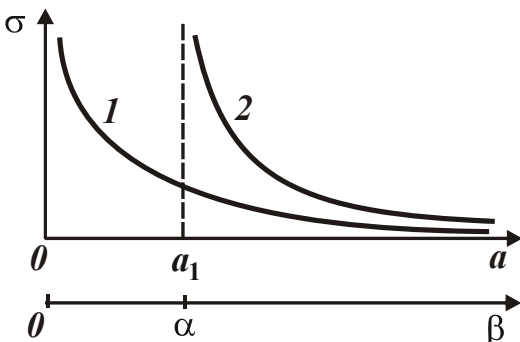


Рисунок 1 – Зависимость σ от a (от β): 1 – $\psi = 0$; 2 – $\psi > 0$.

обработки $\sigma \rightarrow \infty$ и процесс микрорезания (процесс стружкообразования) отсутствует, имеет место лишь процесс пластического деформирования материала, характеризующийся чрезвычайно большой энергоемкостью обработки. Поэтому, чем больше параметры R и ψ , тем больше предельная толщина среза a_1 , при которой начинается процесс микрорезания (стружкообразования). Следовательно, параметры R и ψ необходимо уменьшать, это позволит фактически исключить процесс

пластического деформирования материала и снизить энергоемкость обработки.

Как следует из рис. 1, при резании с увеличивающейся толщиной среза ($\alpha > 0$) энергоемкость обработки σ всегда больше, чем при резании с постоянной толщиной среза ($\alpha = 0$). Это связано с худшими условиями стружкообразования, т.к. условием перехода от пластического деформирования материала к процессу стружкообразования и резания является равенство условного угла сдвига обрабатываемого материала β и угла входа абразивного зерна в обрабатываемый материал α . Исходя из преобразованной зависимости (1):

$$\sigma = \frac{2 \cdot \tau_{сдв} \cdot \cos^2 \alpha}{\operatorname{tg}(\beta - \alpha)}, \quad (2)$$

это соответствует условию $\sigma \rightarrow \infty$. При условии $\beta < \alpha$ (рис. 1) процесс резания отсутствует, происходит пластическое деформирование материала.

При резании с постоянной толщиной среза ($\alpha = 0$) для обеспечения перехода от процесса пластического деформирования материала к процессу стружкообразования достаточно того, чтобы условный угол сдвига обрабатываемого материала $\beta = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha - \gamma - \psi}{2}$ был равен нулю (где γ – передний отрицательный угол режущего зерна). Естественно, данное условие облегчает процесс стружкообразования, в результате переход от процесса пластического деформирования материала к процессу резания начинается при меньшей толщине среза a_1 .

Таким образом установлено, что уменьшить энергоемкость обработки σ можно за счет обеспечения резания с постоянной толщиной среза. В этом случае реализуется процесс стружкообразования, тогда как при резании с увеличивающейся толщиной среза в начальный момент обработки происходит пластическое деформирование материала (без образования стружки) и σ принимает повышенные значения. Реализация резания с постоянной или с уменьшающейся толщиной среза, при котором обеспечивается снижение σ , предполагает обработку кромок заготовок, устранение заусенцев и уменьшение микронеровностей на обрабатываемых поверхностях. Обработка сплошной поверхности предполагает резание с увеличивающейся толщиной среза, что малоэффективно, т.к. в этом случае сложно осуществить процесс стружкообразования и абразивные зерна в результате повышенной силовой напряженности процесса будут останавливаться в слое обрабатываемого материала, не производя полных срезов. Таким образом, теоретически обоснованы условия эффективного применения метода абразивной обработки деталей затопленными струями.

Приведенное выше теоретическое решение согласуется с известными экспериментальными данными и открывает новые возможности анализа технологических закономерностей съема материала при абразивной обработке, включая рассматриваемый процесс струйно-абразивной обработки, а также процесс шлифования, который, как правило, осуществляется с переменной толщиной среза ($\alpha > 0$) и требует более глубокого изучения с точки зрения закономерностей стружкообразования и условий исключения интенсивного трения и пластического деформирования материала в зоне резания.