

УСЛОВИЯ УМЕНЬШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ РЕЗАНИИ МАТЕРИАЛОВ

Температурный фактор является определяющим при резании материалов, поскольку приводит к появлению различного рода дефектов на обрабатываемых поверхностях и существенно снижает стойкость режущего инструмента. В особой мере это проявляется при увеличении скорости резания, в частности, в условиях высокоскоростного резания, когда требуется применение инструментов из высокотвердых материалов с износостойкими покрытиями, снижающих их износ. Для оценки теплонапряженности процесса резания и определения условий ее уменьшения, получена аналитическая зависимость температуры резания, возникающей при тчении на передней поверхности резца:

$$\theta = 0,5 \cdot \sigma_{сж} \cdot \sqrt{\frac{Q_{y\delta}}{\rho \cdot c \cdot \lambda \cdot tg\beta}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{сж}$ – предел прочности на сжатие обрабатываемого материала, Н/м²; ρ – плотность материала, кг/м³; c – удельная теплоемкость материала, Дж/(кг·К); λ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м·К; $Q_{y\delta} = a \cdot V_{рез}$ – удельная производительность обработки, приходящаяся на единицу ширины среза, м²/с; $\beta = 45^{\circ} + (\gamma - \psi)/2$ – условный угол сдвига материала; γ – передний угол инструмента; ψ – условный угол трения на передней поверхности инструмента ($tg\psi = f$ – коэффициент трения).

Как видно, уменьшить температуру резания θ можно уменьшением удельной производительности обработки $Q_{y\delta}$ и увеличением условного угла сдвига материала β . Очевидно, второй путь более эффективен, т.к. не требует уменьшения $Q_{y\delta}$. Увеличить угол β можно увеличением переднего угла γ резца и уменьшением коэффициента трения f на его передней поверхности. Полученное теоретическое решение соответствует многочисленным экспериментальным данным, согласно которым с увеличением скорости резания $V_{рез}$ и толщины среза a (т.е. с увеличением $Q_{y\delta}$), а также с уменьшением γ и увеличением f происходит увеличение температуры резания. Применение эффективных технологических сред, нанесение износостойких покрытий на переднюю поверхность лезвийных инструментов способствует уменьшению коэффициента трения и температуры резания.

Из зависимости (1) вытекает, что основным условием реализации высокоскоростного резания (увеличения $V_{рез}$) является уменьшение толщины среза a . В этом случае, естественно, удельная производительность обработки $Q_{y\delta}$ остается неизменной, однако увеличивается угол β (вследствие уменьшения коэффициента трения и улучшения условий стружкообразования при резании), что и приводит к снижению температуры резания.

В работе получена аналитическая зависимость для определения температуры резания, возникающей при точении с учетом трения обрабатываемого материала с задней поверхностью резца:

$$\theta = \frac{P_{zmp} \cdot V_{рез}}{F} \cdot \sqrt{\frac{\tau}{\rho \cdot c \cdot \lambda}} + \frac{\sigma \cdot S \cdot V_{рез}}{F} \cdot \sqrt{\frac{\tau}{\rho \cdot c \cdot \lambda}}, \quad (2)$$

где P_{zmp} - тангенциальная составляющая силы резания, обусловленная трением задней поверхности резца с обрабатываемым материалом, Н; σ - условное напряжение резания, Н/м²; S - площадь поперечного сечения среза, м²; F - площадь контакта резца с обрабатываемым материалом, м²; τ - время контакта резца с обрабатываемым материалом, с.

Первое слагаемое определяет температуру, возникающую от трения задней поверхности режущего резца с обрабатываемым материалом, а второе слагаемое определяет температуру, возникающую в процессе среза материала. В начальный момент обработки острозаточенным инструментом, очевидно, сила P_{zmp} небольшая и температура θ будет определяться вторым слагаемым. По мере затупления инструмента (увеличения площадки износа на его задней поверхности) сила P_{zmp} будет возрастать и первое слагаемое в зависимости (2) станет преобладающим. Это в конечном итоге приведет к достижению предельных температур, при которых могут появиться прижоги, микротрещины и глубокие структурные превращения в обрабатываемом материале. Следовательно, при резании лезвийным инструментом необходимо в первую очередь снизить роль силы P_{zmp} в силовой напряженности процесса обработки. Это обеспечивается повышением износостойкости режущих поверхностей инструмента и снижением коэффициента трения инструмента с обрабатываемым материалом, регулированием степени затупления инструмента и т.д.

В работе также получена аналитическая зависимость для определения температуры резания, которая учитывает тепло, уходящее в стружку и обрабатываемую деталь:

$$\theta = \frac{\sigma}{\rho \cdot c} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{a}\right)} = \frac{\sigma_{сж}}{2 \cdot \rho \cdot c \cdot \operatorname{tg} \beta} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{a}\right)}, \quad (3)$$

где h - глубина распространения тепла в поверхностный слой обрабатываемой детали, м.

С увеличением скорости резания $V_{рез}$ выполняется условие $h < a$ и поэтому зависимость (3) может быть упрощена:

$$\theta = \frac{\sigma}{\rho \cdot c}. \quad (4)$$

В этом случае доля тепла, уходящая в обрабатываемую деталь, значительно меньше доли тепла, уходящей в стружку, и поэтому она не учитывается в зависимости (4). Температура резания определяется исключительно условным напряжением резания: чем меньше σ , тем меньше θ .