

Ф.В. Новиков, В.А. Жовтобрюх

Харьковский национальный экономический университет (Украина)

Определение температуры резания и условий повышения стойкости режущего инструмента

В работе обоснованы условия повышения стойкости режущего инструмента по температурному критерию.

Стойкость режущего инструмента, обусловленная температурой резания, является основным фактором, ограничивающим повышение производительности и качества обработки. Поэтому определение условий ее увеличения является актуальной задачей. В связи с этим в работе проведен теоретический анализ закономерностей изменения температуры резания, возникающей в условной плоскости сдвига материала, на передней и задней поверхностях инструмента. Это позволило в системном виде с единых позиций обосновать возможности уменьшения температуры резания и соответственно повышения производительности обработки и периода стойкости инструмента [1,2].

Теоретически доказано, что количество тепла, уходящего в режущий инструмент в процессе резания, значительно меньше количества тепла, уходящего в образующуюся стружку и обрабатываемую деталь. Это связано со спецификой формирования температурных полей в режущем инструменте, образующейся стружке и обрабатываемой детали.

Теоретически установлено, что температура резания, возникающая на передней поверхности инструмента с нулевым передним углом, всегда больше температуры резания, возникающей в условной плоскости сдвига материала. При этом плотность теплового потока, возникающего на передней поверхности инструмента, наоборот, меньше плотности теплового потока, возникающего в условной плоскости сдвига материала (рис. 1).

Определены значения температур резания θ_{max} , возникающих соответственно на передней и задней поверхностях инструмента

$$\theta_{max} = \sigma_{сж} \cdot f \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot a \cdot V}{c_m \cdot \rho_m \cdot \lambda_m}}, \quad (1)$$

$$\theta_{max} = f \cdot HV \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot V}{c_m \cdot \rho_m \cdot \lambda_m}}, \quad (2)$$

где HV , $\sigma_{сж}$ – твердость и предел прочности на сжатие обрабатываемого материала, Н/м²; f – коэффициент трения инструментального и обрабатываемого материалов; λ_m – коэффициент теплопроводности обрабатываемого материала, Вт/(м·К); c_m – удельная теплоемкость обрабатываемого материала, Дж/(кг·К); ρ_m – плотность обрабатываемого материала, кг/м³; a – толщина среза, м; V – скорость резания, м/с; h – длина площадки износа на задней поверхности инструмента, м.

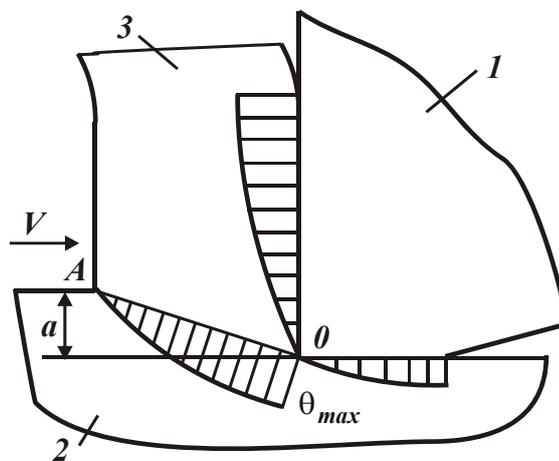


Рис. 1. Эпюры распределения температур резания, возникающих в условной плоскости сдвига материала, на передней и задней поверхностях инструмента: 1 – инструмент (резец); 2 – обрабатываемый материал; 3 – образующая стружка

Количественное отличие значений температуры резания θ_{max} , рассчитанных по зависимостям (1) и (2), будет определяться различием значений a и h , а также значений HV и $\sigma_{сж}$. Как известно, для конструкционных закаленных сталей отношение $HV / \sigma_{сж} \approx 3$. Следовательно, при условии $a=h$ температура резания, возникающая на задней поверхности инструмента, будет превышать температуру резания, возникающую на передней поверхности инструмента. При условии $a>h$, наоборот, температура резания, возникающая на задней поверхности инструмента, будет меньше температуры резания, возникающей на передней поверхности инструмента.

Температура резания, возникающая в условной плоскости сдвига, определяется

$$\theta_{max} = \frac{\sigma_{сж}}{c_m \cdot \rho_m \cdot tg\beta} \cdot U, \quad (3)$$

где $U = 0,5 \cdot (1 - tg^2 \beta) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot c_m \cdot \rho_m \cdot a \cdot V}{\lambda_m} \cdot \frac{1}{(tg\beta + tg\psi)}}$ – безразмерная

функция; $\beta = 45^\circ + \frac{\gamma - \psi}{2}$ – условный угол сдвига материала;

ψ – условный угол трения на передней поверхности инструмента ($tg\psi = f$); γ – передний угол инструмента.

Расчетами установлено, что основным условием уменьшения температуры резания, возникающей на передней поверхности инструмента, до значений температуры резания θ_{max} , возникающей в условной плоскости сдвига материала, является уменьшение разности условного угла трения на передней поверхности инструмента ψ и переднего угла инструмента γ . Дополнительным условием уменьшения температуры резания является уменьшение скорости резания V и толщины среза a , однако это не всегда целесообразно, т.к. приводит к снижению производительности обработки.

Установлено, что основным условием уменьшения температуры резания, возникающей в условной плоскости сдвига материала, также как и температуры резания, возникающей на передней поверхности инструмента, является уменьшение разности условного угла трения на передней поверхности инструмента и переднего угла инструмента. Однако при этом температура резания, возникающая в условной плоскости сдвига материала, уменьшается в меньшей мере.

Теоретически доказано, что с увеличением площадки износа h на задней поверхности инструмента температура резания, возникающая на задней поверхности инструмента, может превысить температуру резания, возникающую на передней поверхности инструмента, и в условной плоскости сдвига материала. В этом случае износ по задней поверхности инструмента определяет период стойкости инструмента, производительность и качество обработки. Установлено также, что основным условием уменьшения температуры резания, возникающей на задней поверхности инструмента, является уменьшение коэффициента трения инструментального и обрабатываемого материалов f , скорости резания V и толщины среза a (рис. 2).

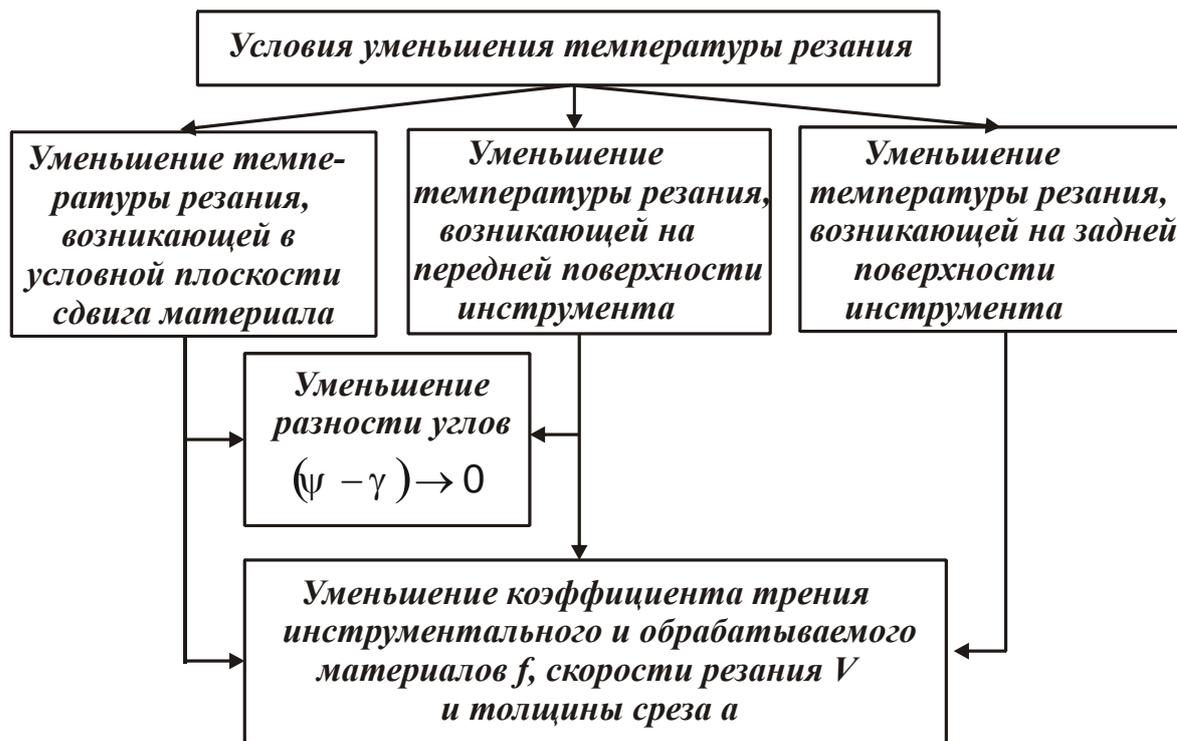


Рис. 2. Структурная схема условий уменьшения значений температур резания, возникающих в условной плоскости сдвига обрабатываемого материала, на передней и задней поверхностях инструмента.

При этом все же важным условием уменьшения тепловой напряженности процесса резания следует рассматривать уменьшение температуры резания, образующейся в условной плоскости сдвига материала, которая, по сути, является первопричиной возникновения тепловых процессов на задней поверхности инструмента, т.к. при условии $h = 0$ температура резания, обусловленная трением на задней поверхности инструмента и определяемая зависимостью (2), равна нулю.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков Ф.В., Жовтобрюх В.А. Разработка эффективных технологий механической обработки деталей машин // Автомобильный транспорт: сборник научных трудов. – Х.: ХНАДУ. – 2011. – Вып. 29. – С. 212-215.
2. Жовтобрюх В.А. Определение температуры при механической обработке материалов // Вестник Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко. – Харьков: ХНТУСГ. – 2011. – Вып. 118. – С. 136-146.