

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТОНКИМ ТОЧЕНИЕМ С ОХЛАЖДЕНИЕМ

Ивченко Т.Г., Лыхманюк Е.О. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)
Тел./Факс: +38 (062) 3050104; E-mail: tm@mech.dgtu.donetsk.ua

Abstract: Analyze of thermal streams and cutting temperatures at finish turning stainless materials is executed and the necessity of the use of technological cutting fluid is grounded (TCF). Factors of heat emission for the different terms of application of TCF are certain and efficiency of their use on the criterion of decline of cutting temperature is grounded.

Key words: thermal stream, cutting temperature, cutting fluid, finish turning.

Возможности эффективного использования современных сверхтвердых инструментальных материалов (СТМ) на финишных операциях, в том числе операциях тонкого точения в значительной мере ограничиваются высокими температурами в зоне резания. В связи с этим, представленная работа, посвященная анализу возможностей снижения температур при тонком точении за счет использования смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС), весьма актуальна.

Известны многочисленные исследования по использованию СОТС при обработке точением твердосплавными инструментами [1, 2, 3]. Однако наиболее распространенные в этих случаях способы подачи СОТС в зону резания – свободным поливом и высоконапорной струей неприемлемы для СТМ в силу их хрупкости и высокой чувствительности к тепловым ударам. Возможным вариантом использования СОТС при тонком точении инструментами из СТМ является ее подача в зону резания в распыленном состоянии [4].

Целью работы является разработка методики определения тепловых потоков в зоне резания при обработке тонким точением инструментами из СТМ с учетом СОТС.

Подача распыленной жидкости (осуществляется сжатым воздухом при давлении 0,2Мпа со скоростью до 300м/с) может производиться как со стороны задней, так и со стороны передней поверхностей лезвия резца.

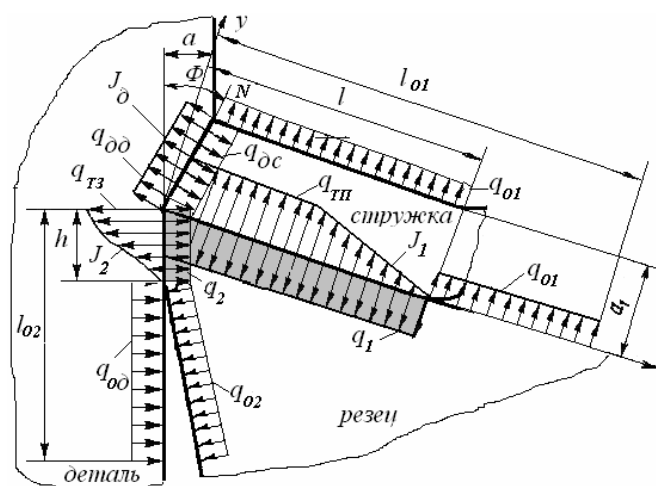


Рис. 1. Схема расположения источников теплоты и распределения тепловых потоков в зоне резания при обработке тонким точением с использованием СОТС

Источниками теплоты в зоне резания при обработке тонким точением с использованием СОТС, (рис.1) являются:

- теплота деформации в зоне стружкообразования – источник J_0 с равномерным распределением плотности тепловыделения q_{0d} ;
- теплота трения на площадке контакта между стружкой и передней поверхностью лезвия инструмента – источник J_1 с комбинированным распределением плотности тепловыделения q_{11} ;
- теплота трения между задней поверхностью лезвия инструмента и деталью – источник J_2 с нормальным несимметричным распределением плотности тепловыделения q_{21} .

Ось X в рассматриваемой системе координат ориентируется в направлении передней поверхности перпендикулярно главной режущей кромке; l - длина контактной

площадки в направления схода стружки; h - износ по задней поверхности; a - толщина среза; a_1 – толщина стружки; Φ - угол сдвига. Температура в режущем лезвии инструмента формируется под воздействием потоков q_1 и q_2 с равномерным распределением плотности по площадкам $b \times l$ и $b \times h$ (b – ширина среза).

При подаче СОТС со стороны передней поверхности образуется сток теплоты с равномерным по площадке $l_{o1} \times l_{o1}$ распределением плотностей тепловыделения q_{o1} . При подаче СОТС со стороны задней поверхности образуется сток теплоты с равномерным по площадке $l_{o2} \times l_{o2}$ распределением плотностей тепловыделения q_{o2} :

$$q_{o1} = \alpha_{o1} \Theta_{cp1}; \quad q_{o2} = \alpha_{o2} \Theta_{cp2}, \quad (1)$$

где Θ_{cp1} , Θ_{cp2} – средние температуры на передней и задней поверхностях инструмента; α_{o1} , α_{o2} - коэффициенты теплоотдачи на этих поверхностях.

При подаче СОТС в зону резания в распыленном состоянии имеет место сложный теплообмен поверхности лезвия инструмента с двухфазной воздушно-жидкостной средой. Во-первых, происходит конвективный теплообмен с распыленной жидкостью, капли которой при соприкосновении с поверхностью тела нагреваются до температуры насыщения, а затем испаряются. Во-вторых, происходит вынужденный конвективный теплообмен с воздухом, содержащимся в двухфазной струе.

Влияние условий теплообмена на приведенный коэффициент теплоотдачи $\alpha_{np \text{ расн}}$ и коэффициент теплоотдачи распыленной жидкости $\alpha_{np \text{ расн}}$ представлено на рис. 2.

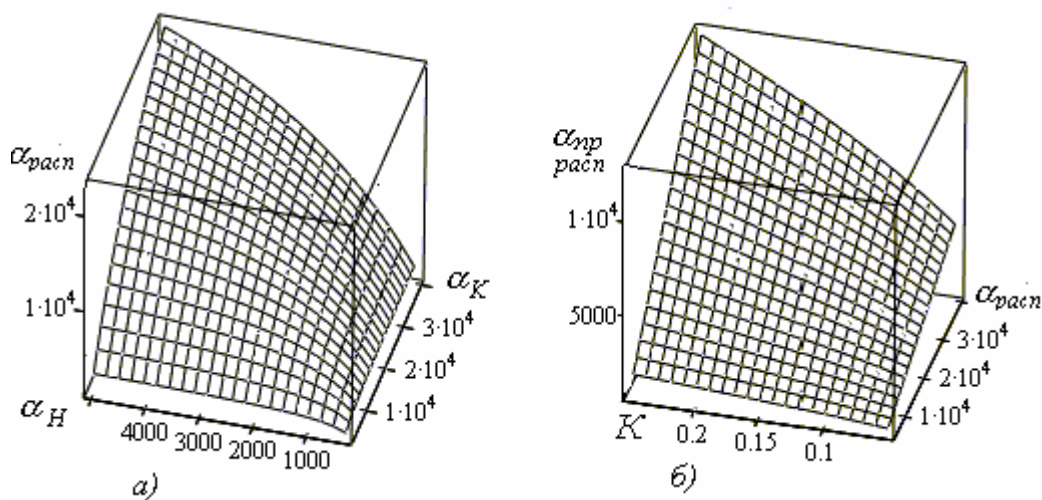


Рис.2. Графики зависимостей коэффициентов теплоотдачи от условий теплообмена:

- а) - $\alpha_{расн}$ от коэффициентов теплоотдачи при нагреве α_H и кипении α_K ;
- б) - $\alpha_{np \text{ расн}}$ от концентрации жидкости K и коэффициента теплоотдачи в воздух

Приведенный коэффициент теплоотдачи, учитывающий все процессы, происходящие на поверхности контакта струи жидкости с нагретой поверхностью, равен:

$$\alpha_{np \text{ расн}} = 1,2K^{2/3} m^2 (\alpha_{расн} - \alpha_B) + \alpha_B, \quad (2)$$

где K – концентрация жидкости в двухфазной воздушно-жидкостной среде; m – коэффициент, характеризующий деформацию капель жидкости при соударении с поверхно-

стью; $\alpha_{расп}$ - средний по времени коэффициент теплоотдачи жидкости в распыленном состоянии в процессе нагревания (α_H - коэффициент теплоотдачи при нагревании) и испарения капли (α_K - коэффициент теплоотдачи при кипении и испарении); α_B - коэффициент теплоотдачи в воздух:

$$\alpha_{расп} = \frac{\alpha_H \alpha_K [c(\Theta_S - \Theta_H) + r]}{r \alpha_H + c \alpha_K (\Theta_S - \Theta_H)}; \alpha_B = 3.4 w^{0.8} / l^{0.2}, \quad (3)$$

где Θ_S - температура нагретой поверхности инструмента; Θ_H - температуры насыщения; c - теплоемкость жидкости; r - теплота парообразования; w - скорость потока СОТС; l - характерный размер.

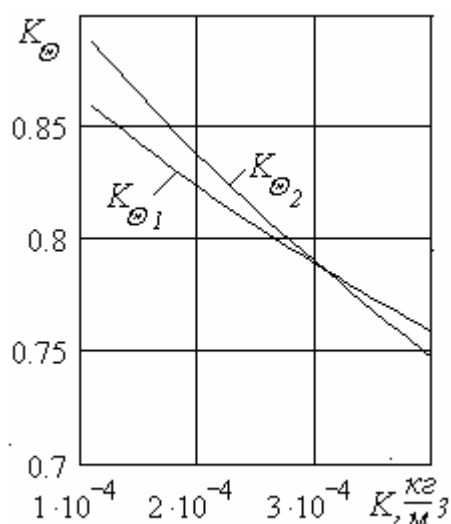


Рис. 3. Графики зависимости коэффициента снижения температуры резания K_{Θ} от концентрации K при подаче распыленной жидкости со стороны задней ($K_{\Theta 1}$) и передней ($K_{\Theta 2}$) поверхностей инструмента

Для прогнозирования уровня температуры резания в зависимости от условий подачи распыленной жидкости в зону обработки на рис. 3 приведены зависимости коэффициента снижения температуры резания K_{Θ} от концентрации жидкости K ($w = 200 \text{ м/с}$; $l = 20 \text{ мм}$; $\alpha_B = 0.5 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$; $\alpha_{расп} = 4 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$). Расчеты тепловых потоков и температур резания с учетом действия СОТС выполнены в соответствии с методикой, изложенной в работе [3].

Таким образом, на основании выполненных исследований разработана методика расчета тепловых потоков в зоне резания при обработке тонком точении инструментами из СТМ с использованием СОТС. Установлен характер и степень влияния параметров подачи СОТС в зону резания в распыленном состоянии на коэффициент теплоотдачи. Выполнена оценка возможностей снижения температуры в зоне резания за счет использования СОТС.

Список литературы: 1. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических системах /

А.Н. Резников, Л.А. Резников.- М.: Машиностроение, 1990. –288с. 2. Ивченко Т.Г. Исследование закономерностей формирования тепловых потоков в зоне резания при точении / Т.Г. Ивченко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ: ДДМА, Вип.20, 2006.- С.88-94. 3. Ивченко Т.Г. Расчет тепловых потоков и температур резания при точении с использованием смазочно-охлаждающих жидкостей / Т.Г. Ивченко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць.. – Краматорськ, ДДМА. вип.26, 2010.- С.90 -96. 4. Ивченко Т.Г. Закономерности формирования тепловых потоков и пути управления тепловыми явлениями при резании / Т.Г. Ивченко // Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы. // Материалы 9 международного научно-практического семинара. - Таганрог: ТТИ ЮФУ. Кн.3. 2008. – С.97-104.