

что наиболее эффективным способом повышения стойкости сверл при сверлении меди является нанесение на них слоя нитрида титана.

УДК 621.919

Н.А.Рогович, канд.техн.наук
(изд-во "Вышэйшая школа")

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ РАБОТЕ ОТРЕЗНЫМИ АЛМАЗНЫМИ КРУГАМИ

В последнее время все более широкое применение находят инструменты с включениями алмазов, например отрезные алмазные круги. Основное преимущество этих инструментов – их повышенная стойкость. Установлено, что режущая способность отрезных алмазных кругов по мере врезания и роста температуры в зоне резания как по боковым сторонам, так и по торцу сохраняется более длительное время.

Несмотря на то что опубликован ряд работ, содержащих результаты исследований по использованию отрезных алмазных кругов, до настоящего времени отсутствует детальное описание динамического процесса теплообмена и потери эффективности их работы.

Наша основная задача состояла в следующем: дать, по возможности, более глубокий анализ процесса теплообмена в рамках имеющихся физических величин для рационального использования дорогостоящего инструмента.

Рассматриваемый ниже пример полностью пригоден для процесса врезного шлифования, а также и для других случаев, но с учетом в каждом из них специфики динамики процесса. При этом не обязательно существенно изменять постановку задачи расчета тепловых процессов с учетом трения и условий, при которых происходит засаливание режущей части инструмента.

Поскольку высота круга незначительная (колеблется в пределах 0,75–2 мм) и он на оправке жестко закрепляется шайбами с двух сторон так, что свободной остается только режущая часть, моментом инерции можно пренебречь.

Если учесть, что при врезании круга в заготовку усилия подачи распределяются равномерно на все режущие зерна, то коэффициент трения между деталью и кругом будет зависеть от средней температуры режущей кромки круга [1, 2]. Значительная часть тепла, выделяющегося в зоне контакта круга с деталью (в зоне резания), будет передаваться в круг, деталь, а незначитель-

ная - в окружающую среду. Теплоотдача круга вне зоны резания происходит лишь в охлаждающую жидкость. К тому же, чем больше диаметр круга, тем лучше условия охлаждения.

Рассмотрим элементарный объем круга (рис. 1). Согласно первому закону термодинамики [3], изменение температуры круга происходит по радиусу r на всей его высоте B и зависит от t - времени контакта круга с обрабатываемой деталью, т. е. при обработке детали большей длины l время контакта будет увеличиваться.

Например, при $B = 2$ получим

$$\frac{\partial^2 T_K}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_K}{\partial r} = - \frac{2F s_{д.пр} \mu \omega}{k_K \pi B} + \frac{k_m (2\pi r - s_{пр})}{k_K \pi B r} (T_K - T_{охл}) + \rho_K, \quad (1)$$

где T_K - температура круга; F - площадь контакта круга с обрабатываемой деталью; $s_{д.пр}$ - давление, возникающее от усилия подачи со стороны детали на круг; μ - коэффициент трения между кругом и деталью (0, 1-0,5); ω - угловая скорость круга; k_K - коэффициент теплопроводности круга; k_m - коэффи-

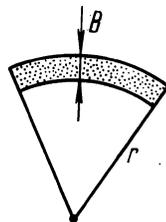


Рис.1. К расчету температуры по длине контакта круга с деталью.

циент теплоотдачи в окружающую среду посредством СОЖ; $T_{охл}$ - температура СОЖ; ρ_K - плотность круга; $s_{пр}$ - продольная подача шлифовального круга.

В уравнении (1) $\frac{2F s_{д.пр} \mu \omega}{k_K \pi B}$ характеризует тепловыделение в зоне резания. Начальные и граничные условия для этого же уравнения следующие:

1) при выключенном электродвигателе подач и продолжающемся вращении круга силы, действующие со стороны круга и детали, будут взаимоуравновешены. Износ круга, как и съем металла с детали, не происходит. Условие равновесия $F_{д} = F_{к}$, а следовательно, и $T_K(r, 0)$ равно температуре окружающей среды $T_{окр.сп}$;

2) при врезании круга в деталь начальным условием каждого прохода, или периода входа круга в контакт с деталью и его охлаждения, будет распределение температуры, существовавшей в круге во время резания:

$$\frac{\partial T}{\partial r}(r_0, t) = \frac{\lambda}{k_C} (T_K(r_0, t) - T_{окр.сп}),$$

где $\lambda = 0,0795$ – коэффициент теплопроводности; k_c – коэффициент теплоотдачи при вращении круга и продольной подаче детали.

Длина дуги контакта круга с деталью также имеет существенное значение и может быть найдена как $L_{\text{конт}} = r\alpha$, где α – угол контакта круга с деталью, рад.

Численные результаты были получены для случая со следующими параметрами: $s_{\text{д.пр}} = 700$ Н; $r = 90$ мм; $B = 1,3$ мм; $\alpha = 0,2051$; $L_{\text{конт}} = 189,9$ мм; $t_r = 1$ мм; $l = 200$ мм; $s = 23,6$ мм/мин.

Следует отметить, что особенно повышается температура при увеличении длины непрерывного резания. Например, при прорезании пазов длиной 200 мм температура более существенно повышается, чем в случае прорезания пазов до 100 мм.

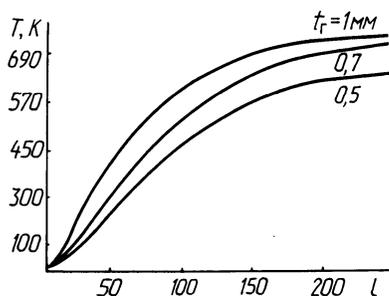


Рис. 2. Распределение температуры в детали в зависимости от длины прорезаемого паза. Материалы детали – сталь 20ХНР.

Кривая (рис. 2) является примером распределения температуры в обрабатываемой детали и показывает, как тепло аккумулируется в ней, передается кругу, а в результате действия СОЖ и явления конвекции – в окружающую среду.

Л и т е р а т у р а

1. Крагельский И.В., Виноградова И.З. Коэффициенты трения. – М., 1956. – 352 с. 2. Понетика М.Ф. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента. – М., 1969, с. 115. 3. Леви, Цзай, Грувер. Аналитическое исследование влияния износа на изменение температуры металла режущего инструмента. – В сб.: Конструирование и технология машиностроения. М., 1976, № 1, с. 204–210.