ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ЖАРОПРОЧНЫХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ
Межвузовский сборник, вып. I, 1973 г.

УДК 621.923.I:536.I.I2

В.К.Кононов

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ОТ ДВИЖУЩЕГОСЯ ПОЛОСОВОГО ИСТОЧНИКА ЧЕРЕЗ МАКСИМАЛЬНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ НА ПОВЕРХНОСТИ

Некоторые теоретические расчеты, например, расчет температурных остаточных напряжений при шлифовании, требуют знания распределения температуры в теле от движущегося источника. Для выполнения подобных расчетов обычно определяют интенсивность теплового источника, что достаточно затруднительно и является дополнительным источником погрешностей. Ниже показывается возможность и предлагается методика расчета температурного поля с использованием одного из известных его значений, которое может быть измерено.

Положим, что по адиабатической поверхности полубесконечного тела движется полосовой источник тепла (рис. I) с равномерно распределенной интенсивностью.

Решение проводится в системе координат, связанной с движущимся источником. Начало координат совмещено с передним краем источника, бесконечного в направлении оси " Z " и движущегося в положительном направлении оси "X" со скоростью " V ". Положительное направление оси "У" направлено вглубь тела.

При шлифовании скорость перемещения источника часто не может позволить принять источник за быстродвижущийся, для которого основные решения представлены в [I]. Для случая движущегося полосового источника температура выразится как сумма температур от линейных движущихся источников, составляющих полосовой [2],

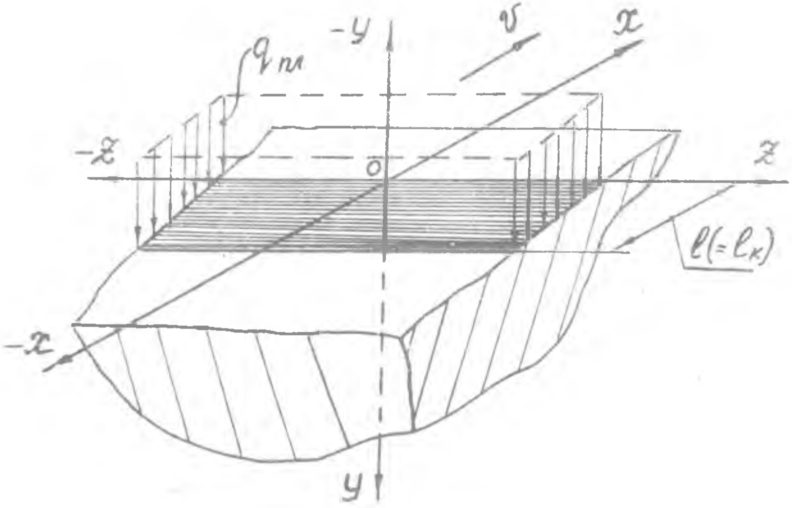

Рис. I. Расчетная схема.

$$T_{(x,y)} = \frac{q_{пл}}{\pi\lambda}\int_{-\ell}^{0} \exp - \left[\frac{V(x-x_u)}{2a}\right] \cdot K_o\left(\frac{V}{2a}\sqrt{(x-x_u)^2+y^2}\right) dx_u \qquad (\text{I})$$

где $q_{пл}$ - интенсивность плоского теплового источника, которая равномерно распределена по его площади, кал/см^2 · сек; ℓ - длина источника в направлении его движения, см; λ - коэффициент теплопроводности полубесконечного тела, кал/см.сек.^{0}С; K_o - функция Бесселя от мнимого аргумента второго рода, нулевого порядка; a - коэффициент температуропроводности, см^2/сек; V - скорость перемещения источника, см/сек.

Так как интеграл в (I) не выражается через изученные функции, то его решение требует численного интегрирования. Для того, чтобы распространить результаты численного интегрирования на другие условия, представим решение (I) в форме безразмерных величин

$$T(\bar{x},\bar{y},Pe)=\frac{q_{пл}\cdot l}{\pi\lambda}\int_{-1}^{0}\exp\left[-\frac{Pe}{2}(\bar{x}-\bar{x}_u)\right]\cdot K_0\left(\frac{Pe}{2}\sqrt{(\bar{x}-\bar{x}_u)^2+\bar{y}^2}\right)d\bar{x}_u \,,$$

или

$$\bar{T}(\bar{x},\bar{y},Pe)=\frac{T(\bar{x},\bar{y},Pe)}{q_{пл}\cdot l/\pi\cdot\lambda}=\int_{-1}^{0}\exp\left[-\frac{Pe}{2}(\bar{x}-\bar{x}_u)\right]\cdot K_0\left(\frac{Pe}{2}\sqrt{(\bar{x}-\bar{x}_u)^2+\bar{y}^2}\right)d\bar{x}_u \,, \quad (2)$$

где T – действительная температура, ^oC; $\bar{T}$ – относительная температура или безразмерная функция распределения температуры; $\bar{x}=\frac{x}{l}$; $\bar{y}=\frac{y}{l}$, безразмерные координаты; $\frac{Pe}{2}=\frac{V\cdot l}{2a}$, где Pe – критерий подобия Пекле.

Как видно из (2), действительная температура в точке с безразмерными координатами $\bar{x}$, $\bar{y}$, при определенном значении критерия подобия Пекле, связана с относительной температурой через комплекс

$$\frac{q_{пл}\cdot l}{\pi\cdot\lambda} . \quad (3)$$

Распределение относительной температуры после численного интегрирования становится известным. Поэтому для перехода к действительной температуре необходимо знание комплекса (3), связывающего обе температуры.

Из (2) следует, что

$$\frac{q_{пл}\cdot l}{\pi\cdot\lambda}=\frac{T(\bar{x},\bar{y},Pe)}{\bar{T}(\bar{x},\bar{y},Pe)}$$

Тогда, если известна действительная температура какой-либо характерной точки и для этой же точки известно значение функции (2), то их отношение даст искомую величину комплекса (3).

Такой характерной точкой может стать точка максимальной температуры на поверхности полубесконечного тела

$$\frac{q_{пл}\cdot l}{\pi\cdot\lambda}=\frac{T^{max}(\bar{x},0,Pe)}{\bar{T}^{max}(\bar{x},0,Pe)} . \quad (4)$$

Наибольшую температуру на поверхности при шлифовании можно измерить с помощью полуискусственой термопары. Максимальное значение относительной температуры находится по графически представленным на рис. 2 результатам численного интегрирования функции (2).

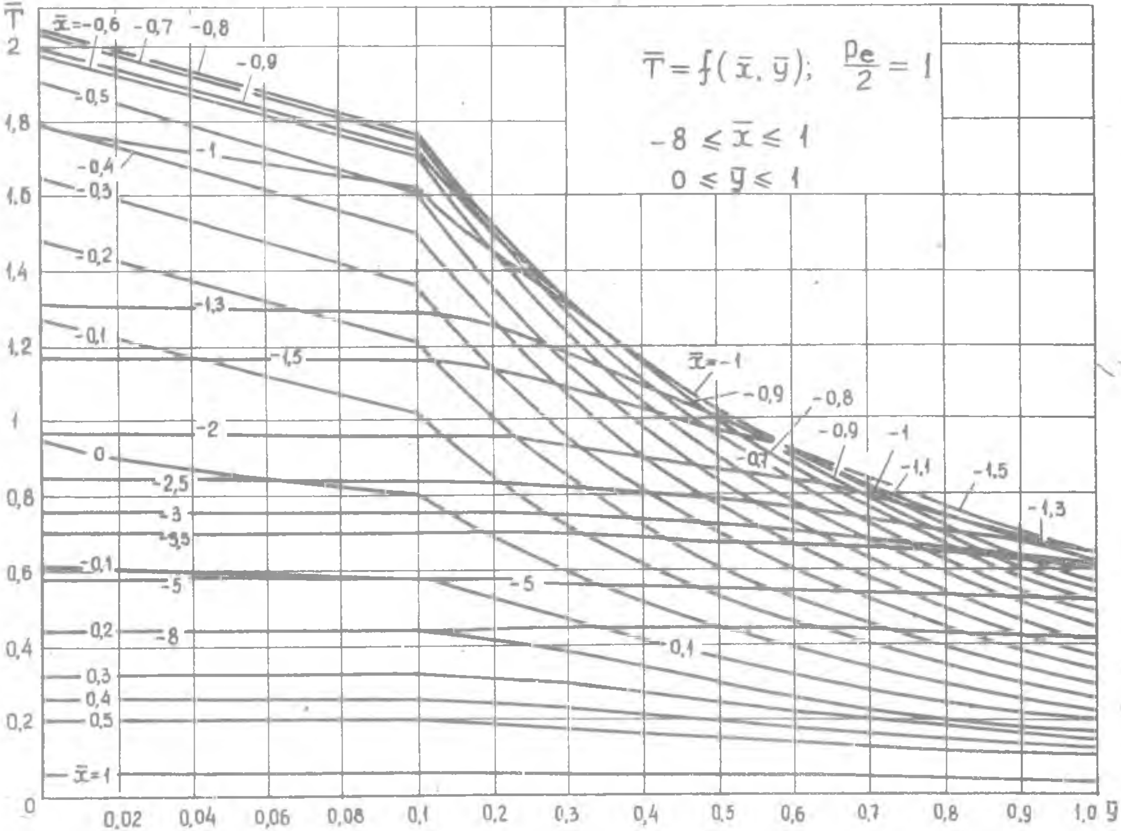

Рис. 2. Распределение относительной температуры в безразмерных координатах для $\frac{\rho_e}{2} = 1$.

Например, для случая $\frac{P_e}{2}=1$ максимальная относительная температура равна 2,04.

Воспользовавшись соотношением (4), можно получить величину комплекса (3). Имея его значение в градусах Цельсия, а также распределение относительной температуры, можно получить значения действительной температуры в любой точке тела, для которой имеется величина функции (2).

Таким образом, через измеренную максимальную температуру на поверхности шлифования можно получить поле действительных температур в полубесконечном теле от движущегося полосового источника.

Литература

1. Резников А.Н. Теплофизика резания, Машиностроение, 1970.
2. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке. М., Машгиз, 1951.