

УДК.621.787.669.018.25

РАСЧЁТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ИНСТРУМЕНТА
ОТ ПОСТОЯННО-ДЕЙСТВУЮЩЕГО НОРМАЛЬНО-
КРУГОВОГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА ПРИ ОТДЕЛОЧНО-
УПРОЧНЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ
THE CALCULATION OF TEMPERATURE FIELD OF AN
INSTRUMENT FROM KONSTANTLY ACTIVE NORMAL AND
CIRKULAR SOURCE OF HEST DURING THE FINISHING
ANDHARDENING ELEKTROMECHANIKAL WORKING

Г.Д. Федотов, С.В. Друмов, С.Н. Петряков
G.D. Fedotov, S.V. Drumov, S.N. Petryakov
Ульяновская ГСХА
Ulyanovsk state academy of agriculture

The tasks of improving quality of the surface layer of parts in view of temperature fields have been considered in the article. Theoretical assumptions of the lasksst have been given and the techniques of calculating the surface hardening have been described.

Решение технологической задачи по улучшению качества поверхностного слоя деталей машин ОУЭМО необходимо проводить с учётом температурных полей, действующих в детали и инструменте при обработке и определяющих стойкость инструментального материала. При решении теоретической задачи по распределению тепла в инструменте, державке и токоподводящих кабелях использован метод распространения тепла от сосредоточенных источников (на расстояниях, больших $\eta = 1/\sqrt{K}$, где K - коэффициент сосредоточенности источника), а при определении температурных полей, влияющих на стойкость инструмента, использован метод распределённых источников, разработанных Н.Н Рыкаленным применительно к сварке. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности осуществляется из условия выполнения теплового баланса.

Расчёт температурного поля инструмента от неподвижного источника ведём при условии представления инструмента с державкой и токоподводящими проводами неограниченным стержнем, состоящим из трёх материалов с различными теплофизическими и механическими характеристиками.

В общем случае распределение температур в системе описывается нелинейным дифференциальным уравнением, решить которое обычными методами невозможно. Поэтому, применительно к ОУЭМО, при выводе дифференциального уравнения теплопроводности были сделаны следующие допущения:

1. Зависимостью коэффициента теплопроводности от температуры пренебрегаем, предварительно выбрав дискретные значения λ для сопрягаемых участков стержня и оценив их.

2. Для однозначности решения дифференциального уравнения теплопроводности задаёмся начальными и граничными условиями: а). Считаем, что закон распределения температур внутри стержня (состоящего из трёх частей)

в начальный момент времени известен. б). Предполагаем, что тепловой поток через конец стержня отсутствует, в). Условия теплообмена таковы (граничные условия четвёртого рода), что температуры составных частей стержня в местах сопряжения одинаковы.

Зная, что форма пятна контакта при ОУЭМО деталей машин однорядным инструментом с перпендикулярным расположением оси симметрии относительно оси симметрии детали в общем случае близка к окружности, считаем источник тепла в зоне контакта инструмента с деталью сферическим. Ранее проведённые эксперименты по определению температурных полей при ЭМО, оказавшихся близкими к кривым нормального распределения, позволяют считать источник тепла в зоне контакта нормально-сферическим рисунок (1.1).

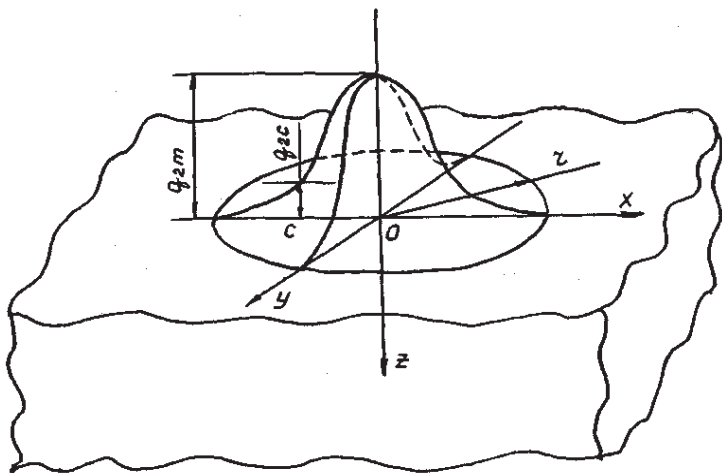


Рис. 1. Схема действия нормально-кругового источника тепла у поверхности полубесконечного тела. ХОУ- плоскость касания инструмента и детали; 0- центр пятна контакта; g_{\max} - максимальный тепловой поток по центру источника; g_c - тепловой поток на расстоянии С от центра источника.

Очевидно, что наибольшие температуры, влияющие на стойкость инструментального материала, будут развиваться в центре пятна контакта (в плоскости ХОУ). Уравнение, описывающее процесс распределения тепла при нагреве полубесконечного тела неподвижным нормально - круговым источником запишется в таком виде:

$$T(x, y, z) = \frac{2g_{\max}}{c\gamma(4\pi a)^{3/2}} \int_0^t \frac{dt''}{\sqrt{t''(t_a + t'')}} \exp \left[-\frac{z^2}{4at''} - \frac{x^2 + y^2}{4a(t_a + t'')} \right]$$

где: t'' - постоянная времени, с;
 t_a - время действия источника, с;
 x, y, z - координаты точки, м.

Полагая в уравнении $x = 0, y = 0, z = 0$ получим температуру центра неподвижного источника:

$$T(0.0.0. t) = \frac{g_{\text{из.}}}{2\lambda\sqrt{4\pi at_0}} \int_0^t \frac{dt}{\sqrt{t'(t_0 + t')}}.$$

Не приводя полного решения, запишем конечную формулу уравнения:

$$T(0.0.0. t) = \frac{g_{\text{из.}}}{2\lambda\sqrt{4\pi at_0}} \frac{\pi}{2} \operatorname{arctg}$$

В начальный момент времени температура возрастает пропорционально корню квадратному из времени. Далее рост замедляется, и температура асимптотически приближается к температуре предельного состояния:

$$T_{\text{пред.}} = g_{\text{из.}} / 2\lambda \cdot \sqrt{K/\gamma}$$

где K - коэффициент сосредоточенности источника, м^2 .

Описана методика определения коэффициента сосредоточенности источника по степени и глубине упрочнения. Однако процесс распространения тепла в твёрдом сплаве не сопровождается заметным изменением твёрдости, которое можно было бы зафиксировать. Поэтому было решено определить и построить температурное поле инструмента и рассчитать значение K из формулы.

Тогда значение K будет:

$$K = \frac{T_{\text{пред.}}^2 \cdot 4\lambda^2 \pi}{g_{\text{из.}}^2}$$

Вывод: коэффициенты сосредоточенности источника при ОУЭМО для деталей и инструмента совпадать не будут, и они будут отличаться (хотя и незначительно) при обработке различными инструментальными материалами.

Литература:

1. Рыкалин Н.Н. расчёты тепловых процессов при сварке. М.: Машгиз. 1951-296с.
2. Аскинази Б.М. упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработки: Машиностроение. 1977-184с.
3. Лыков А.В. тепломассообмен: Справочник 1978-67с.
4. Папшев Д.Д. отделочно упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием: Машиностроение. 1978-152с.
5. Аскинази Б.М. Федотов Г.Д. инструментальные материалы для электромеханической обработки: Вестник машиностроения 1984г.