

## МОДЕЛЬ И ПОСТАНОВКА КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Горова Е.П., Лу Ган

*Национальный технический университет*

*«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы выбора модели и краевых условий для изучения тепловых процессов дуговой сварки. Из теории сварочных процессов и экспериментальных данных известно, что при дуговой сварке происходит неравномерное распределение температур в свариваемых телах. Процесс сварки сопровождается наличием тепловых потоков, описываемых уравнением Фурье. В результате изменяется температурное поле внутри объема тел, то есть  $T = T(x, y, z, t)$ .

Математической моделью тепловых процессов дуговой сварки в общем случае является дифференциальное уравнение теплопроводности нестационарного процесса (1) с краевыми условиями (2), (3), (4).

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{c\rho} \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{\omega}{c\rho} \quad (1)$$

где  $T$  – температура,  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности,  $c$  - теплоемкость,  $\rho$  - плотность,  $\omega$  – мощность тепловыделения.

Для определения температурного поля внутри тела в любой момент времени необходимо знать его геометрическую форму и краевые условия. Краевые условия состоят из начальных и граничных условий. Начальное условие представляет собой распределение температуры тела в начальный момент времени:

$$T_0 = T(x, y, z) \quad (2)$$

где  $(x, y, z)$  – пространственные координаты в декартовой системе,  $t$  – время.

Граничные условия определяют закон взаимодействия между телом и окружающей средой. Для процесса дуговой сварки граничные условия возможно описать условиями 2 и 3 рода:

$$T|_s(t) = f(t) \quad (3)$$

где  $T|_s$  – температура поверхности тела.

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial n} \Big|_s(t) = q(t) \quad (4)$$

где  $n$  – нормаль к граничной поверхности  $S$ .

Так как уравнение (1) достаточно сложно решить аналитически, то решение проводят численными методами. Пользуясь современными программными продуктами [1], задачу теплопроводности дуговой сварки возможно решить методом конечных элементов в ANSYS.

### Литература:

1. Y. Gao, and X. He, “Simulation of Welding Based on ANSYS Unit Birth and Death Technique,” *Heat Treatment Technology and Equipment*, vol.10, 2010.