

КВАЗИСТАЦИОНАРНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАГРЕВА МЕТАЛЛОВ

Д.Г. Кроль, И.А. Концевой

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Цель работы: исследование высокоинтенсивного теплового воздействия на металлы при квазистационарной стабилизации поверхностного источника энергии.

Математическая модель содержит следующие уравнения и краевые условия:

$$\partial u / \partial t + \partial q / \partial x = 0; \quad q + \partial \Lambda / \partial x = 0; \quad t > 0, \quad x \in [0, x_w];$$

$$u(T) = \int_0^T c(T) dT, \quad c(T) = \rho(T) c_p(T); \quad \Lambda(T) = \int_0^T \lambda(T) dT;$$

$$t = 0, \quad T(x, 0) = T^0 \equiv const; \quad x = 0, \quad q(0, t) = q_0(t); \quad x = x_w, \quad T(x_w, t) = T_w \equiv const,$$

где t – время; x – декартова координата; x_w – толщина пластины; T – температура; q – удельный тепловой поток; c – объемная теплоемкость; λ – коэффициент теплопроводности. Граничный тепловой поток $q_0(t)$ характеризует нестационарное тепловое воздействие на левую границу. Решение задачи выполнено численным методом интегральных соотношений А.А. Дородницына. Выявлены факторы, оказывающие влияние на эволюцию теплового поля в металлах.

Приведем пример расчета нагрева пластины из железа. Теплофизические свойства $c(T)$, $\lambda(T)$ в интервале $T, K \in [300, 1042]$ аппроксимируются полиномами третьей степени. Здесь c , Дж/(м³·К) ∈ [3,5415·10⁶, 7,43026·10⁶]; λ , Вт/(м·К) ∈ [79,9, 32,0]. Краевые условия: $T(x,0) = 300 K$; $q_0(t) = 6,5 \cdot 10^6 ((A t^4 - 1) \exp(-16 t) + 1)$ Вт/м²; $T_w(t) = 300 K$; $x_w = 0,005$ м. На рис. 1 приведены следующие варианты граничного теплового потока: 1. $(q_0)_{\max} = 19,5 \cdot 10^6$ Вт/м²; $A = 14224,4$ с⁻⁴; 2. $(q_0)_{\max} = 15,925 \cdot 10^6$ Вт/м²; $A = 20517$ с⁻⁴; 3. $(q_0)_{\max} = 13 \cdot 10^6$ Вт/м²; $A = 28205,8$ с⁻⁴. Все три примера рассматриваются на интервале времени $t, c \in [0, 7]$. На рис. 2 представлены зависимости безразмерного градиента температуры g_0 от безразмерного теплового потока Q_0 для левой границы для соответствующих вариантов теплового воздействия.

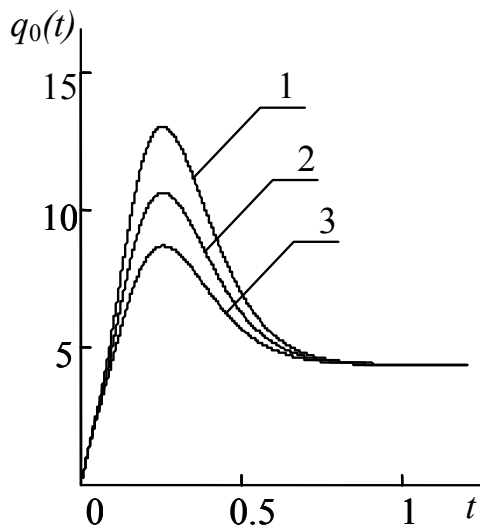


Рис. 1

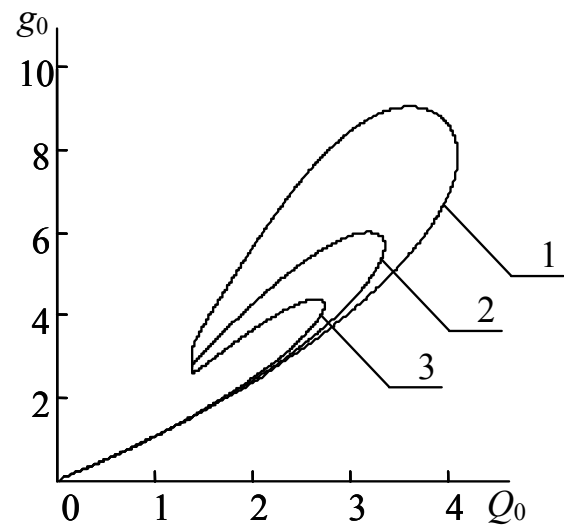


Рис. 2

Данная работа выполнена под научным руководством проф. О.Н. Шабловского.