

УДК 536.2.01

НЕЛИНЕЙНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ НАГРЕВЕ ДВУХСЛОЙНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ

О.Н. Шабловский, Д.Г. Кроль

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

Изучаются нестационарные свойства системы «поверхностный источник энергии – двухслойная металлическая пластина». Процесс инициируется на левой границе импульсом энергии треугольной временной формы. Правая граница образца изотермическая. Нагрев происходит в широком интервале температур, так что в полной мере проявляются нелинейные теплофизические свойства металлов. Структурные и фазовые переходы отсутствуют. Подробное изложение численного алгоритма дано в [1]. Важным нелинейным свойством двухслойной пластины является асимметрия тепловых процессов. Она наблюдается при перестановке металлических слоев. В стационарных условиях это явление изучено экспериментально в [2]. Наша цель – анализ гистерезисных и энтропийных свойств асимметрии при нестационарном поверхностном нагреве пластин. В зоне контакта параметр асимметрии (ПА) производства энтропии равен $A_\sigma = F_{M_1-M_2}^{(g,\sigma)} / F_{M_2-M_1}^{(g,\sigma)}$, параметр асимметрии динамического теплового гистерезиса $A_G = F_{M_1-M_2}^{(g,Q)} / F_{M_2-M_1}^{(g,Q)}$. Асимметричные свойства теплопереноса выражены тем сильнее, чем больше ПА отличаются от единицы. Здесь M_1, M_2 – химические символы металлов; $F^{(g,\sigma)}, F^{(g,Q)}$ – площади петель динамического гистерезиса в плоскостях «градиент температуры – производство энтропии», «градиент температуры – тепловой поток». Как правило, эти петли имеют форму лепестка. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности $\lambda(T)$ является главным фактором, влияющим на формирование пространственно-временной структуры теплового поля.

Если $d\lambda/dT < 0$ в обоих слоях, то асимметричные свойства тепловых процессов наиболее резко проявляются в зоне контакта. Если в одном слое $d\lambda/dT < 0$, а в другом $d\lambda/dT > 0$, то тепловое взаимодействие металлов испытывает значительное влияние конкуренции знаков производных $(d\lambda/dT)_{M_1} < 0$, $(d\lambda/dT)_{M_2} > 0$.

Важным физическим свойством процесса является начальная температура образца T^0 . По мере роста T^0 усиление асимметрии гистерезисных свойств происходит примерно такими же темпами, какими нарастает T^0 .

Отношение толщин слоев принципиальным образом влияет на асимметрию процесса. Это обстоятельство изучено для двух вариантов: а) перестановка металлов, наполняющих слои разной толщины (толщины слоев не переставляются); б) перестановка слоев вместе с наполняющими их металлами.

В докладе представлены результаты исследования системы Fe – W.

Литература

1. Шабловский О.Н., Кроль Д.Г. Численное решение нелинейных задач нестационарного нагрева материалов //Нелинейные краевые задачи математической физики и их приложения: Сб. науч. тр. – Киев: Ин-т математики НАН Украины. – 1998. – С. 234-237.
2. Gogol W. Experimental investigation of effect of asymmetry of heat conduction in two-component systems //Arch. termodyn. 1984. V. 5. № 3-4. P. 289-311.