

ТЕПЛОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ В СРЕДЕ С НЕЛИНЕЙНЫМ НЕОДНОРОДНЫМ ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ

И. А. Концевой, А. В. Желдак

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

Рассматриваются закономерности формирования температурных полей в однокомпонентной теплофизической системе, испытывающей воздействие нелинейного объемного источника энергии, который моделирует разнообразные физические процессы, происходящие при энергетическом воздействии на материал. Данная работа продолжает исследование [1] и имеет целью проанализировать тепловое состояние системы, в которой действует нелинейный и неоднородный источник энергии. Изучается волновое уравнение теплопереноса с источником, обладающим кубической нелинейностью по температуре и периодической неоднородностью по волновой координате:

$$k_v = 2T(\dot{A} + AT)^2 / (AB), \quad A(\alpha) = A_0 + A_1 \sin \omega \alpha, \quad B \equiv \text{const} \neq 0, \quad \alpha = x' + t, \quad x' = x/w,$$

где x – декартова координата; t – время; T – температура. Выделение / поглощение энергии зависит явным образом от волновой координаты α . В таком тепловом процессе может наблюдаться нетривиальное поведение изотерм $T(\alpha, \beta) = T_i \equiv \text{const}$. Величина $M = N/w$ представляет собой тепловое число Маха, равное отношению скорости изотермы $N = dx_i/dt$ к скорости w распространения тепловых возмущений. На изотерме $T = T_i$ изучена корреляция «источник энергии – тепловое число Маха». Функция $k_v(T = T_i, \alpha) \leq 0$ определяет периодическую неоднородность стока энергии. Здесь приняты входные параметры задачи, для которых выполнено условие $M+1 > 0$. Установлено, что гладкому периодическому изменению стока энергии $k_v(T_i, \alpha)$ соответствуют гладкие периодические колебания скорости изотермы. Ситуация меняется, если отсутствуют точки вырождения $[k_v(T = T_i, \alpha = \alpha_0) = 0]$ стока энергии. Для таких режимов всюду $k_v(T = T_i, \alpha) < 0$, а на «холодных» изотермах число Маха имеет импульсно-периодический характер. Следовательно, гладкой периодической неоднородности стока энергии соответствуют импульсы, профиль которых имеет острые пики. Причина этого явления – нелинейная (кубическая) зависимость от температуры стока $k_v(T, \alpha)$. Типичные варианты зависимостей $M(\alpha)$ приведены на рисунке.

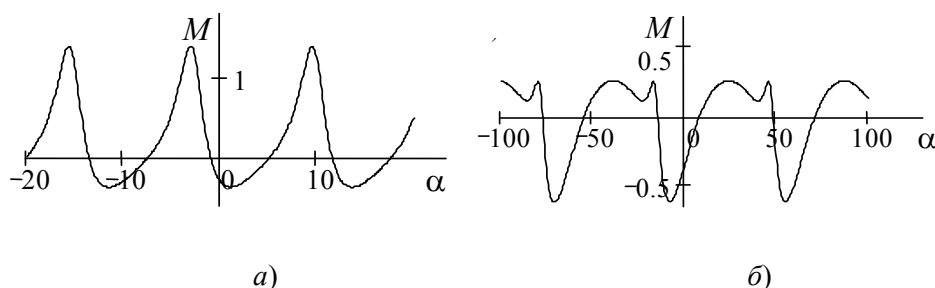


Рис. 1. Корреляция «источник энергии – тепловое число Маха»

Данная работа выполнена в рамках госпрограммы «Энергоэффективность 2.1.17». Научный руководитель госпрограммы профессор О. Н. Шабловский.

Литература

1. Шабловский, О. Н. Сильная физическая нелинейность и пространственная неоднородность тепловых полей в однокомпонентных и двухкомпонентных системах / О. Н. Шабловский, Д. Г. Кроль, И. А. Концевой // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2014. – № 1. – С. 97–107.