

УДК 536.2.01

## ВОЛНОВОЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС В СРЕДАХ С ОБЪЕМНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

О.Н. Шабловский

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

Математическая модель локально-неравновесной системы с памятью [1] состоит из уравнения энергии и закона Максвелла, учитывающего релаксацию теплового потока:

$$c \frac{\partial T}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{q} = q_v, \quad \mathbf{q} + \gamma \frac{\partial \mathbf{q}}{\partial t} = -\lambda \operatorname{grad} T, \quad (1)$$

где  $t$  – время,  $T$  – температура,  $\mathbf{q}$  – вектор удельного теплового потока,  $q_v$  – мощность внутренних источников тепла,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $c$  – объемная теплоемкость,  $\gamma$  – время релаксации теплового потока. В докладе представлены результаты теоретического исследования одномерных и двумерных релаксационных структур в средах с нелинейными теплофизическими свойствами.

Показана важная роль задачи о распаде произвольного разрыва в теории локально-неравновесного теплопереноса. Получено новое точное решение задачи о распаде разрыва в релаксирующей среде. Дано подробное описание основных типов конфигураций.

Выполнены качественные и количественные оценки параметров процессов, когда в релаксирующем тепловом поле наблюдаются две ситуации: 1) классический вариант, для которого векторы  $\mathbf{q}$  и  $\operatorname{grad} T$  противоположны друг другу; 2) неравновесный вариант, для которого направления  $\mathbf{q}$  и  $\operatorname{grad} T$  одинаковые. Обнаружено существование своеобразной переходной области значений  $|\operatorname{grad} T|$  между «классической» и «неклассической» ситуациями.

Для волновой модели теплопереноса установлены условия, при которых в «дозвуковом» ( $M < 1$ ) и «сверхзвуковом» ( $M > 1$ ) режимах наблюдается инверсия знака источника  $q_v(T)$ . Здесь  $M$  – тепловой аналог числа Маха.

Найден класс особых нелинейных решений уравнений (1). А именно: если  $\gamma \sim T^{n_3}$  либо  $\gamma \sim \exp(n_3 T)$ , то при стремлении к нулю параметра нелинейности  $n_3 \rightarrow 0$  решение обращается в бесконечность. Выполнен подробный анализ этих решений и дана физическая интерпретация.

Явление «отрицательной теплоемкости» среды [2] состоит в том, что при подводе тепла температура уменьшается, при отводе тепла – растет. В рамках двумерной модели (1) эта ситуация моделируется источником  $q_v \sim [-\ln(f(T))]$ , где  $f(T)$  – монотонная функция. Например, при  $f(T) \equiv T$  имеем: 1)  $0 < T \leq 1$ ,  $q_v \geq 0$ ; 2)  $T \geq 1$ ,  $q_v \leq 0$ . Дано точное аналитическое описание эволюции начального температурного профиля в системе «среда – объемный источник тепла».

### Литература

1. Шабловский О.Н. Релаксационный теплоперенос в нелинейных средах. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2003. – 382 с.
2. Ингель Л.Х. Успехи физич. наук. – 2002. – Т. 172, № 6. – С. 644-651.