

**Н.Ю. Кобзарь (УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», Гомель)**

Науч. рук. Д.Г. Кроль, к.ф.-м.н.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ С ОБЪЕМНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ**

Теплофизическая модель «среда – объемный источник энергии» имеет широкое распространение в теории горения, в газовой динамике, в физике твердого тела и др. В данном докладе приводятся результаты воздействия объемного источника энергии на неподвижную сплошную среду, обладающую «тепловой памятью». Прикладные аспекты проведенного исследования связаны с проблемой возникновения нелинейных колебаний и периодических структур при взрывной кристаллизации аморфных пленок, напыленных на подложку [1].

Локально-неравновесная модель переноса тепла состоит из уравнения для теплового потока [2] и уравнения баланса энергии

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

Здесь основные обозначения общепринятые;  $\gamma$  – время релаксации теплового потока;  $q_v(T, t)$  – мощность внутренних источников энергии.

Цель работы: изучить генерацию периодических локально-неравновесных тепловых полей объемным источником энергии.

Рассмотрим эволюционные процессы в классе решений «бегущая волна», когда  $T = T(z)$ ,  $q = q(z)$ ,  $z = x + bt$ ,  $b \equiv \text{const}$ . На основе системы уравнений (1) решаем обратную задачу, а именно: постулируем физически содержательную зависимость  $T(z)$  либо  $q(z)$  и вычисляем  $q_v(z)$ . Это дает возможность определить температурную зависимость источника энергии  $q_v(T)$  и замкнуть задачу. Параметр  $b$  представляет собой безразмерную скорость бегущей волны (тепловое число Маха), распространяющейся влево ( $b > 0$ ) либо вправо ( $b < 0$ ). В качестве масштаба скорости принята скорость  $w = [\lambda / (c\gamma)]^{1/2}$  распространения тепловых возмущений. Характерные масштабы теплофизических параметров взяты такими, что в безразмерных переменных имеем  $\lambda = 1$ ,  $c = 1$ ,  $\gamma = 1$ . Следовательно, имеем «дозвуковой» процесс, если  $|b| < 1$ ; процесс «сверхзвуковой», если  $|b| > 1$ .

Обнаружено существование нетривиальных ситуаций при взаимодействии источника энергии со средой, а именно: монотонный источник (сток)  $q_v(T)$  при определенных обстоятельствах инициирует формирование периодических по  $z = x + bt$  тепловых полей. В качестве примера на рисунке 1 даны три варианта зависимости  $q_v(T)$ : два дозвуковых варианта – на рисунке 1а,б; один сверхзвуковой вариант – на рисунке 1в. На плоскости  $(T, q_v)$  наблюдаем гистерезисные кривые, причем имеются случаи самопересечения гистерезисной кривой. Отметим рисунок 1б, где гистерезис практически отсутствует, и функция источника  $q_v(T)$  – монотонная и знакопеременная.

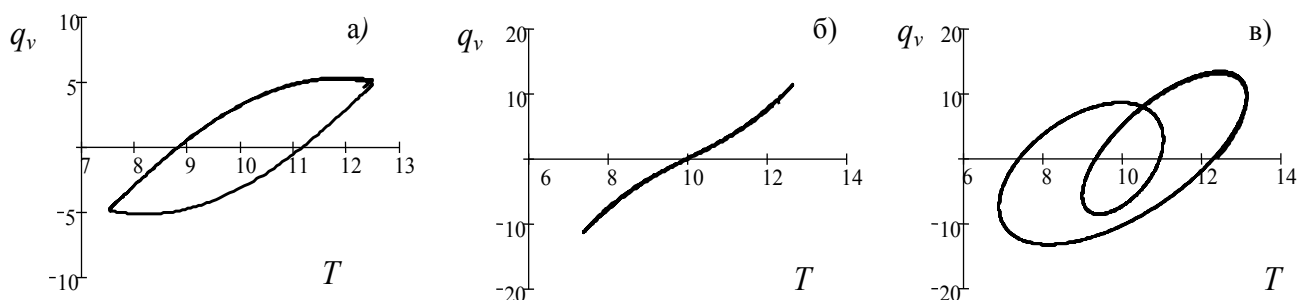


Рисунок 1 – Гистерезисные свойства объемного источника энергии  $q_v(T)$

Таким образом, объемный источник энергии  $q_v = q_v(T)$ , возбуждающий одномерные автомодельные периодические по  $z = x + bt$  тепловые поля, обладает следующими свойствами. В локально-неравновесной среде ( $\gamma > 0$ ) наблюдаются существенные различия между дозвуковыми и сверхзвуковыми тепловыми процессами. Генерация периодических полей может происходить под действием положительного, отрицательного или знакопеременного источника, не обладающего гистерезисной зависимостью  $q_v(T)$ : в этом случае на плоскости  $(T, q_v)$  имеем монотонную либо немонотонную однозначную по отношению к аргументу  $T$  линию.

Данная работа выполнена в рамках госпрограммы «Энергоэффективность 1.10.3». Научный руководитель проекта профессор О. Н. Шабловский.

### Литература

1. Шабловский, О. Н. Феноменологическая оценка времени тепловой релаксации при взрывной кристаллизации аморфных пленок германия /

О. Н. Шабловский, Д. Г. Кроль // Тепловые процессы в технике. – 2010. – № 5. – С. 203–208.

2. Жоу, Д. Расширенная необратимая термодинамика / Д. Жоу, Х. Касас – Баскес, Дж. Лебон. – Москва – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 528 с.

**Ж.В. Колядко (УО «МГПУ им. И.П. Шамякина», Мозырь)**  
Науч. рук. **В.В. Шепелевич**, д.ф.-м.н., профессор

## **ФОРМИРОВАНИЕ ТЁМНОГО СОЛИТОНА ВЫСШЕГО ПОРЯДКА В ПОГЛОЩАЮЩЕМ, КУБИЧЕСКОМ, ОПТИЧЕСКИ АКТИВНОМ ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ**

Формирование солитонов высших порядков [1] зависит от типа начальных условий [2] и ширины входного пучка. Первое условие называется «нечётным» условием или «фазовым скачком». Оно связано с задержкой фазы на  $180^0$ , введённой в половину пучка (фазовая неоднородность). Второе условие называется «чётным» или «амплитудным скачком». Оно связано с симметричным падением амплитуды вблизи центра светового пучка (амплитудная неоднородность) без изменения фазы пучка.

Рассмотрим распространение тёмного нечётного (рисунок 1) светового пучка в поглощающем, кубическом оптически активном фоторефрактивном кристалле класса 23 с плоскостью среза  $(\bar{1}\bar{1}0)$ , к которому приложено внешнее электрическое поле [3].

В расчётах используем параметры, близкие к параметрам кристалла BSO:  $n_0 = 2.54$ ,  $r_{41} = 5 \cdot 10^{-12}$  м/В,  $\rho = 22$  град/мм. Длина световой волны однородного светового фона  $\lambda = 0.6328$  мкм,  $I_d = 5 \cdot 10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup>,  $\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>-1</sup>. Рассмотрим случай, когда внешнее электрическое поле  $\vec{E}_0$  параллельно кристаллографическому направлению  $[1\bar{1}\bar{1}]$ .

