

## **ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ СВОЙСТВА ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ТЕПЛОВОГО РЕЗОНАТОРА**

**О. Н. Шабловский, И. А. Концевой**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Проблемы термической генерации нелинейных колебаний в материалах представляют значительный интерес для физики волн и ее приложений. В настоящее время накоплен большой опыт исследований акустических резонаторов. В условиях хорошо выраженной тепловой неравновесности некоторые сверхпроводники могут служить основой теплового резонатора [1]: при слабом источнике тепловых возмущений в нем происходит формирование нелинейных структур. В работе [2] изучены собственные колебания большой амплитуды в тепловых резонаторах трех типов: открытом, полуоткрытом и закрытом. Расчеты проведены для высокотемпературной сверхпроводящей керамики на основе иттрия в двух температурных областях с сильно выраженными нелинейностями теплофизических свойств материала. В данном докладе изложены результаты исследования вынужденных колебаний полуоткрытого теплового резонатора. Решение задачи получено на основе прямого численного моделирования. Применяется обобщенный метод интегральных соотношений А. А. Дородницына. Сглаживание сильных разрывов, которые могут появляться в ходе эволюции теплового поля, осуществляется с помощью коэффициента искусственной диссипации. Для локально-неравновесной среды с нелинейными теплофизическими свойствами возможны три варианта: функция состояния

## 96 Секция В. Моделирование процессов, автоматизация конструирования...

$V = V(u)$  может иметь положительную выпуклость ( $d^2V/du^2 > 0$ ), отрицательную выпуклость ( $d^2V/du^2 < 0$ ) либо зависимость  $w^2(u)$  – немонотонная, и тогда  $d^2V/du^2$  – знакопеременная функция. Выполнен подробный анализ резонансных, гистерезисных и энтропийных свойств тепловых колебаний в ВТСП  $Y_{0,8} - Sm_{0,2} - Ba_2 - Cu_3 - O_{7-x}$ . Сформулируем основные результаты.

1. Важнейшим фактором импульсно-периодического теплового воздействия на резонатор является длительность паузы между импульсами излучения. Наличие пауз дает принципиальные изменения в поведении резонансной кривой: появляются одна либо две пары дополнительных резонансных частот.

2. При вынужденных колебаниях теплового резонатора в каждом сечении образца происходит чередование во времени классической ( $q \cdot \text{grad}T < 0$ ) и неклассической ( $q \cdot \text{grad}T > 0$ ) ситуаций.

3. Гистерезис, обусловленный направлением изменения частоты возбуждающих колебаний («рост–убывание» и «убывание–рост») обладает сильной чувствительностью по двум параметрам: а) модуль величины отклонения частоты от ее стационарного значения; б) длительность всплеска частоты – чем меньше эта длительность, тем резче выражен гистерезис.

На рис. 1 представлен пример такого гистерезиса на плоскости «частота–амплитуда».

### Литература

1. Шабловский, О. Н. Релаксационный теплоперенос в нелинейных средах / О. Н. Шабловский. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2003. – 382 с.
2. Шабловский, О. Н. Большие собственные колебания теплового резонатора / О. Н. Шабловский, И. А. Концевой // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2006. – Т. 11. – № 2. – С. 9–14.

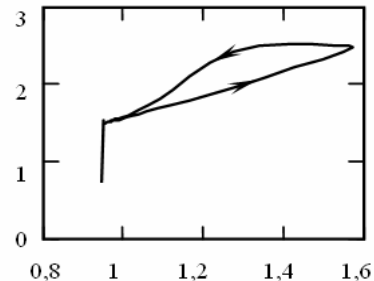


Рис. 1. Пример гистерезиса на плоскости «частота–амплитуда»