

ОБНАРУЖЕНИЕ ТЕРМОМАГНИТНЫХ ВОЛН В СУРЬМЕ

В.Н.Копылов

В 1978 году в висмуте были наблюдаены термомагнитные волны – электромагнитные волны, распространяющиеся благодаря дрейфу носителей, возникающему при пропускании потока тепла через образец. Цель настоящей статьи – показать, что висмут не является единственным металлом в котором можно наблюдать эти волны.

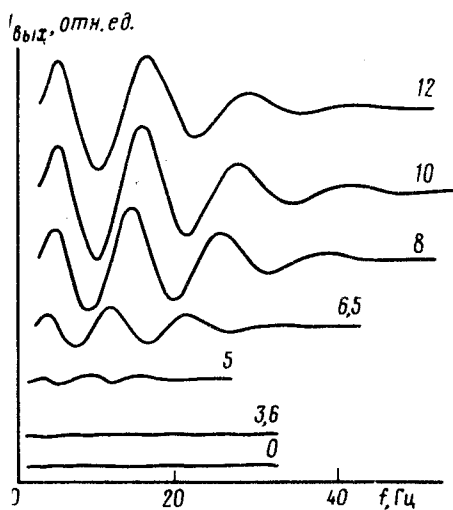
В качестве объекта исследований мы выбрали сурьму – наиболее близкий по своим электронным свойствам к висмуту полуметалл. Образец сурьмы¹⁾, применявшийся нами, имел цилиндрическую форму ($\phi \approx 1,2$ см, $l \approx 12$ см) и состоял из нескольких кристаллитов, имевших различную ориентацию. Отношение сопротивлений измеренных при комнатной и гелиевой температурах составляло $3 \div 4 \cdot 10^3$.

В целом методика наблюдений волн была близка к уже применявшейся нами ранее¹⁾: в верхней части образца располагался нагреватель создававший температурный градиент, и передающая катушка, подсоединявшаяся к генератору, в нижней – приемная катушка, сигнал с которой усиливался и подавался на вход синхродетектора, выходное напряжение которого записывалось в функции частоты двухкоординатным самописцем.

¹⁾ Образец был приготовлен в ЛПОЛФМ ИФТТ АН СССР.

Характерные температуры гелиевой ванны, при которых проводился эксперимент, составляли 1,3 – 2 К, при этом перегрев образца относительно ванны мог составлять 1 – 2 К.

Экспериментальные записи показаны на рисунке. Видно, что при малых значениях мощности выделяемой в нагревателе сигнал отсутствует, однако, с увеличением мощности возникает осциллирующий сигнал, причем с увеличением мощности увеличивается период, амплитуда и число осцилляций и верхняя граничная частота. Наблюдаемое прохождение сигнала мы связываем с распространением термомагнитных волн. Осциллирующая зависимость выходного сигнала синхронного детектора – следствие синусоидальности его фазовой характеристики и число периодов наблюдаемых осцилляций соответствует числу волн укладывающихся на расстоянии между передающей и приемной катушками. Хорошая периодичность осцилляций по частоте в пределах каждой кривой свидетельствует о линейной дисперсии наблюдаемых волн: ($k \sim \omega$), а увеличение периода наблюдаемых осцилляций с увеличением мощности соответствует увеличению фазовой скорости наблюдаемой волны. Обнаружить распространение сигнала в сторону противоположную направлению потока тепла нам не удалось.



Частотная зависимость выходного сигнала синхронного детектора при различных значениях мощности выделяемой в нагревателе, указанных числами у кривых в Вт

Все эти факты находят свое объяснение в рамках теории термомагнитных волн², согласно которой закон дисперсии имеет вид

$$\omega = -a_1 c \sqrt{T} k - i \rho c^2 k^2 / 4\pi,$$

где a_1 – коэффициент Нернста – Эттингсгаузена, ρ – удельное сопротивление.

Характерные частоты (~ 50 Гц) и скорости (~ 50 см/сек) наблюдаемых в сурьме волн при примерно таких же значениях потока тепла оказались существенно ниже чем в висмуте, что огласуется с законом дисперсии и тем фактом что концентрация свободных носителей в урьме существенно выше чем в висмуте, поскольку фазовая скорость волн порядка скорости дрейфа носителей.

Пользуясь известной величиной теплопроводности (~ 10 Вт/см \cdot К) по результатам экспериментов удалось оценить величину коэффициента Нернста – Эттингсгаузена которая оказалась равной $\sim 10^{-5}$ В/Э \cdot К, что согласуется с известными литературными данными³.

Приведенные результаты однозначно свидетельствуют о наблюдении термомагнитных волн в сурьме (концентрация свободных носителей в которой на два порядка превышает концентрацию в висмуте), что существенно расширяет круг объектов, в которых удастся наблюдать это новое и, на наш взгляд интересное явление.

Автор глубоко благодарит З.Н.Маковой и Р.К.Николаева за предоставление совершенно-го образца сурьмы, и Е.П.Вольского за стимулирование настоящей работы.

Литература

1. *Копылов В.Н.* Письма в ЖЭТФ, 1978, 28, 131; ЖЭТФ, 1980, 78, 198.
2. *Гуревич Л.Э.* ЖЭТФ, 1963, 44, 548; *Гуревич Л.Э., Гельмонт Б.Л.* ЖЭТФ, 1964, 46, 884.
3. *Бреслер М.С., Редько Н.А.* ЖЭТФ, 1972, 62, 1867.

Институт физики твердого тела
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
24 декабря 1981 г.
