

## ТЕРМОПАРА ИЗ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ

Галемский Артем Андреевич, Галемский Никита Андреевич

Научный руководитель Попова Ирина Александровна

МБНОУ гимназия № 1 города Белово Кемеровской области

Сейчас совершенно немислимо представить нашу жизнь без всевозможных приборов, приводимых в действие электрической энергией.

### **Актуальность**

В подавляющем большинстве случаев энергию дают тепловые электростанции. Там химическая энергия, заключенная в топливе, вначале преобразуется в тепловую; тепло нагревает котлы; образующийся в них пар приводит в действие турбины, вращающие электрогенераторы; и только от них получается электрический ток, поступающий к потребителю по проводам. Длинная и сложная цепочка превращений!

Между тем существует простой метод прямого превращения тепловой энергии в электрическую.

**Новизна** нашей работы заключается в поиске автономных источников энергии в бытовых условиях, которые могут прийти на помощь в неординарных ситуациях, например, при аварийном отключении электричества.

**Цель нашей работы:** исследование некоторых задач термоэлектричества как решение экологической и энергетической проблемы.

### **Задачи:**

- Углубить знания по разделам физики «Электродинамика», «Электромагнетизм», «Термоэлектричество»;
- Провести практические опыты, подтверждающие термоэлектрические явления и на их основе убедиться в различии термоэлектрических свойств различных пар металлов и полупроводников;
- Дать сравнительные и количественные характеристики различных термопар.

**Гипотеза исследования:** возможно создание термопары, в которой будет индуцироваться электрический ток за счет тепловой энергии (нагреванием), не только из полупроводников, но и из чистых разнородных металлов (железо - алюминий)

**В работе мы использовали как:** теоретические (изучение литературы, анализ, математические методы), так и эмпирические (эксперименты) **методы исследования.**

## **II. 1. Термоэлектрические явления**

**Термоэлектрические явления** - совокупность физических явлений, обусловленных взаимосвязью между тепловыми и электрическими процессами в металлах и полупроводниках. Таковыми являются **эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона.**

## **II.2. Из истории открытия**

Томас Иоганн Зеебек (немецкий ученый) пытался обнаружить действие на магнитную стрелку замкнутого контура из разнородных металлов без включения в него вольтова столба. Он замыкал медную катушку гальванометра висмутовым диском.

Он сделал вывод, что даже магнетизм Земли должен иметь ту же природу и рождается от нагревания вулканами пояса руд и металлов, опоясывающего Землю.

Опыты Зеебека были повторены во многих лабораториях. Явление получило название **термоэлектричества.**

Зеебек создал термоэлектрический ряд, который до сих пор представляет интерес и не сильно отличается от рядов, составленных гораздо позднее Юсти (1948 г.) и Мейснером (1955 г.). Вы можете ознакомиться с ними в Приложении

### **II. 3. Эффект Зеебека**

**Эффект Зеебека** состоит в том, что в электрической цепи, составленной из разных проводников (M1 и M2), возникает термоэдс, если места контактов (A, B) поддерживаются при разных температурах.

Цепь, составленная из двух различных проводников (M1, M2), называется термоэлементом (или термопарой), а ее ветви – термоэлектродами.

В таблице приведены значения  $a$  некоторых металлов (по отношению к свинцу) для интервала температур  $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$  (положительный знак  $a$  приписан тем металлам, к которым течет ток через нагретый спай)

Здесь  $a_{12}$  – коэффициент термоэдс металла 1 по отношению к металлу 2, который является характеристикой обоих металлов термопары.

### **II. 4. Эффект Пельтье**

**Эффект Пельтье** – термоэлектрическое явление, обратное эффекту Зеебека: при пропускании электрического тока  $I$  через контакт (спай) двух различных веществ (проводников или полупроводников) на контакте, помимо Джоулева тепла, происходит выделение дополнительного тепла Пельтье  $QR$  при одном направлении тока и его поглощение при обратном направлении.

### **II. 5. Эффект Томсона**

**Томсона эффект** в металлах – это объемное выделение или поглощение тепла в проводнике при совместном действии электрического тока и градиента температуры.

Неравномерное нагревание первоначально однородного проводника меняет его свойства, делая проводник неоднородным.

### **II. 6. Применение термоэлектрических явлений**

Существует большое количество разнообразных устройств – как термоэлектрических генераторов, так и термоэлектрических холодильников.

Эффект Зеебека в металлах используется в термопарах для измерения температур.

Диапазон температур, измеряемых при помощи термопар, очень велик: от гелиевых, до нескольких тысяч градусов.

Термопары широко применяют для измерения температуры различных объектов, а также в автоматизированных системах управления и контроля.

## **I. Практические исследования**

### **III. 1. Опыт с железным стержнем**

Свои экспериментальные исследования мы начали с опыта по нагреванию скрутки из двух металлов.

Для этого мы взяли

- железный стержень толщиной 4—5 мм и длиной 10—15 см,
- примерно 30 см алюминиевой проволоки диаметром 2—3 мм,
- самый простой магнитный компас.

#### ***Показать опыт***

Если нагреть одну из скруток в пламени свечи, можно увидеть, как стрелка начинает отклоняться (в наших опытах наблюдалось отклонение до  $90^{\circ}$ ).

Если подключить к концам термопары миллиамперметр, то он покажет лишь очень незначительные отклонения, а вот магнитная стрелка реагирует на нагревание термопары довольно заметно.

При этом если внести магнитную стрелку в контур через некоторое время после прекращения нагревания, то стрелка по-прежнему будет отклоняться почти на такой же угол  $\sim 90^\circ$ .

Стало быть, в этой установке более наглядным является **преобразование тепловой энергии в магнитную**, на котором настаивал Томас Иоганн Зеебек.

### **III. 1 Объяснение экспериментально полученных результатов**

1. До нагревания **оба спае термоэлемента находятся при одной и той же температуре**, поэтому контактные **разности потенциалов равны** и направлены в противоположные стороны, то есть **компенсируют друг друга**, поэтому **тока нет** и **магнитная стрелка не отклоняется**.

При нагревании **температура спаев различна**, поэтому будут **неодинаковы** и внутренние контактные **разности потенциалов**. Это ведет к нарушению электрического равновесия и **возникновению контактной термоЭДС**:

Используя формулу для расчета термоэдс, табличные значения коэффициента  $\alpha$  для железа и алюминия, и учитывая, что нагревание проводников начинается с комнатной температуры, значение ЭДС в нашем опыте будет равным приблизительно 0,5 мВ

Т.е. **милливольтметр и миллиамперметр такие изменения не улавливают**.

2. **Важно учесть**, что если изменение температуры поддерживается постоянным, то **концентрация электронов на горячем конце уменьшится**, а **на холодном увеличится**. Внутри проводника **возникнет электрическое поле  $E_T$** , направленное против изменения температуры, которое препятствует дальнейшему разделению зарядов.

## **II. Заключение**

Мы достаточно глубоко ознакомились с основами термоэлектричества, проанализировали суть явления преобразования тепловой энергии в электрическую и магнитную; провели эксперименты с системой разнородных проводников и, подтвердив эффект Зеебека, провели анализ и исследования полученных электрического и магнитного полей. Таким образом, наша цель достигнута.

Мы пришли к следующим выводам:

✓ Тепло, подведенное к спаю (или контакту) разнородных металлов, рождает электрический ток (эффект Зеебека), который усиливается как с увеличением числа «термомагнитных» пар, так и с ростом разности температур;

✓ В спае двух разнородных металлов может наблюдаться выделение или поглощение тепла (эффект Пельтье);

✓ Абсолютные значения всех термоэлектрических коэффициентов растут с уменьшением концентрации носителей

– **Основная причина возникновения термоэдс** – это нарушение электрического равновесия за счет разности температур на концах проводника.

✓ Наши экспериментальные исследования согласуются с теоретическими. В нагревания одной из скруток двух металлов – железо - алюминий, действительно наблюдается **преобразование тепловой энергии в магнитную**, на котором настаивал Томас Иоганн Зеебек

Таким образом, цель, поставленная в начале работы достигнута, задачи выполнены.

Удивительно, как много способов получения электрической энергии. Среди них термоэлектрический эффект не является самым распространенным, а скорее, малоизученным и

малоизвестным. Исследуя термоэлектрические явления, мы столкнулись и с химическими, и с солнечными источниками тока. Особенно нас заинтересовал пьезоэлектрический эффект. В быту он применяется для воспламенения зажигалки. У термоэлектрического и пьезоэлектрического эффектов есть нечто общее – о них не упоминаются в школе, сфера применения очень узкая... Но от этого они кажутся еще более загадочными. И теперь, когда мы в некоторой степени исследовали термоэлектрические явления, мы собираемся сконцентрироваться на изучении пьезоэлектрического эффекта. Это и будет тема нашей следующей работы.