



**12th International scientific conference
“European Applied Sciences:
modern approaches in scientific
researches”**

October 15th 2014

Stuttgart, Germany



12th International Scientific Conference

**European Applied Sciences:
modern approaches in scientific
researches**

**Hosted by the ORT Publishing and
The Center For Social and Political Studies "Premier"**

Conference papers

October 15, 2014

Stuttgart, Germany

Section 12. Physics

*Mamadaliyev Begjon, Kokand State Pedagogical Institute,
docent, Department of Physics.*

*Rasulov Rustam Yavkachovich, Ferghana State University,
professor, Department of Physics.*

*Eshboltayev Iqdol, Kokand State Pedagogical Institute,
teacher, Department of Physics*

*Mavzur Quchqarov, Kokand State Pedagogical Institute,
undergraduate, Department of Physics.*

*Raxmatullaev Xayotjon Xasanovich, Ferghana State University,
undergraduate, Department of Physics.*

*Muminov Islomjon, Ferghana State University bachelor,
Department of Physics.*

*Мамадалиев Бегжон, Кокандский государственный
педагогический институт, доцент, кафедра Физика.*

*Рустам Явкачович Расулов, Ферганский госуниверситет,
профессор, кафедра Физика.*

*Эшболтаев Икбол, Кокандский государственный
педагогический институт, преподаватель, кафедра Физика.*

*Кучкаров Мавзур, Кокандский государственный
педагогический институт, кафедра Физика.*

*Рахматуллаев Хаётжон Хасанович, Ферганский
государственный университет, кафедра Физика.*

*Муминов Исламжон, Ферганский госуниверситет,
бакалавр, кафедра Физика.*

The spatial distribution of the temperature of the cooled screen semiconductor thermocouples

Пространственное распределение температуры охлаждаемого экрана полупроводниковых термоэлементов

При проведении лабораторных экспериментов и решения ряда прикладных задач зачастую необходимо обеспечить адиабатическую изоляцию боковой по-

верхности испытываемых полупроводниковых охлаждающих термоэлементов (ТЭ) и термобатарей. Для этого необходимо исследуемый объект поместить в вакуумированный объем, где экраны защищены от излучения. Этот метод хорошо оправдывает себя в области температур 300 К и выше.

Рассмотрим альтернативный метод экранирования в вакууме охлаждающих термоэлементов Пельтье. Так как значительная часть такого термоэлемента находится при температуре ниже комнатной (вплоть до 220–230 К), обычное экранирование даже при низких коэффициентах черноты экранов оказывается недостаточным. Иногда таких случаях испытываемый охлаждающий термоэлемент окружают идентичными термоэлементами, подбирая режим электропитания таким, чтобы температурные поля и испытываемом и защитных термоэлементах были одинаковыми. Такой способ, конечно, дает высокую точность измерения, но является сложным, трудоемким и, как правило, методологически неоправданным. Лучше воспользоваться более простой системой, а именно – взять защищающий от излучения экран с равномерной температурой. При этом задача сводится к отысканию такой равновесной температуры защитного экрана, которая обеспечила бы условия, близкие к адиабатическим для испытываемого термоэлемента.

В¹ показано, что для значительной части термоэлементов (ТЭ) Пельтье (и термобатарей на их основе) в области температур ниже комнатной экранирование с высоким коэффициентом отражения оказывается недостаточным. Поэтому, иногда, предлагается простая система, где исследуемый полупроводниковый термоэлемент (ПТЭ) помещается в вакуумированный объем и экраны защищены от электромагнитных излучений. Она обеспечивает адиабатическую изоляцию боковой поверхности испытываемых охлаждающих термоэлементов, состоящая из защищаемого от излучения экрана с равномерно распределенной эффективной температурой T_{eff} . Этот метод хорошо оправдывает себя в области комнатных температур и выше. Поскольку значительная часть ПТЭ, как обычно, находится при температуре ниже комнатной и поэтому обычное экранирование, даже при высоких коэффициентах прозрачности экранов, оказывается недостаточным. В таких случаях ПТЭ окружаются идентичными термоэлементами и подбирается режим электропитания таким образом, чтобы пространственное распределение температуры в испытываемом и защитных ПТЭ будет одинаковое. Но этот метод является сложным, трудоемким и, как правило, методологически неоправданным, хотя дает высокую точность измерений.

Учитывая последнего рассмотрим ПТЭ с защищающим от электромагнитного адиабатическим для испытываемого термоэлемента, вводя понятие лучистого коэффициента теплопередачи², которого, в дальнейшем, считаем постоянным.

¹ Иоффе А. Ф. Полупроводниковые термоэлементы. – М. -Л. : Изд. АН СССР, 1960. – С. 56–65; Галкин Н. Г., Гейлер В. А., Маргулис В. А. ЖЭТФ. 2000. Т. 118. В.1(7). С. 223–230.

² Иоффе А. Ф., Стильбанс Л. С., Иорданшвили Е. К., Ставицкая Т. С. Термоэлектрические охлаждения. – М. -Л.: Изд. АН СССР, 1956. – С. 52–53.

Рассмотрим одномерную задачу о пространственном распределении температуры в ПТЭ расположив начало оси Ox на теплопоглощающем спале ПТЭ, т. е. при $x=0$ $T(x=0)=T_c$, а температура тепловыделяющего спая $T(x=L)=T_c$, с помощью которого можно также анализировать эффективную температуру защитного экрана (T_e). Здесь L — длина полупроводникового термоэлемента. В рассматриваемом нами случае уравнение теплопроводности ПТЭ при наличии лучистой теплоотдачи и при учете эффекта Томсона имеет вид

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + a \frac{\partial T}{\partial x} - bT + c = 0, \quad (1)$$

где T_e — искомая эффективная температура защитного экрана, $a = \alpha j / \kappa$, $b = \frac{h_1 \rho}{\kappa f}$, $c = bT_e + \frac{j\rho}{\kappa}$, j — плотность тока, κ — коэффициент теплопроводности, ρ — периметр, ρ — удельное сопротивление материала, f — площадь поперечного сечения термоэлемента, h_1 — коэффициент лучистой теплоотдачи (см, например¹).

Решение (1) представим в виде

$$T(x) = \frac{c}{b} + e^{-\frac{ax}{2}} (Ae^{\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}} + Be^{\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}}). \quad (2)$$

Из следующего граничного условия $-\kappa \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=L} = q_0 - \alpha j T_e$, где q_0 — удельная тепловая нагрузка, получим

$$A(\sqrt{a^2+4b}-a) = B(\sqrt{a^2+4b}+a) - \frac{2}{\kappa}(q_0 - \alpha j T_e) \quad (3)$$

Если будем учитывать, что $T|_{x=L} = T_c = const$ тогда выражение, описывающее распределения температуры по длине ПТЭ, получим подстановкой (3) в (2)

$$T = \frac{c}{b} - \frac{2}{\kappa} \frac{q_0 - \alpha j T_e}{\sqrt{a^2+4b}-a} e^{-\frac{ax}{2}} \left[e^{\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}} \right] + \left[\left(T_c - \frac{c}{b} \right) e^{\frac{ax}{2}} + \frac{2}{\kappa} \frac{q_0 - \alpha j T_e}{\sqrt{a^2+4b}-a} \times e^{\frac{x}{2}\sqrt{a^2+4b}} \right] \times \frac{\sqrt{a^2+4b} \times \text{ch} \left(\frac{x}{2} \sqrt{a^2+4b} \right) + a \times \text{sh} \left(\frac{x}{2} \sqrt{a^2+4b} \right)}{\sqrt{a^2+4b} \times \text{ch} \left(\frac{L}{2} \sqrt{a^2+4b} \right) + a \times \text{sh} \left(\frac{L}{2} \sqrt{a^2+4b} \right)} \times e^{-\frac{ax}{2}}. \quad (4)$$

Из последнего соотношения нетрудно получить выражение для температуры теплопоглощающего спая

$$T_c = \frac{c}{b} - \frac{2}{\kappa} \frac{q_0 - \alpha j T_e}{\sqrt{a^2+4b}-a} + \left[\left(T_c - \frac{c}{b} \right) e^{\frac{aL}{2}} + \frac{2}{\kappa} \frac{q_0 - \alpha j T_e}{\sqrt{a^2+4b}-a} \times e^{\frac{L}{2}\sqrt{a^2+4b}} \right] \times \frac{\sqrt{a^2+4b}}{\sqrt{a^2+4b} \times \text{ch} \left(\frac{L}{2} \sqrt{a^2+4b} \right) + a \times \text{sh} \left(\frac{L}{2} \sqrt{a^2+4b} \right)}$$

Отметим, что если в термоэлементе лучистая теплоотдача пренебрежимо мала и плотность тока удовлетворяет условия $j \leq \frac{L\kappa}{\alpha}$, тогда значение величины b

¹ Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. — М.: Энергия, 1973. — С. 279–280.

ограничено сверху и удовлетворяет условию $b \geq \frac{c}{T_1}$. В случае $b \ll \frac{c}{T_1}$ (т.е. $b \rightarrow 0$) в (1) исчезает слагаемая, пропорциональная первой степени температуры. Полученное, при этом, уравнение имеет другой вид и, естественно, оно имеет другое решение, которое не будет зависеть от b .

С помощью следующих условий: $\frac{\partial \Delta T}{\partial j} = 0, \frac{\partial^2 \Delta T}{\partial j^2} < 0$ можно определить оптимальные значения плотности тока (j_{opt}) в зависимости от эффективной температуры (T_{eff}), аналитический вид которого громоздкий и из-за отсутствия экспериментальных данных, с помощью которых можно было бы сравнить теоретические результаты с экспериментальными данными, не приводим его ниже.

Ради полноты задачи приводим выражение для перепада температуры

$$\Delta T = T - T_1 = \frac{q_0 - \alpha j T_1}{\kappa} \left(\frac{a^2}{b} - 2\epsilon^{+/-} \right), \quad (5)$$

полученное из (4) при условии $a^2 \gg 4b, La \ll 1$. Из последнего соотношения видно, что в ПТЭ перепад температуры в зависимости от значений геометрических и кинетических параметров материала ПТЭ и экрана, а также от значений и направления плотности тока, может принимать как положительные, так и отрицательные значения:

$$\Delta T(x) = \begin{cases} = 0 & \text{при } x = x_0; \\ > 0 & \text{при } x < x_0; \\ < 0 & \text{при } x > x_0, \end{cases} \quad (6)$$

где $x_0 = \frac{a}{b} \ln \frac{a^2}{b}$.

В¹ показано, что эффективная температура защитного экрана (при оптимальном значении) не зависит от коэффициента лучистой теплоотдачи и, поэтому, она равняется среднеарифметическому значению T_0 и T_1 . Это связано, с тем, что авторы этой работы не учитывали вклад в ΔT эффекта Томсона (см., например²), учет которого приводит, как показали выше, к другому результату. Этот эффект — эффект Томсона интересен тем, что теплота Томсона пропорциональна первой степени плотности тока j и при изменении направления тока на обратное она меняет свой знак, то есть вместо выделения теплоты наблюдается ее поглощение и наоборот (в нашем случае меняет знак величина a). Это приводит к тому, что в зависимости от направления плотности тока эффективная температура экрана ПТЭ может увеличиться, так и уменьшаться.

Пользуясь этим свойством эффекта Томсона можно регулировать не только значение эффективной температуры, но и оптимальное значение плотности тока.

Эта работа частично финансируется грантом ИТД 12.56.

¹ Бабин В. П., Иорданцишвили Е. К., Кодиров А. А., Набиев М. Б., Олимов Х. О. // Изв. ВУЗов, Приборостроение. 1988. Т. 31, № 8. С. 93-95.

² Болч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников М.: Наука. 1977. - 672 с.

Список литературы:

1. Иоффе А. Ф. Полупроводниковые термоэлементы. – М. – Л.: Изд. АН СССР, 1960. – С. 56–65; Галкин Н. Г., Гейлер В. А., Маргулис В. А. ЖЭТФ. 2000. Т. 118. В.1 (7). С. 223–230.
2. Иоффе А. Ф., Стельбанс Л. С., Иорданишвили Е. К., Ставицкая Т. С. Термоэлектрические охлаждения. – М. – Л.: Изд. АН СССР, 1956. – С. 52–53.
3. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1973. – С. 279–280.
4. Бабин В. П., Иорданишвили Е. К., Кодиров А. А., Набиев М. Б., Олимов Х. О. // Изв. ВУЗов, Приборостроение. 1988. Т. 31. № 8. С. 93–95.
5. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников М.: Наука. 1977. – 672 с.

Section 12. Physics	119
<i>Mamadaliyev Begjon, Rasulov Rustam Yavkachovich, Eshboltayev Iqdol, Mavziar Quchqarov, Raxmatullaev Xayotjon Xasanovich, Muminov Islomjon</i>	
The spatial distribution of the temperature of the cooled screen semiconductor thermocouples	119
Section 13. Philology and linguistics	124
<i>Abilmazhinova Nurizat Kairatova</i>	
Comparative linguistic analysis of language stereotypes in the Kazakh and English languages.	124
<i>Bojko Larisa Petrivna, Sablina Svitlana Volodymyrivna</i>	
Function of gender hierarchy support in Ukrainian proverbs	127
<i>Korolova Valeria Volodymyrivna</i>	
Representation of author's strategy in the heading complex of modern Ukrainian drama.	130
Section 14. Economics and management	135
<i>Bagmet Kseniya Viktorovna</i>	
World green and socially responsible banking market: entities, products, trends.	135
<i>Bliznyuck Olga Sergeevna</i>	
Comparative analysis of competitiveness assessment approaches	138
<i>Kashefedinova Liliya Rifatovna</i>	
Formation of accounting policies of the enterprise	143
<i>Kashefedinova Liliya Rifatovna</i>	
Development of accounting policies.	146
<i>Nikolaev Vladimir Konstantinovich, Nikolaev Konstantin Alexeevich</i>	
The concept of local government as a socio-political phenomenon	148
Section 15. Science of law	155
<i>Abilova Maigul Nestayevna</i>	
On the essence and meaning of the law evasion institute in the Private International Law.	155

Sertifikatlar

