

УДК 620.92

И.Ю. Сажин¹, Е.А. Чабанов^{1,2}, Е.В. Чабанова²

¹Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, г. Пермь

²Волжский государственный университет водного
транспорта (Пермский филиал), г. Пермь

ЭФФЕКТ ЗЕЕБЕКА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Статья посвящена элементу Пельтье, а именно эффекту Зеебека (термоэлектрический эффект) и устройствах, работающих на основе данного эффекта. Выделены основные достоинства и недостатки элемента Пельтье, также элемент рассмотрен как источник генерации. Приведены доказательства того, что генераторы на элементах Пельтье способен решить узкоспециализированные проблематику, связанную с генерацией энергии.

Ключевые слова: элемент Пельтье, генерация, электроэнергия, температура, разность температур, полупроводник, термоэлектрический эффект.

I.Yu. Sazhin¹, E.A. Chabanov^{1,2}, E.V. Chabanova²

¹Perm national research polytechnic university, Perm

²Volga State University of Water Transport (Perm branch), Perm

THE SEEBECK EFFECT AND ITS APPLICATION

The article is devoted to the Peltier element, namely the Seebeck effect (thermoelectric effect) and devices operating on the basis of this effect. The main advantages and disadvantages of the Peltier element are highlighted, and the element is also considered as a source of generation. Evidence is given that generators based on Peltier elements are able to solve highly specialized problems related to energy generation

Keywords: Peltier element, generation, electric power, temperature, temperature difference, semiconductor, thermoelectric effect.

Введение. Термоэлектрический эффект: при наличии разности температур между двух сторон элемента Пельтье возникает ЭДС в замкнутой цепи, состоящей из разнородных проводниковых материалов, которые в свою очередь соединены последовательно.

Достоинства и недостатки. Зачастую к достоинствам модулей Пельтье (термоэлектрических модулей, ТЭМ) относят [1]:

– сравнительно небольшие габариты (к примеру модуль «ТЕС1-127120-50» имеет следующие геометрические параметры: длина – 50 мм; ширина – 50 мм; высота 4.0 мм);

– элемент может работать на нагрев и на охлаждение системы, а также может работать в режиме генератора;

– отсутствие движущихся частей и механических составляющих, что повышает срок службы элемента.

Недостатки модулей Пельтье:

– относительно низкий КПД в режиме генерации, т.к. мы работаем с тепловой энергией;

– ограниченные габариты и полезные характеристики.

Применения элемента Пельтье в различных сферах деятельности

1. Система охлаждения.

Самое распространённое использование модуля в качестве вспомогательного компонента системы охлаждения персонального компьютера.

В качестве примера рассмотрим модуль TEC1-12709 со следующими [2] характеристиками:

– модуль способен обеспечить 89.2 °С перепад температуры между сторонами;

– его полезная мощность лежит в пределах от 0 до 66 Вт;

– максимальное напряжение 15.2 В, максимальный ток 9 А.

Следовательно энергопотребление 136.8 Вт.

Принцип действия такой системы охлаждения заключается в обеспечении утилизации тепловой энергии, т.е. отвода ее от ТЭМ, а, следовательно, и от компонентов ЭВМ. Для этого необходимо обеспечивать наименьшую температуру «горячей» стороны». КПД такой система варьируется от 20% до 33%. Несмотря на КПД мы видим ощутимую разницу системы с ТЭМ и без него (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сравнительная характеристика системы охлаждения с использованием элемента Пельтье и без

2. Холодильник.

Термоэлектрический холодильник хуже в ряде параметров в сравнении со своими аналогами, но также он имеет ряд преимуществ благодаря своей конструкции [3]:

- простота конструкции;
- низкий уровень шума;
- возможность работы в любом положении;
- небольшое потребление энергии и т.п.

3. Кондиционер.

Конструктивно такое устройство будет значительно проще, но такой кондиционер будет потреблять в 3-4 раза больше электроэнергии, чем оборудование, работающее на хладагенте.

4. Устройство для охлаждения и нагревания воды.

Элемент Пельтье может быть использован в качестве водяного охладителя. Подобное устройство конструктивно состоит из: модуля охлаждения, обогревателя и переключающего устройства, управляемого термостатом.

Достоинства такого кулера:

- конструкция проще и дешевле аналогов (например, компрессорный).

Недостатки:

- на охлаждение требуется больше времени, чем компрессорному аналогу;
- чувствителен к избытку пыли и внешней температуре.

5. Устройство осушения воздуха.

Влага, содержащаяся в воздухе, может быть удалена из воздуха в виде конденсата, который оседает на охлажденных предметах. Для увеличения поверхности охлаждения в данном устройстве используется радиатор, поверхность которого охлаждается до температуры ниже точки росы. Охлаждение рабочей поверхности радиатора осуществляется встроенным в него ТЭМ (модулем Пельтье). Такая конструкция осушителя является наиболее простой, а, следовательно, надежной и дешевой. Именно по этой причине подобные осушительные устройства получили более широкое распространение, чем кондиционеры, конструкция которых более сложна, а, значит, само устройство менее надежно и более дорогое. Конденсат (осевшая вода) накапливается в специальной емкости (накопителе влаги). КПД осушителей подобных конструкций низкий, но их эффективность вполне удовлетворительная, т.к. они позволяют контролировать уровень влажности в воздухе и являются источниками воды (технической или питьевой после очистки).

6. Датчик.

Элемент Пельтье также можно использовать как датчик температуры. Схемы будет примитивно простая. На выводах можно поставить лампу. При включенном состоянии лампы, мы будем понимать, что есть разница температуры в месте, где установлен элемент Пельтье.

7. Генератор – источник электрической энергии.

Альтернативная энергетика в последнее время развивается очень интенсивно. В качестве альтернативных (возобновляемых) источников энергии чаще всего используют солнце или ветер. Однако существуют и другие

возможности получения электроэнергии из таких источников, как: приливная волна, пьезоэффект, термальные источники и др. Однако, с недавних пор электроэнергию научились получать непосредственно из тепловой энергии без промежуточного преобразования ее в механическую (например, на теплоэлектростанциях). Для подобного преобразования энергии используют ТЭМ (модули Пельтье), в которых одну из сторон принудительно нагревают, а на вторую монтируют радиатор, охлаждающийся под действие окружающей среды или также принудительно. Согласно принципу действия элемента Пельтье, на его противоположных сторонах индуцируется разность потенциалов, прямо пропорциональная разности температур. Такой источник электрической энергии имеет большой недостаток, обусловленный ограничением рабочей температуры по причине использования в них низкотемпературного припоя. Несоблюдение температурного режима может привести к выводу источника из строя.

Указанный недостаток существенно снижает КПД подобных устройств. По этой причине подобные устройства применяют крайне редко, только если отсутствует более эффективный источник электроэнергии. Однако, термогенераторы электроэнергии малой мощности (на 5-10 Вт) все же пользуются достаточно устойчивым спросом (у жителей отдаленных районов, туристов, геологов и др.).

Далее рассмотрено готовое решение электрогенератор на элементах Пельтье, в качестве примера будет дровяная печь «Индибирка» [4].



Рисунок 2 – дровяная печь длительного горения.

Технические характеристики:

- оптимальный объем топлива для загрузки – 30 литров;
- внешние размеры: ВхГхШ, 652х427х540 мм;
- вес – 54 кг;
- мощность тепловая – 4 кВт;
- электромощность на выходе – 50-100 Вт;

– напряжение выходное – 12 В

Описание термоэлектрогенераторов - на боковых стенках топки зафиксированы 2 термических электрогенератора (ТЭГ) 30-12. При помощи кабеля к генератору происходит подключение разъемов для подсоединения электроприборов. Генераторы трансформируют тепло горящего топлива в электрическую энергию. Устойчивый, полноценный режим работы ТЭГ начинается на десятой минуте после поджога топлива.

По данному принципу можно строить печи для банных комплексов на дачные участки. При определенных условиях этот принцип работы будет полезен. Если элемент Пельтье будет выдерживать большую разницу температур, будет устойчив к высоким температурам, приближенным к температуре внешних сторон печей в момент горения древесины.

Существуют различные виды полупроводников с различными термическими свойствами. Например, Арсенид галлия имеет температуру плавления 1238 °С соответственно данный полупроводник можно рассматривать как один из пары для элемента Пельтье.

Для повышения температурного диапазона термогенераторов до 300°С в них используют специальный тугоплавкий припой. В обычных элементах температурный режим имеет ограничение – 150°С. Что является проблемной зоной в элементах Пельтье. Если решить проблему с припоем, то мы расширим зону применения элемента как генератор.

Генерация электроэнергии с помощью элемента Пельтье имеет низкий КПД, что является очень большим недостатком и делает его использование нецелесообразным. Но данный вид генерации можно отнести к возобновляемым источникам энергии, что в свою очередь несет в себе определенные преимущества:

- экологичность;
- отсутствие вреда окружающему ландшафту;
- неисчерпаемость, может компенсировать КПД.

Вывод

Элемент Пельтье имеет очень интересные свойства, которые применимы к различным применениям в повседневной жизни. Сегодня их можно встретить в переносных холодильниках, в системах охлаждения электронных устройств, в кулерах с водой и так далее. К сожалению, из-за своего недостатка, связанного с КПД. Его применение мало в генерации электроэнергии. Хотя печи типа “Индибирка” пользуются спросом у определённой группы лиц. Если модернизировать данный элемент, то его применение станет еще более целесообразным и более широко применимым.

Список литературы

1. «Википедия». Свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. Элементы Пельтье для охлаждения компьютера [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://pc-01.tech/peltie/>

3. Элемент Пельтье. Он же генератор, он же холодильник, он же подогреватель [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5d803f3bddfef600ac3ef6e1/element-pelte-on-je-generator-on-je-holodilnik-on-je-podogrevatel-5dafac6e97b5d400b22307a3>

4. Дровяная печь индигирка [электронный ресурс]. - <https://teplo.guru/pechi/indigirka.html>

Сведения об авторах

Сажин Илья Юрьевич – студент кафедры «Электротехники и электромеханики», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, e-mail: ilsazhin@yandex.ru

Чабанов Евгений Александрович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электротехника и электромеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета; доцент кафедры «Специальности водного транспорта и управления на транспорте» Волжского государственного университета водного транспорта (Пермский филиал), Пермь, e-mail: ceapb@mail.ru

Чабанова Евгения Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Специальности водного транспорта и управления на транспорте», Пермский филиал ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», e-mail: jentosina@yandex.ru

About the authors

Sazhin Ilya Yurievich – student of the Department of electrical Engineering and electromechanics, Perm national research Polytechnic University, Perm, email: ilsazhin@yandex.ru

Chabanov Evgeniy Alexandrovich - Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electrical Engineering and Electromechanics, Perm National Research Polytechnic University; Associate Professor of the Department "Specialties of Water Transport and Transport Management" Volga State University of Water Transport (Perm branch), Perm, e-mail: ceapb@mail.ru

Chabanova Evgeniya Vladimirovna – Ph.D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Specialties of Water Transport and Transport Management", Perm branch of Volga State University of Water Transport, e-mail: jentosina@yandex.ru.