

УДК 621.315.592

**ЭЛЕМЕНТЫ ПЕЛЬТЬЕ И ЗЕЕБЕКА
Peltier and Seebeck elements**

М. В. Урбан, К. Д. Сосик

Научный руководитель – Т. Е. Жуковская, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

zukovskya@bntu.by

M. Urban, K. Sosik

Supervisor – T. Zhukovskaya, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной работе представлен обзор элементов Пельтье. Рассматриваются возможные пути применения элементов Пельтье, их достоинства и недостатки.*

***Abstract:** this article provides an overview of the Peltier elements. Possible ways of using Peltier elements, their advantages and disadvantages.*

***Ключевые слова:** термоэлектрический прибор, полупроводники, элементы Пельтье, элементы Зеебека.*

***Key words:** thermoelectric device, semiconductors, Peltier elements, Seebeck elements.*

Введение

В 19 веке было обнаружено, что в некоторых материалах при подаче напряжения возникает разность температур. Также было обнаружено что этот эффект имеет и обратное свойство: создавать электроэнергию за счёт разницы температур. Множество десятилетий инженеры пытаются использовать этот феномен на практике, постоянно совершенствуя эту технологию, и пытаюсь найти новые совершенные материалы, которые могут выразить эффект максимально эффективно. Ведь потенциал данной технологии крайне высок и способствует толчку в развитии энергетики.

Основная часть

Элемент Пельтье – термоэлектрический прибор способный под действием приложенного к нему напряжения создавать разность температур на своих пластинах. Принцип работы элемента построен на эффекте Пельтье, открытом в 1934 году Жан Пельтье. Эффект заключается в переносе тепловой энергии под действием электрического тока в местах соединениях разнородных проводников. При соединении разнородных металлов эффект выражен слабо, наиболее сильное проявление наблюдается у полупроводников р и n типов, соединённых между собой.

Элемент состоит из керамических пластин (1), полупроводников (2,3) и металлических соединителей (4) [1]. Пластины являются корпусом элемента и необходимы для проведения и отведения тепла. Полупроводниковые элементы выполняются в форме прямоугольных параллелепипедов и соединены между собой попарно в последовательную цепь. Соединяются они между собой

металлическими соединителями, необходимые для проведения тока и отведения тепла от пластины, соединение происходит пайкой с температурой плавления около 80-200°C.

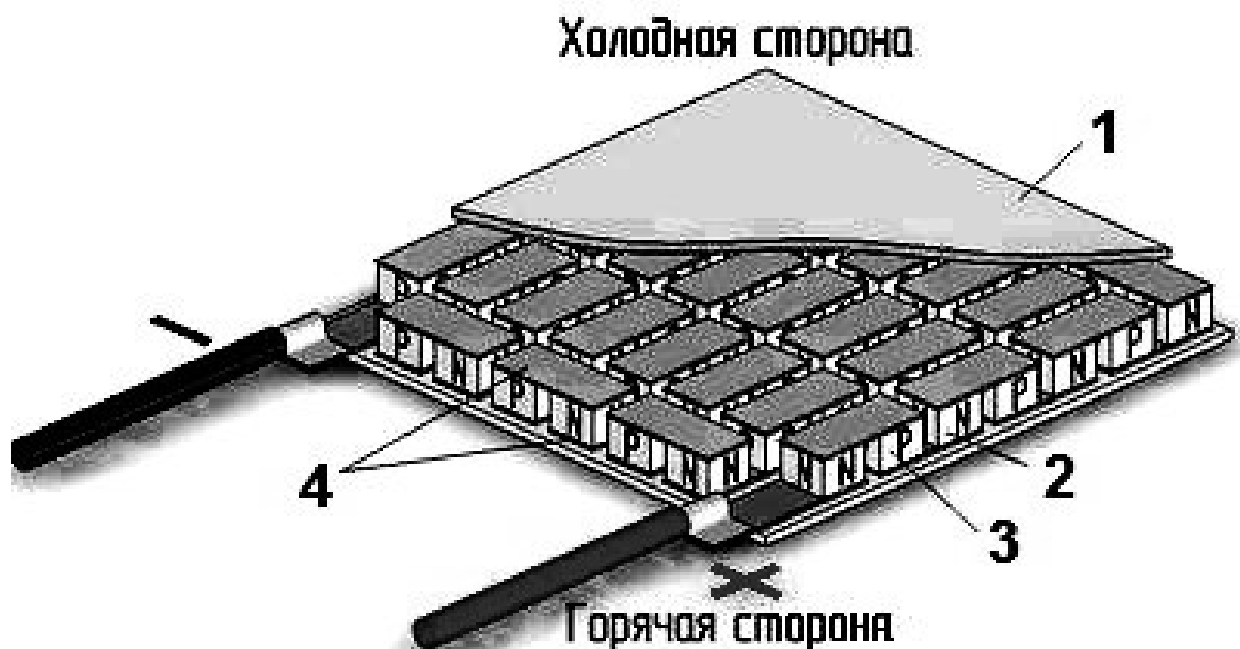


Рисунок 1 – Структура элемента Пельтье

При приложении напряжения к контактам элемента, одна из его пластин будет охлаждаться, вторая – нагреваться, причем чем интенсивнее происходит отведение тепла от нагревающейся пластины, тем ниже температура опустится на охлажденной стороне. Если провести электричество в обратном направлении, элемент также будет работать, но охлажденная и нагретая стороны поменяются между собой.

В технике элемент Пельтье широко применяется для принужденного охлаждения небольших устройств, например, процессоров, требовательных к низкой температуре. Также удобно использовать элемент Пельтье в термостатировании, в виду его способности достаточно точно охлаждаться или нагреваться в зависимости от приложенного к нему напряжения. Но он имеет крупный недостаток – низкий КПД, поэтому на больших мощностях он не используется. Вместо них целесообразно использовать компрессорные устройства, которые намного эффективнее и выгоднее. В маломощных устройствах, где эффективность не так важна, элемент Пельтье имеет большое преимущество в том, что при холодообразовании в нем не происходит никаких механических процессов и при постоянной температуре и мощности работы его ресурс максимален. Вольтамперная характеристика самого распространенного элемента Пельтье, TEC-12709, изображена на графике 2 (dT – разница температур между пластинами) [2].

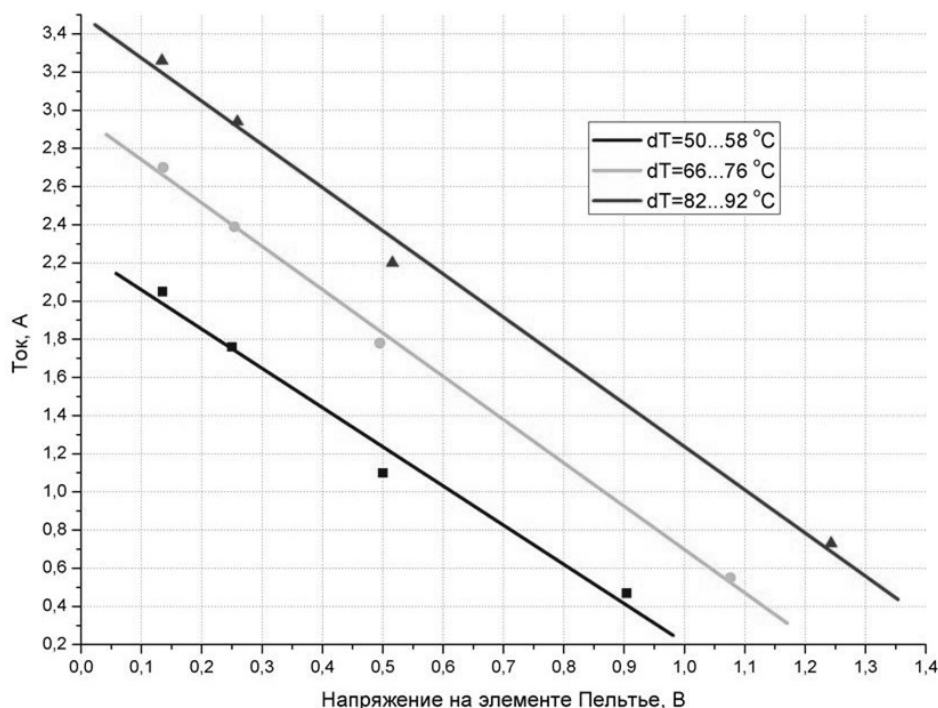


График 2 – Вольт-амперная характеристика ТЕС-12709

Однако элемент имеет ресурс по циклам включения и выключения, так как все элементы в процессе работы подвержены температурным расширениям, которые и определяют срок службы элемента. В основном у элементов Пельтье заявленный ресурс циклов включения равен около 5000 раз.

Так как из-за тепловых расширений скорее изнашивается элемент, то для изменения мощности необходимо менять само значение напряжения, а не его среднее значение. Поэтому регулировать мощность с помощью ШИМ чревато выходом из строя модуля. Также элемент сильно восприимчив к пульсациям, при 5% пульсаций или выше эффективность элемента сразу падает на 30-40%, поэтому не всякий блок питания подойдет для регуляции мощности охлаждения или нагрева.

Основной проблемой в повышении КПД элементов Пельтье является то, что свободные электроны в веществе являются одновременно переносчиками и электрического тока, и тепла. Получается, что материал для элемента Пельтье должен одновременно обладать двумя взаимоисключающими свойствами — хорошо проводить электрический ток, но плохо проводить тепло. В Джоулевы потери и потери на теплопроводность сильно снижают КПД элемента. Поэтому до сих пор введётся поиск доступного материала и усовершенствуются технологии для расширения сферы применения элементов Пельтье.

Кроме элементов Пельтье существуют также элементы Зеебека, основанные на эффекте Зеебека, открытом в 1821 году Томасом Иоганном Зеебеком. Эффект Зеебека является противоположностью эффекту Пельтье и состоит в том, что при разности температур на элементе Пельтье на контактах возникнет напряжение, причём чем больше разность температур, тем выше напряжение на контактах элемента. По сути любой элемент Пельтье является

видом термоэлектрического генератора, преобразующий напрямую разность температур в электроэнергию.

Элементы Пельтье предназначенные для выработки электроэнергии иногда называют элементами Зеебека. Они более устойчивы к перепаду температуры и имеют более высокую мощность генерации электроэнергии. Температура, до которой можно нагревать элемент, зависит от вида припоя, которым спаяны полупроводниковые элементы. Например, элемент SP1848 имеет максимальную мощность генерации 3.5 Вт, при габаритных размерах 40x40 мм. Подключив стабилизатор напряжения можно одним элементом произвести зарядку мобильного телефона. Максимальная мощность получается при подключении определённого сопротивления, то есть при согласованной нагрузке. А максимальная мощность генерации самого распространённого элемента ТЕС-12706 при той же габаритной составляющей составляет около Ватта [3].

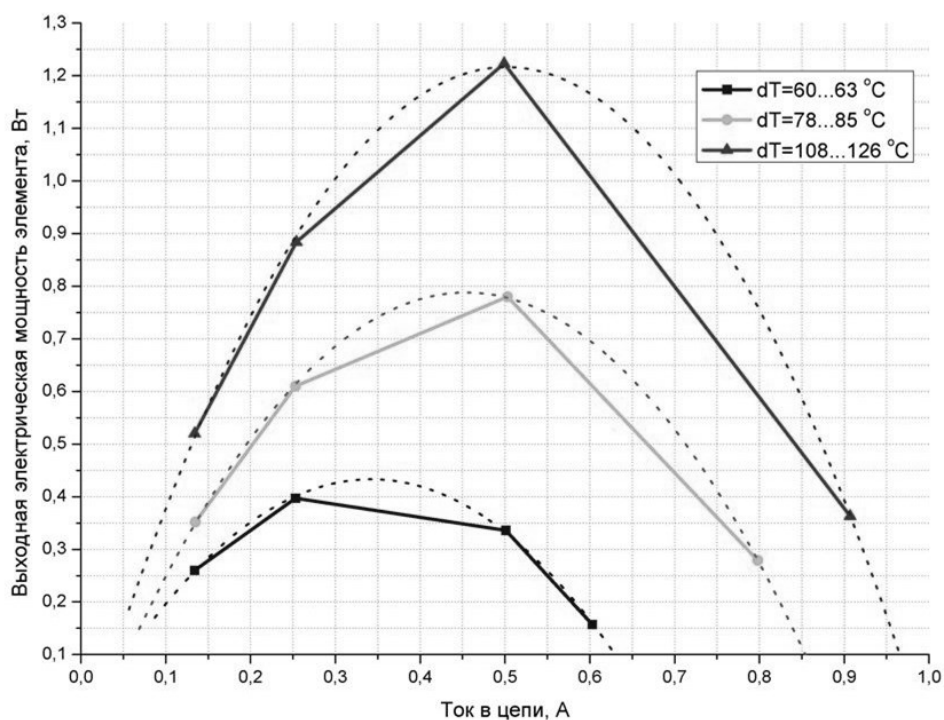


График 3 – Генерация мощности на ТЕС-12706

Как источник холода элемент Пельтье занял свою нишу в быту и промышленности, однако, как генератор на малых мощностях применяется редко, на больших мощностях не используется совсем, из-за высокой стоимости самого элемента и его низкой эффективности как генератора электроэнергии. Например, как генератор они хорошо себя показали в наручных часах, которые имеют очень маленькое энергопотребление и находятся в постоянной разности температур человеческого тела и окружающей среды. Также идёт разработки по внедрению элемента в автомобиль ввиду постоянной выработке тепла двигателя.

На базе элемента Пельтье можно создавать маломощные походные электростанции, на водяном охлаждении которые получают энергию от горения дров.

В настоящее время создавать большие генерируемые мощности на базе эффекта Пельтье экономически не оправдано. Однако, если в дальнейшем получится в разы снизить стоимость, повысить эффективность и надёжность, элементы можно будет использовать в геотермальной энергетике, особенно в местах, где экстремально низкая температура воздуха, ведь на глубине несколько десятков метров под землёй есть плюсовая температура. Разница в несколько десятков градусов уже достаточно для выработки электроэнергии.

Вывод

В настоящее время у элементов Пельтье есть несколько больших недостатков: низкий КПД, высокая стоимость материалов и их эффективность. Но развитие в будущем этого направления сможет открыть множество возможностей эффективного применения данного феномена.

Литература:

1. Элемент Пельтье – как устроен и работает, как проверить и подключить (электронный ресурс) / Electricalschool –Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1977-jelement-pelte-kak-ustroen-i-rabotaet.html>

2. Элемент Пельтье, принцип работы (электронный ресурс) / principraboty – Режим доступа: <https://principraboty.ru/yelement-pelte-princip-raboty/>