

**М. Н. НАКАЗНЕНКО**, асс., НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков  
**Т.Ю. ФЕДОРЕНКО**, студ., НАУ, им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»), Харьков

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Рассмотрена математическая модель модуля термоэлектрических элементов. Проанализирована его работа в составе теплонасосной установки. Сделаны выводы относительно целесообразности применения термоэлектрических модулей в теплонасосных установках.

Розглянуто математичну модель модуля термоелектричних елементів. Проаналізовано його роботу у складі теплонасосної установки. Зроблено висновки щодо доцільності застосування термоелектричних модулів в теплонасосних установках.

A mathematical model of a module of thermoelectric elements considered in this article. Its work in the heat pump installation was analyzed. The conclusion regarding the advisability of the use of thermoelectric modules in a heat pump installations was made.

Ввиду постоянно возрастающей потребности общества в энергетических ресурсах, ограниченности исчерпаемых энергоносителей, а так же неизменно ухудшающейся экологической обстановки имеет смысл освоение и применение экологически чистых источников энергии. В последние годы специалисты в области экологии все больше внимания уделяют вопросу изменения климата в связи с глобальным потеплением как результатом проблемы парникового эффекта и сброса низкопотенциального тепла в окружающую среду. Возможным решением этой задачи может стать повсеместное использование различных типов устройств, преобразовывающих низкопотенциальное тепло в высокопотенциальное, которое более пригодно для целевого использования. На данный момент наиболее распространены два класса тепловых насосов: испарительные (парокомпрессионные и абсорбционные) и термоэлектрические. Термоэлектрические тепловые насосы в основном используют для получения холода в небольших объемах, в то время как испарительные служат в качестве теплонасосных и холодильных установок на более высоком мощностном уровне.

Вызывает интерес возможность использования термоэлектрических тепловых насосов для обогрева помещений, а, следовательно, и утилизации низкопотенциального тепла.

В данной статье рассматривается математическая модель модуля термоэлементов, для анализа его работы в составе теплонасосной установки (ТНУ).

Рассмотрим тепловой баланс модели термоэлектрического теплового насоса (Рис. 1)[1]:

-теплота, выделяющаяся на теплой стороне термоэлемента:

$$Q_h = Q_c + UI ;$$

-теплота, отбираемая с холодной стороны термоэлемента:

$$Q_c = EIT_c - \frac{1}{2}I^2R - (k_c - k_h);$$

-рабочее напряжение на термоэлементе:

$$U = IR + E(T_h - T_c);$$

-коэффициент, учитывающий материал и конструкцию термоэлемента:

$$E = 2N\alpha,$$

где  $N$  - число пар ветвей в модуле;

$\alpha$  - коэффициент термоЭДС материала;

$T_h$  - температура горячей стороны модуля термоэлементов;

$T_c$  - температура холодной стороны модуля термоэлементов;

$I$  - ток, протекающий через модуль;

$R$  - сопротивление ветвей модуля термоэлементов;

$K$  - теплопроводность ветвей модуля;

$U$  - напряжение на выводах модуля термоэлемента. Рассматриваем типовой термоэлектрический модуль. Его характеристики представлены в табл. 1.

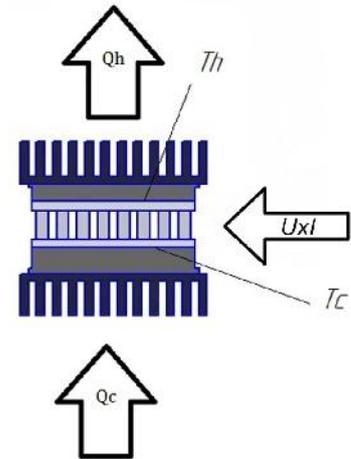


Рис.1 Модель термоэлектрического теплового насоса

Таблица 1 Характеристики термоэлектрического модуля

| $\Delta T_{\max}$ , К<br>наибольшая<br>разница<br>температур | $Q_{\max}$ ,<br>Вт | $I_{\max}$ ,<br>А | $U_{\max}$ ,<br>В | $R$ , Ом | Размер<br>горячей<br>стороны,<br>мм | Размер<br>холодной<br>стороны,<br>мм | Толщина,<br>мм |
|--|--------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| 69   | 10,56              | 3,01              | 5,91              | 1,46     | 8,0×8,0                             | 8,0×8,0                              | 1,57           |

Сам по себе термоэлемент уже является тепловым насосом, на одной стороне которого низкопотенциальное тепло отбирается от окружающей среды, а на другой - отдается потребителю, в результате протекания через термоэлемент электрического тока т.е. работы совершенной внешним источником энергии. Анализируя данные представленные в таблице 1, получаем зависимость разности температур на горячей и холодной стороне от значения подаваемого тока для данного термоэлемента (рис. 2).

Таким образом, для работы термоэлектрического модуля в качестве теплового насоса необходимо обеспечить оперативное регулирование величины подаваемого тока при изменении наружной температуры для поддержания постоянной, комфортной температуры внутри помещения.

Общая структурная схема теплонасосной установки на элементах Пельтье показана на рис.3.

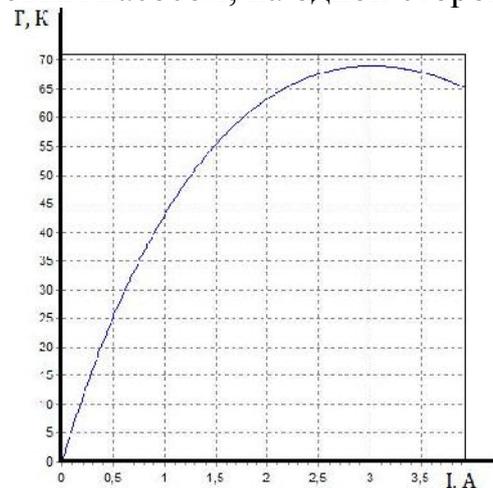


Рис.2 Зависимость разности температур холодной и горячей стороны термоэлектрического преобразователя от рабочего тока.

Термоэлектрический преобразователь (ТП) при прохождении через него тока  $I$  способен подогреть теплую сторону термоэлемента, отбирая тепло от холодной. Датчик температуры ( $T_h$ ) измеряет температуру в помещении и передает полученные данные системе управления (СУ), где они сравниваются с установкой требуемой комфортной температуры. В случае отличия этих температур СУ передает сигнал блоку питания (БП) для увеличения или понижения значения подаваемого на ТП тока  $I$ . При этом если поддерживаемая внутри температура оказывается, меньше наружной термоэлектрической тепловой насос может работать в режиме кондиционера без изменения конструкции, для этого достаточно изменить направление подаваемого тока.

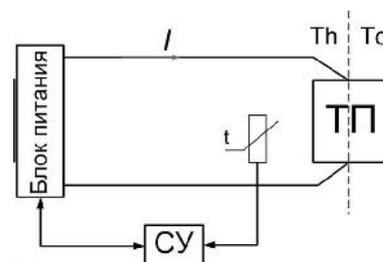


Рис.3 Общая структурная схема теплонасосной установки на термоэлементах

Сравнив испарительные и термоэлектрические тепловые насосы можно выделить следующие преимущества термоэлектрических ТН. Простота конструкции, отсутствие каких-либо движущихся частей, внутренних потоков жидкостей и газов. Следствием этого является абсолютная бесшумность работы, меньшие по сравнению с испарительными ТН габариты и вес при той же удельной теплопроизводительности, полное безразличие к ориентации в пространстве, очень высокая стойкость к вибрационным и ударным нагрузкам, возможность его работы как отопителем так и в качестве кондиционера. А также небольшое рабочее напряжение, но при достаточно большем токе, что может увеличивать потери при работе в качестве кондиционера.

К недостаткам термоэлектрических ТНУ можно отнести их высокую стоимость и пока незначительный КОП относительно испарительных тепловых насосов.

На данный момент термоэлементы используются в электронной аппаратуре, военной, медицинской, иногда бытовой в качестве систем охлаждения в условиях ограничения массы и размеров. Использование термоэлементов для отопления зданий неоправданно дорого, в то время как в установках, например космического или военного назначения, где удельная стоимость термоэлектрического теплового насоса будет незначительной, их использование более оправдано.

Таким образом, исходя из опыта применения таких тепловых насосов и холодильных установок в различных сферах деятельности, можно сделать вывод, что в скором будущем, в случае нахождения более дешевых термоэлектрических материалов, термоэлектрические тепловые насосы могут вытеснить испарительные ТН. А постановка задачи электропитания от нетрадиционных источников энергии, работающих на постоянном токе, позволит исключить промежуточные преобразователи и максимально увеличить эффективность применения термоэлектрических тепловых насосов.

**Список литературы:**1. Булат Л.П. Термоэлектрическое охлаждение. Текст лекций. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. - 2002.- 146 с.

Поступила в редколлегию 13.05.2011