

ТЕХНИКА ЖАНА ТЕХНОЛОГИЯ

Досбаев А.Ж.

Термоэлектрoгенератор

Термоэлектрoгенераторы – источники тока, в которых осуществляется непосредственное превращение тепловой энергии в электрическую. Это превращение происходит с помощью термоэлектрических явлений, имеющих место в термоэлементах. /2/

Термоэлектрoгенераторы – источники тока, основанные на использовании термоэлектрических явлений, до этого времени нашли применение для питания маломощных аппаратов различных типов радиоаппаратур. /2/

Первые термоэлектрические генераторы созданы в 1949-1951 гг. в НИИТС (Министерства связи СССР) для питания радиоприемников. /2/

В дальнейшем были разработаны более мощные термоэлектрoгенераторы, предназначенные главным образом для питания различных типов радиоаппаратур. /5/.

На территории Кыргызстана находится большое количество источников геотермальных вод.

Таблица 1. Геотермальные источники КР и некоторые их характеристики.[1]

№	Район, месторождение	Интервал глубин, м	Средняя температура °С	Дебит, л/с	Тепловой потенциал, Q, Вт	Высота н. у. м. м
1	«Жети-Огуз» Иссык-Кульск.обл	150	25-42	207	471,2	2200
2	«Жуукучак» Иссык-Кульск.обл	260	31-34	0,4	52,1	2000
3	«Жыргалан» Иссык-Кульск.обл	3000	46	37,5	7240	162
4	«Чолпон-Ата» Иссык-Кульск.обл	1500	48	-	-	-
5	«Бар-Булак» Иссык-Кульск.обл	110	44	2,5	457	107,5
6	«Боз - Учук» Иссык-Кульск.обл	-	28-30	1,72	211,7	2200
7	«Сары –Жаз» Иссык-Кульск.обл	-	50	0,2	37	3100
8	«Аламедин» г. Бишкек	-	20-30	6	751	1700
9	«Жалал-Абад» г. Жалал-Абад	75-130	21-43,5	21	3836,5	980
10	«Чангыр-Таш» Жалал-Абадск.об	200-240	21-30	1,5	184	1075
11	Ыссык-Ата Чуйск.долина	-	78-55	3,64	835,8	1775
12	«Чаек» Нарынск. обл	1115	47,5-48,5	14	-	2200
13	«Кочкор-Ата» Жалал-Абадск.об	2800	25-49	-	-	-
14	1 «Майлы-Сай» Жалал-Абадск.об	91-348	19-22	1730	-	2100

15	1	«Жылуу-Суу» Ошская обл.	-	30	20	58	1570
16	1	«Жылуу-Суу» Баткенск. обл	-	60	-	-	-
17	1	«Кызыл-Таш» Баткенск. обл	-	42	-	-	-

Эти воды в данное время пользуются только как лечебное, и другого пользования еще не нашло.

Кроме этого есть трубопроводы горячего водоснабжения или отопления, где рассеиваются немалое количество тепловой энергии.

В этой статье предлагается вариант использования этих источников как источник электрической энергии. Для этого нужно вспомнить, как в 50 годы использовали тепло керосиновые лампы. Рис.1. /2/.

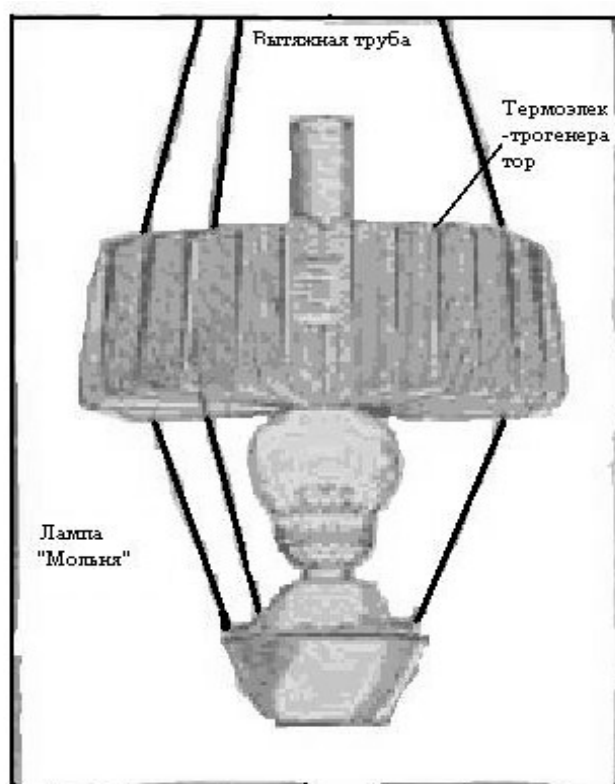


Рисунок Внешнего вида термоэлектродгенератора

Рис. 1. Общий вид термоэлектродгенератора монтированное на керосиновую лампу.

На рис. 1. приведен пример работы термоэлектрического генератора, работающего на тепло керосиновую лампу «Мольня».

Принцип работы; на стеклянную колбу лампы надевается термоэлементы, соразмерно монтированные на диаметр вытяжной части колбы. Внутренняя часть термоэлектродгенератора нагревается от тепла лампы, а наружная часть охлаждается за счет температуры окружающей среды. За счет перепада температуры в термоэлектродгенераторе появляется электрическая энергия.

Исходя из принципа работы вышеуказанного можно было бы использовать энергию геотермальных вод.

Все используемые теплые источники протекают через трубы до места непосредственного применения. До этого расстояния воды протекает по трубе на несколько сотни метров без пользы, рассеивая теплоту на окружающую среду.

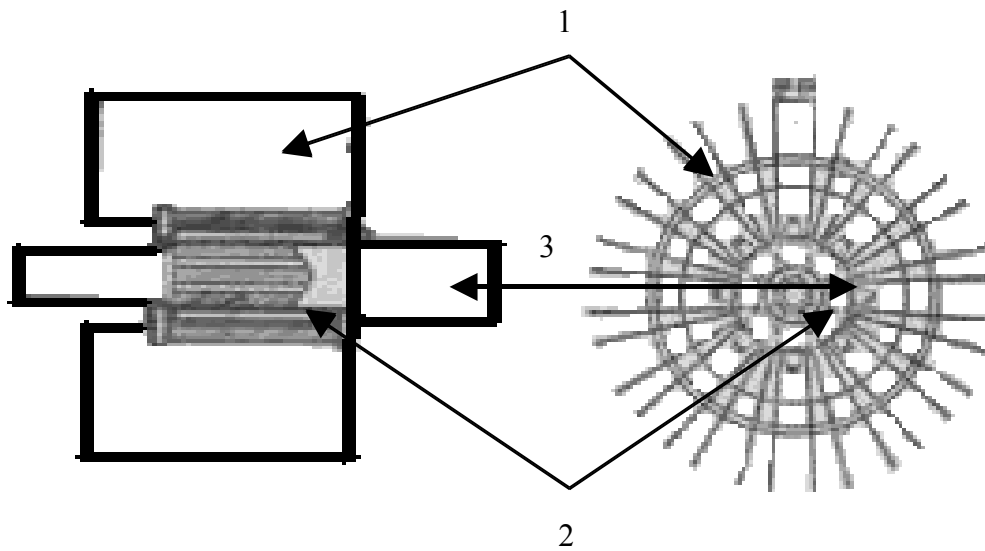


Рис. 2. Схематический чертеж термоэлектродгенератора./2/
1- холодные спайки, 2- горячие спайки. 3- труба с теплоносителем.

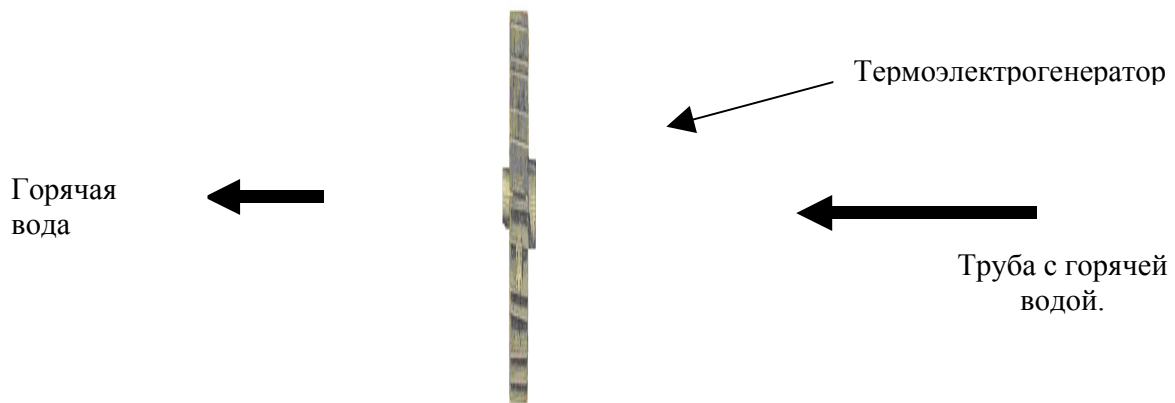


Рис.3. Общий вид предлагаемого термоэлектродгенератора, монтированного к трубе с горячими водотоками.

Если трубы на этой расстоянии поменять на нержавеющие железные трубы и на них надеть термоэлектродгенераторы, то можно получить электрическую энергию.

Количество энергии зависит от длины расположенных на теплоносителях (труб), термоэлектродгенератора, и от температуры протекаемой воды по трубе.

Термоэлектродгенераторы можно установить на трубы один за другим и соединить их последовательно или параллельно, согласно требованиям потребителя энергии. Если нужно большое количество напряжения, то нужно соединять последовательно. А если нужно получить большой ток, то нужно соединять параллельно.

Возможности применения термоэлектродгенератора:

1. В Ыссык-Атинских источниках температура доходит до 80°C. Для пользования эти горячие воды охлаждают, добавляя холодную воду. Если на трубопровод установить термоэлектродгенератор, тогда можно будет, получить электричество. К тому же состав лечебной воды останется неизменной, лечебные свойства будут выше, чем как сейчас с добавленной пресной водой.

2. На Жалал-Абадском курорте теплота источника 43°C, от источника теплая вода до места применения протекает 500метров по трубе и на эту трубу установить термобатареи, то можно получить большое количество электрической энергии.

3. Если установить термобатареи на трубопровод с горячей водой в многоэтажных домах, то эти батареи, будут служить вместо теплового радиатора, плюс к тому даст электрическую энергию для домашнего пользования.

Как все это нужно рассчитать и применять показано ниже.

ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ТЕРМОЭЛЕМЕНТА. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ /2/

Пусть имеется электрическая цепь, составленная из двух разнородных проводников электричества (металлов или полупроводников), соединенных, как показано на рис.4. /2/.

Если в местах соединения поддерживать различные температуры (T_1 и T_2), то в цепи возникает электродвижущая сила E и будет протекать электрический ток $I = E/\gamma$, (1) где γ -сопротивление цепи.

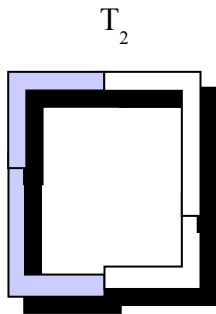


Рис. 4. Т₁ Схема термоэлемента

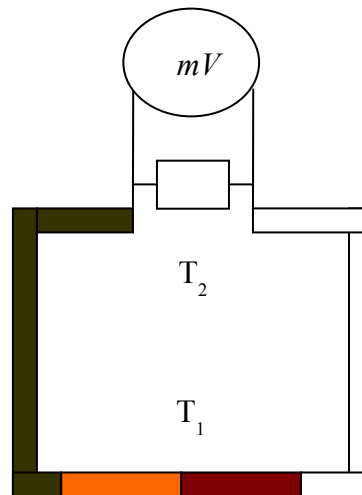


Рис. 5. Схема термоэлектрической цепи,

содержащий несколько разнородных материалов при одинаковой температуре.

Рассматриваемое устройство называется термоэлементом, а два разнородные проводники, из которых составлены термоэлемент, называется электродами. Место соединения термоэлектродов, имеющие более высокую и более низкую температуры, назовем соответственно горячими и холодными «спаями».

Электродвижущая сила, возникающая в термоэлементе (термоэдс) зависит от свойства материалов и от температуры горячих и холодных спаев.

Разность потенциалов на холодных концах термоэлектродов может быть измерена с помощью милливольтметра, как на рис. 5.

На рис. 6. приведена схема последовательного соединения термоэлементов, образующих термобатарею.

При таком соединении n штук одинаковых ЭДС, как в коротко замкнутом элементе (рис. 4.) так и в термоэлементе, замкнутом на внешнее сопротивление (рис.5.) одинаково, но величина тока в цепи во втором случае $I = E / (r + R)$, (2) где r - внутреннее сопротивление термоэлемента,

а R – сопротивление внешней цепи.

термоэлементов увеличивается в n раз электродвижущая сила и одновременно внутреннее сопротивление.

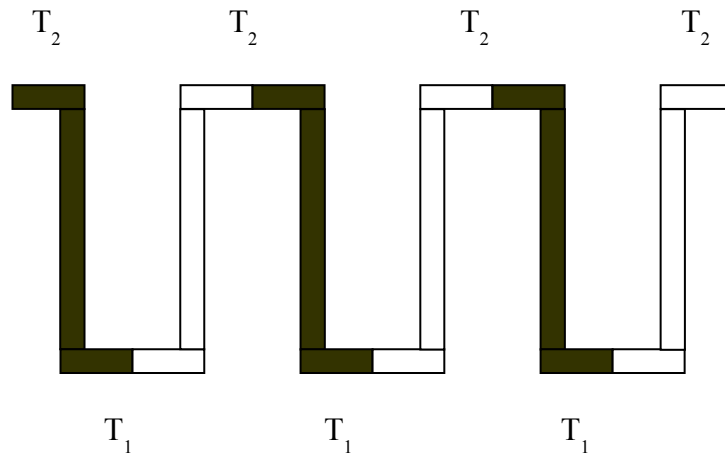


Рис. 6. Схема

термобатареи

из последовательно соединенных термоэлементов.

Термоэлемент – источник тока, в котором наблюдается взаимное превращение тепловой и электрической энергии. Явление сопутствующие этим процессам, называется термоэлектрическим явлением. Известны три основных термоэлектрических явления: Зеебека (обнаружено 1822г.), Пельтье (1834г.), Томсона (1857г.),

ЭДС термоэлемента (явление Зеебека) является функцией температур горячих и холодных спаев и зависит от свойства материалов термоэлектродов. Величина термоэдс, отнесенная к одному градусу разности температур, называется удельная термоэдс или коэффициентом термоэдс и обозначается α :

$$\alpha = dE / d(\Delta T), \quad (3) \text{ где } \Delta T = T_1 - T_2 - \text{разность температуры спаев.}$$

Среднее значение α в интервале температур $T_1 - T_2$ можно определить следующим образом:

$$\alpha = E / (T_1 - T_2). \quad (4)$$

$$\text{термоэдс будет } E = \alpha (T_1 - T_2). \quad (5)$$

Когда мы нагреваем до определенной температуры спай двух термоэлектродов, обладающих электронным типом проводимости, то повышается концентрация и скорость электронов, в горячих концах электродов.

Эти явления отсутствуют в типичных металлах и сильно выражено в полупроводниках. Наибольшую термоэдс можно получить при комбинировании термоэлектродов из электронного и дырочного полупроводников.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ (КПД) ТЕРМОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА

Кпд термоэлектрогенератора – это отношение получаемой электрической энергии к общему количеству тепловой энергии, вводимому в нагревательное устройство термоэлектрогенератора.

Общий вид кпд термоэлектрогенератора ($\eta_{\text{тг}}$) можно предоставить как произведение двух сомножителей.

$$\eta_{тв} = \eta_{тн} \eta_{тб}, \quad (6)$$

где $\eta_{тн}$ – кпд нагревателя и $\eta_{тб}$ – кпд термобатареи.

Определение этих величин вытекает из следующих равенств:

$$\eta_{тн} = Q_{тб} / Q_{тн} = Q_{тб} / (Q_{тб} + q_{п}) \quad (7)$$

где $Q_{тн}$ – общее количество тепла, выделенное в термоэлектрогенераторе;

$Q_{тб}$ – количество тепла, введенное в горячие спаи термобатареи;

$q_{п}$ – Сумма тепловых потерь;

$$\eta_{тб} = W / Q_{тб} \quad (8)$$

где W – электрическая энергия, полученная от термоэлектрогенератора.

Величина $\eta_{тн}$ определяется в основном конструктивными параметрами термоэлектрогенератора.

Вторая величина кпд термоэлектрогенератора – величина $\eta_{тб}$ можно определить, рассматривая кпд одного термоэлемента, кпд будет равно на количество смонтированных термоэлементов в термобатареи.

$$\eta_{тв} = \eta_{тб} = W_{тв} / Q_{тв}, \quad (9)$$

$W_{тв}$ – полезная электрическая мощность, получаемая от одного термоэлемента, а $Q_{тв}$ – количество тепла, вводимое в горячий спай термоэлемента в единицу времени.

Можно написать

$$W_{тв} = U_{тв} I = (E - Ir) I = (E - E/r + R * r) * E / r + R = E^2 R / (r + R)^2 = E^2 / r * m / (1 - m^2), \quad (10)$$

Где $U_{тв}$ – рабочее напряжение термоэлемента при токе нагрузки I , E – ЭДС,

r – внутреннее сопротивление термоэлемента, R – внешнее сопротивление цепи нагрузки, а коэффициент $m = R/r$. Учитывая равенство (4), после подстановки в формулу (9) получим $\eta_{тв} = m / (1 + m)^2 * 1/r * \alpha^2 (T_1 - T_2)^2 / Q_{тв}$ (11)

Величину $Q_{тв}$ можно разложить на два слагаемых $Q_{тв} = Q' + Q''$

Первое слагаемое (Q') – тепло, поглощаемое в 1 сек в горячем спае термоэлемента за счёт обратимых термоэлектрических явлений, а второе (Q'') – тепло, переносимое в 1 сек от горячего спаи к холодному путём обычной теплопроводности.

Внутреннее сопротивление $r = L (\rho_1 / S_1 + \rho_2 / S_2) = (1 / \sigma_1 S_1 + 1 / \sigma_2 S_2)$,

где $\sigma = 1 / \rho$ – удельная электропроводность,

L – длина термоэлемента,

S_1 и S_2 – площади поперечного сечения термоэлектродов,

ρ_1 и ρ_2 – удельные сопротивления.

После нескольких преобразований кпд термоэлемента

$$\eta_{тв} = \frac{\dot{Q}_1 - \dot{Q}_2}{2\dot{Q}_1 + \frac{4}{\alpha^2} \left(\sqrt{\frac{\chi_1}{\sigma_1}} + \sqrt{\frac{\chi_2}{\sigma_2}} \right)} \quad \text{где } \chi - \text{ теплопроводность термоэлемента.}$$

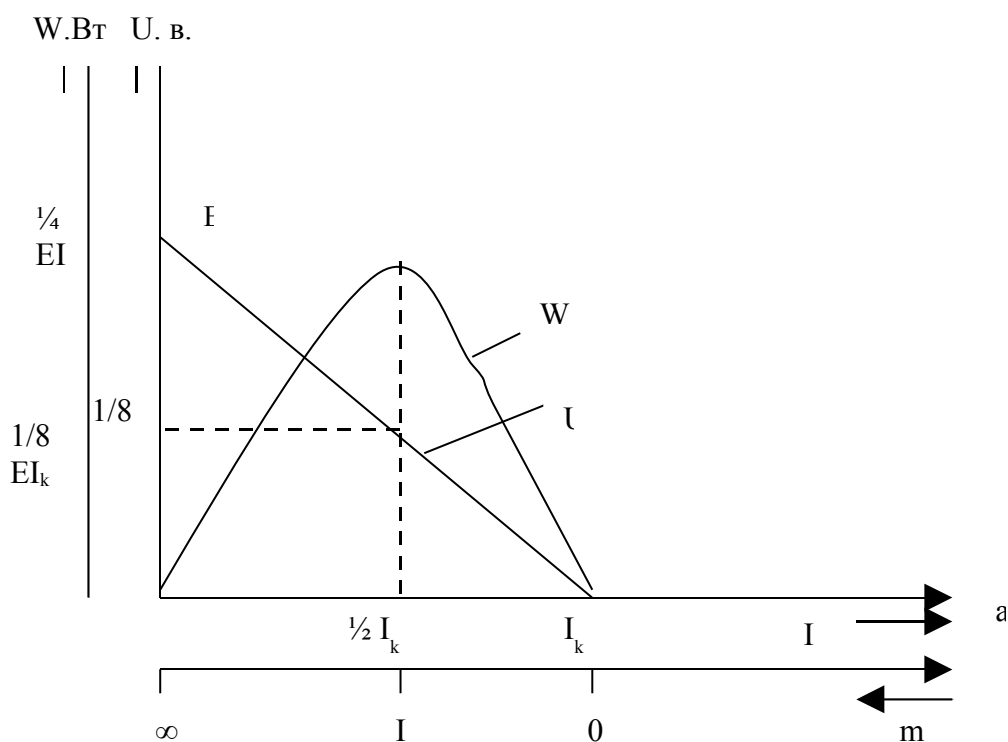


Рис. 4. Схематическая вольтамперная характеристика термоэлемента и кривая зависимости отдаваемой мощности от тока нагрузки или от коэффициента m .

Литература

1. Исманжанов А. И., Мурзакулов Н.А. Проблемы энергетического использования геотермальных источников Кыргызстана. Известия ОшТУ - Ош: ОшТУ, 2002. №1. с.125-128.
2. Даниель-Бек В.С., Рогинская Н.С. Термоэлектрогенераторы. Связьиздат. Москва. 1961г.
3. Баскаков А.П., Берг Б.В., Витт О.К. Теплотехника.- М: Энергоиздат. 1982.- 264с.
4. Самойлович А.Г. Термодинамика и статическая физика.-М: Гостехиздат. 1955г
5. Журнал. «Мировое электроэнергетика» №2 1995 года.

* * *