

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СПЯЯ ТЕРМОБАТАРЕИ НА ВЫХОДНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ

Суворин А.В., Адышев А.А., Сапрошин А.Е., Качаев А.А.

ФГАОУ ВПО СФУПИ

Развитие термоэлектрического способа преобразования энергии характеризуется бурным развитием научно-технических исследований и инженерных разработок в начале второй половины XX столетия с последующим спадом к концу столетия. Объективно это было обусловлено как техническими, так и технологическими трудностями, возникшими при практической реализации термоэлектрического способа преобразования энергии, в связи с успехами и преимуществами альтернативных направлений (машинный, фотоэлектрический способы для получения электричества, компрессионный на основе фреонов – для получения холода).

Однако накопленный положительный опыт длительной практической эксплуатации различных термоэлектрических устройств и появление новых, более эффективных полупроводниковых материалов позволило уже сегодня поставить вопрос о необходимости пересмотра приоритетов и выделения областей применения, где преимущества термоэлектричества могут сделать его определяющим фактором при выборе устройства для получения электроэнергии. В недалеком будущем термоэлектричество имеет перспективу практического использования при исследованиях космоса.

По назначению область практического использования термоэлектричества можно условно разбить на два направления:

Первое направление - использование термоэлектричества в промышленно-бытовых целях.

Современное состояние энергетики наряду с совершенствованием традиционных способов преобразования энергии характеризуется поиском альтернативных путей, основанных на использовании энергии Солнца, утилизации сбросового тепла, отказе от загрязняющих окружающую среду способов и др. Одним из путей использования термоэлектрических преобразователей для превращения теплоты в электричество является установка батареи термомодулей в теплотехнических установках бытового назначения (отопительные котлы, водогрейные установки, генераторы теплого воздуха и пр.), при этом каких-либо затрат на нагрев и охлаждение термобатареи не требуется. Это повысит их автономность и надежность в первую очередь в местах постоянного или временного отсутствия электроэнергии. Аналогичные устройства могут быть использованы в каталитических генераторах теплоты, работающих на сжигании как высококалорийных, так и низкокалорийных топлив, а также различных отходов, содержащих горючие компоненты.

Это обстоятельство, а также малые габариты и достаточно высокая мобильность таких установок вместе с возможностью одновременного производства электроэнергии не прибегая к помощи бензоэлектрических или иных агрегатов, могут сделать такие установки привлекательными для различных потребителей — от сельхозпроизводителей до подразделений министерства по чрезвычайным ситуациям.

Другой областью применения термоэлектричества является хладопроизводство. Это направление основывается на использовании его для охлаждения скоропортящихся продуктов питания, медикаментов в условиях отсутствия традиционных источников электроэнергии. Устройство состоит из термоэлектрических генератора и холодильника, причем источником нагрева для термогенератора могут служить солнечное излучение, теплотехнические установки бытового назначения и пр. В качестве системы охлаждения термобатареи в генераторе и холодильнике может служить единый водяной контур со сбросом избытка теплоты в естественный или искусственный водоем. Кроме того, термоэлектрическое охлаждение является экологически чистым способом преобразования энергии, что в современных условиях приобретает всё возрастающую значимость.

Второе направление – использование термоэлектричества в космических целях, в том числе в системах энергоснабжения маломассогабаритных космических аппаратов (МКА). В настоящее время в России идет форсированное создание МКА, обусловленное такими факторами, как короткие сроки создания при минимальных затратах на изготовление и организацию пуска, а также возможность применения конверсионных межконтинентальных баллистических ракет. Термоэлектрический способ преобразования излучения Солнца в электроэнергию может составить конкуренцию фотоэлектрическому, так как солнечные батареи с фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП) обладают рядом недостатков, основными из которых являются:

- деградация фотоэлементов от воздействия солнечного и космического излучения, в связи с чем энергетический потенциал ФЭП со временем падает, - использование химических аккумуляторов электроэнергии на теневых участках орбиты, по массе составляющих от 20 до 50% от общей массы системы электропитания, ухудшает весовое совершенство полезной нагрузки, что особенно существенно для МКА;
- высокая стоимость солнечной батареи с ФЭП, составляющая по разным оценкам до 250 долларов США на 1 Вт вырабатываемой электроэнергии, что более чем на порядок дороже термоэлектрической батареи.

Особенно перспективным представляется применение термоэлектричества в дальнем космосе, где из-за ослабления солнечного излучения фотоэлектрические преобразователи неработоспособны, в то время как термоэлектричество сохраняет свою эффективность вследствие возрастания термодинамического потенциала.

Таким образом, актуальность использования термоэлектричества в научных, промышленных и бытовых целях не ослабевает, перейдя из стадии научных исследований к опытно-конструкторским разработкам и практической реализации конкретных технических решений. При этом, учитывая конструктивные особенности термомодулей в сочетании с различными теплоэнергетическими устройствами, задача выбора оптимальных характеристик термобатарей постоянно усложняется вследствие необходимости учета как ранее выявленных побочных факторов, так и появления дополнительных эффектов, обусловленных конструктивными особенностями конкретного устройства.

Таким образом, при создании термоэлектрических преобразователей возникает необходимость рассмотрения помимо чисто проектных задач также термодинамических, физических, а иногда и химических аспектов процессов, протекающих как в материалах, так и устройствах.

Поскольку проблематика в изучении и реализации термоэлектрического способа преобразования энергии требует дополнительных исследований и проверок, то с этой целью авторами был создан лабораторный стенд для подробного изучения термоэлектрических явлений.

t_1 , Гр.С	t_2 , Гр.С	U_H , В	I_H , А	P_H , Вт	$(t_2 - t_1)$	α_{12}	R_H , Ом
20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.564
21.9	30.0	0.28	0.245	0.069	8.1	0.0346	1.143
22.9	40.0	0.45	0.349	0.157	17.1	0.0263	1.289
24.5	50.0	0.59	0.395	0.233	25.5	0.0231	1.494
26.6	60.0	0.73	0.438	0.320	33.4	0.0219	1.667
29.6	70.0	0.87	0.464	0.404	40.4	0.0215	1.875
32.5	80.0	1.10	0.495	0.545	47.5	0.0232	2.222
33.3	90.0	1.27	0.525	0.667	56.7	0.0224	2.419
34.5	100.0	1.48	0.565	0.836	65.5	0.0226	2.619
36.2	110.0	1.68	0.605	1.016	73.8	0.0228	2.777
38.4	120.0	1.87	0.639	1.195	81.6	0.0229	2.927
40.6	130.0	2.08	0.684	1.423	89.4	0.0233	3.041
42.5	140.0	2.29	0.742	1.699	97.5	0.0235	3.086
44.2	150.0	2.53	0.779	1.971	105.8	0.0239	3.248
46.2	160.0	2.76	0.814	2.247	113.8	0.0243	3.391
47.9	170.0	3.01	0.847	2.549	122.1	0.0247	3.554
50.0	180.0	3.26	0.899	2.931	130.0	0.0251	3.626
51.9	190.0	3.54	0.934	3.306	138.1	0.0256	3.790
55.0	200.0	3.76	0.951	3.576	145.0	0.0259	3.954

где α_{12} – коэффициент термоэлектродвижущей силы [$\alpha_{12} = (\alpha_1 - \alpha_2)$].

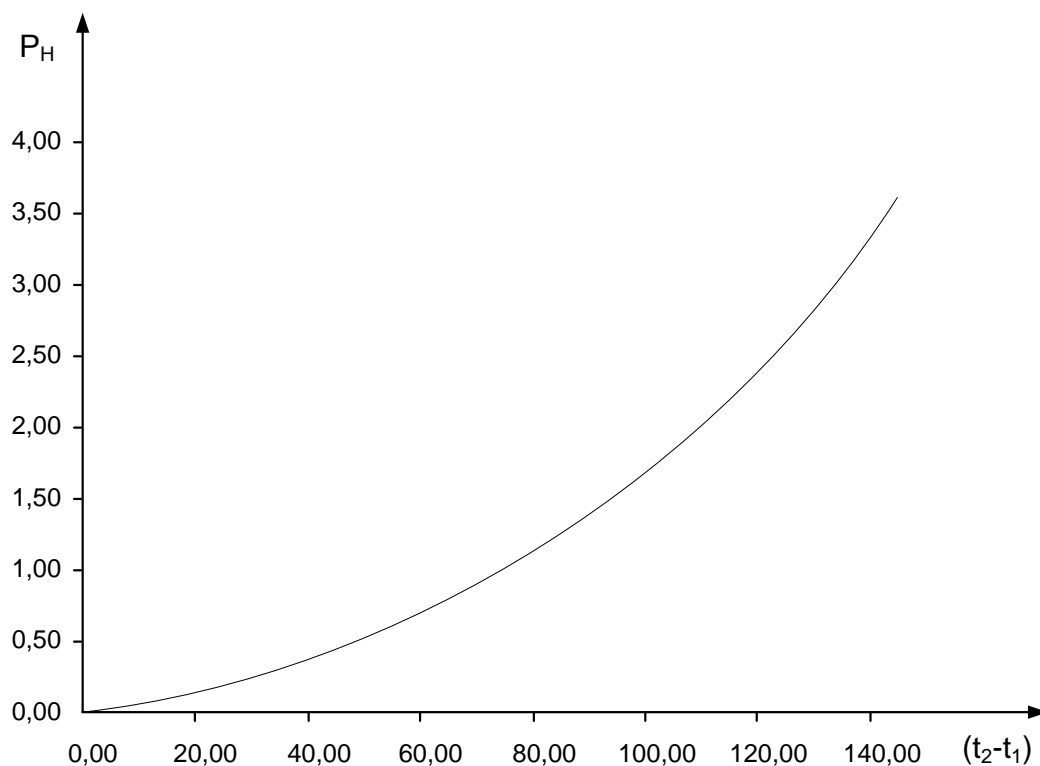


Рисунок 1 – график изменения мощности от разности температур $(t_2 - t_1)$

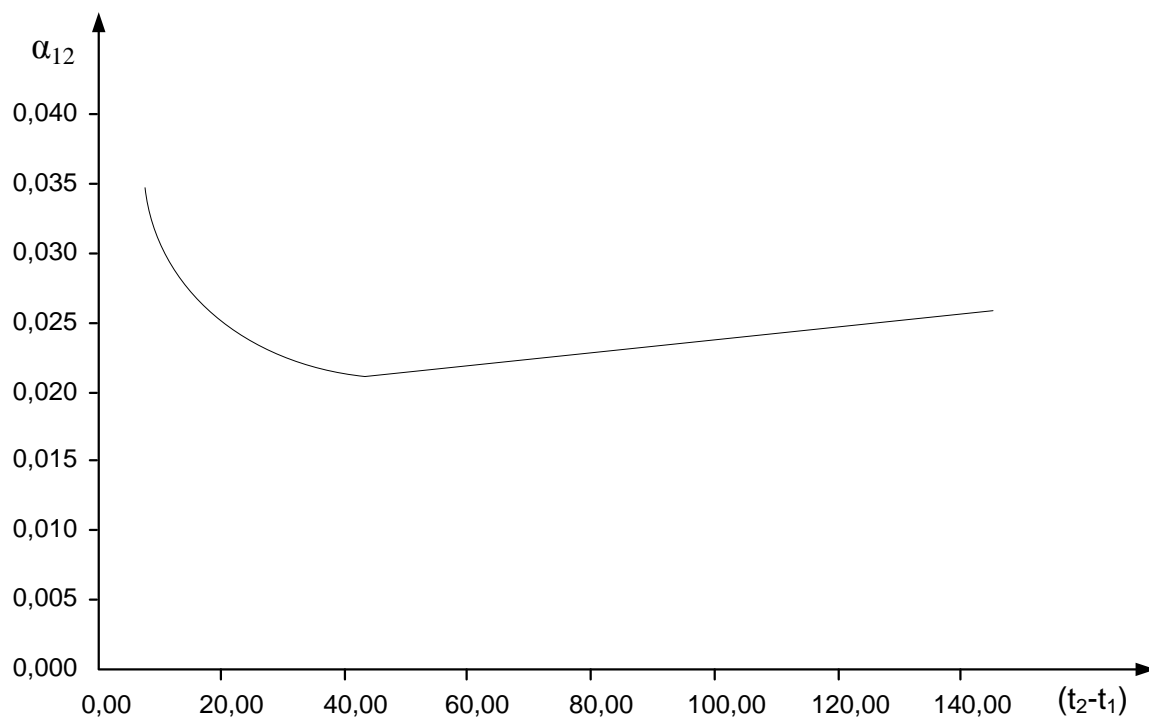


Рисунок 2 – график изменения значения коэффициента термоэлектродвижущей силы

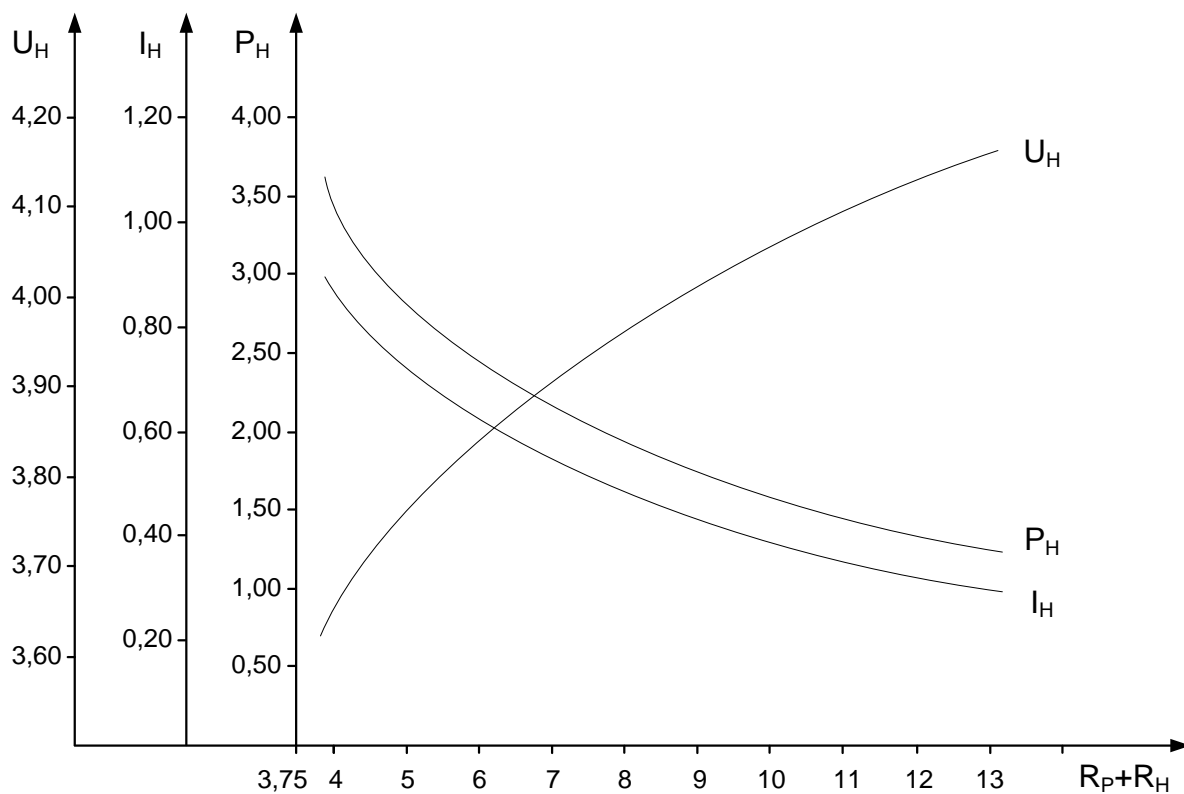


Рисунок 3 – график изменения мощности, напряжения и тока от изменения сопротивления нагрузки

При снятии вольт амперной характеристики получены следующие данные приведенные в таблице 1.

Таблица 2 – Характеристики напряжения, тока при неизменной мощности, разных сопротивлениях нагрузки и установившемся режиме

R_p , Ом.	U_H , В	I_H , А	P_H , Вт	$R_p + R_H$
0.0	3.75	0.962	3.608	3.898
0.5	3.77	0.946	3.566	3.985
1.0	3.78	0.902	3.410	4.191
1.5	3.66	0,826	3.023	4.431
2.0	3.62	0.774	2.802	4.677
2.5	3.67	0.737	2.705	4.980
3.0	3.73	0.702	2.618	5.313
3.5	3.78	0.669	2.529	5.650
4.0	3.83	0.663	2.424	6.051
4.5	3.89	0.602	2.342	6.462
5.0	3.93	0.575	2.259	6.835
5.5	3.96	0.550	2.178	7.200
6.0	3.98	0.520	2.069	7.654
6.5	3.95	0.497	1.963	7.948
7.0	3.99	0.460	1.835	8.674
7.5	4.02	0.443	1.781	9.075
8.0	4.08	0.425	1.734	9.600
8.5	4.10	0.416	1.706	9.615
9.0	4.13	0,339	1.608	10.351
9.5	4.16	0.385	1.602	10.805
10.0	4.09	0.357	1.460	11.457
10.5	3.99	0.338	1.348	11.805
11.0	3.99	0.332	1.325	12.018
11.5	4.01	0.323	1.295	12.415
12.0	4.05	0.308	1.247	13.149

В результате проведенных исследований (табл.1-2) были получены графики Рис.1-3 зависимости тока, напряжения и мощности от сопротивления нагрузки и температуры, которые позволили сделать выводы:

1. С ростом разницы температуры холодного и горячего спая наблюдается рост вырабатываемой мощности практически по прямой зависимости. Рис.1
2. Значения коэффициента термоэлектродвижущей силы растет не значительно по сравнению с ростом разницы температур холодного и горячего спая. Рис.2
3. С ростом нагрузки ток и мощность снижается, в то время как напряжение растет. Рис.3

Разработанный лабораторный стенд и проведенные исследования позволили расширить знания студентов при изучении “эффекта Зеебека” в области преобразования тепловой энергии в электрическую.

Литература:

1. Термоэлектрики и их применения. Доклады VI межгосударственного семинара. ФТИ им. А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург., 1999 г.
2. Поздняков Б.С., Коптелов Е.А. Термоэлектрическая энергетика. М., Атомиздат, 1974 г.