

## **ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА**

Кашаев Р.С., Масиаб А.Г.Н.

Казанский государственный энергетический университет, Россия, Казань (420066, Россия, г. Казань,  
ул. Красносельская, 51), e-mail: ahmed\_06\_002@yahoo.com

Проблема выработки электроэнергии (ЭЭ) в системах электропитания автономных приборов и средств автоматики на трубопроводах в непрерывном режиме, независимых устройств зарядки аккумуляторов компьютеров, датчиков JPS-навигации, экологических устройств электропитания и других стоит достаточно остро. Существуют возобновляемые источники энергии мощностью от сотни МВт (мощные) и мощность не более сотни Вт (низкомощные). Возобновляемые источники также могут быть классифицированы в зависимости от того подключены они к сети или нет. Автономные системы обычно являются низкомощными и используются в труднодоступных местах, где электричество недоступно. Для питания автономных систем обычно используют фотоэлектрические и ветровые системы как источники электроэнергии [1,2].

Ключевые слова: аккумуляторы тепла, термоэлектрического автономного источника питания, фазовый переход, термоэлектрический генератор.

Цель работы – исследование возможности использования теплоты фазовых переходов для создания термоэлектрических источников питания автономных систем.

В качестве такого термоэлектрического автономного источника питания (ТЭАИП) возможно использование прямого преобразования перепада температур в окружающей среде с помощью термоэлектрических преобразователей, основанных на эффекте Зеебека. Устройства электропитания на этом принципе способны к круглосуточной (включая и ночное время) выработке электроэнергии в том случае, если использовать экзотермический эффект фазового перехода некоторых неорганических и органических веществ. Перепады температур могут создаваться также путем нагрева теплоаккумулирующих веществ в дневное время и отдачи тепла в ночное. Устройство может найти применение в климатических зонах с резким перепадом температур в течение времени суток -в горных, пустынных местностях, на морских побережьях и др.

В качестве рабочих жидкостей могут быть применены парафины и кристалло-гидратные соли, имеющие температуру ФП в области  $0 \div 100$  °С, характеристики для которых

(температура плавления  $T_{\text{пл}}^{\circ\text{C}}$ , теплота плавления  $Q_{\text{пл}}$  (кДж/кг) и плотности  $\rho_{\text{ТВ}}$  (кг/м<sup>3</sup>) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики кристаллогидратных солей

Материал	$T_{\text{пл}}^{\circ\text{C}}$	$Q_{\text{пл}}$ (кДж/кг)	$\rho_{\text{ТВ}}$ (кг/м <sup>3</sup> )
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	29,7	170	1710
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	32,4	251	1460
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	48	210	1600
$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	58,2	260	1450
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	116	165	1570

Термоэлементы при перепаде температур  $\Delta T_{\text{ТЭ}}$  вырабатывают электрический ток, который по проводам передается в блок управления контроллера типа используемого для подзарядки аккумуляторов компьютеров Ноутбук. К емкости с рабочим веществом может быть так же прикреплен солнечный коллектор для поглощения солнечной радиации. На рис.1,2 показано в качестве примера остывание соли  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и видно, что при изменении температуры в области фазового перехода изменяется и напряжение, вырабатываемое ТЭ в результате эффекта Зеебека.

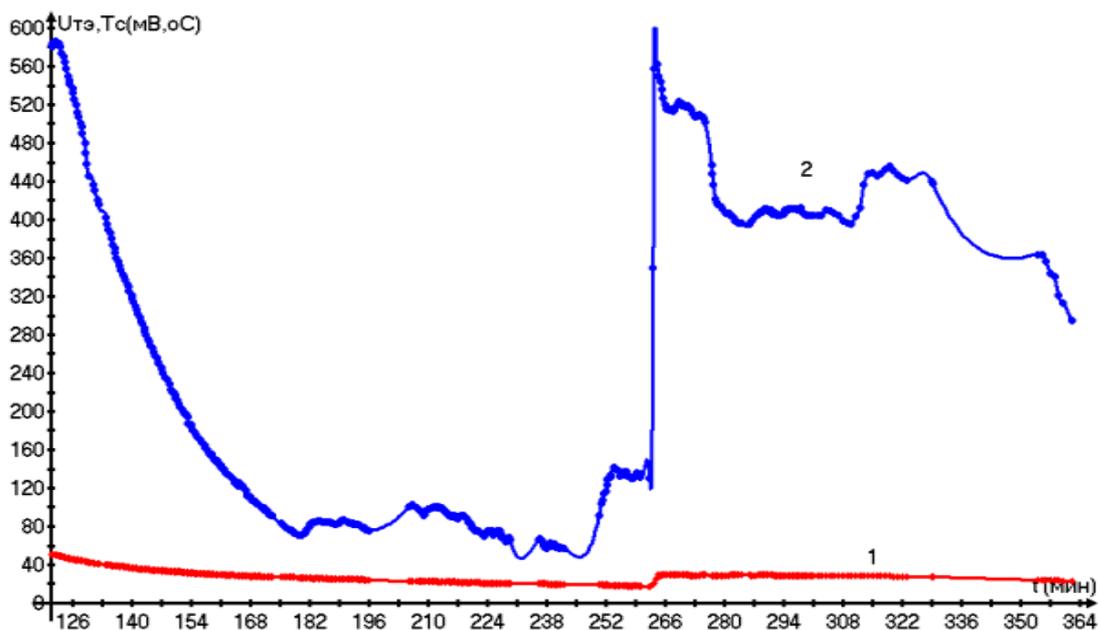


рис. 1. Зависимости от времени  $t$  (мин) остывания  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  температуры  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) (кривая 1) и термоэлектрического напряжения УТЭ (мВ) (кривая 2) на выводах термоэлемента ТЕС-127-6.

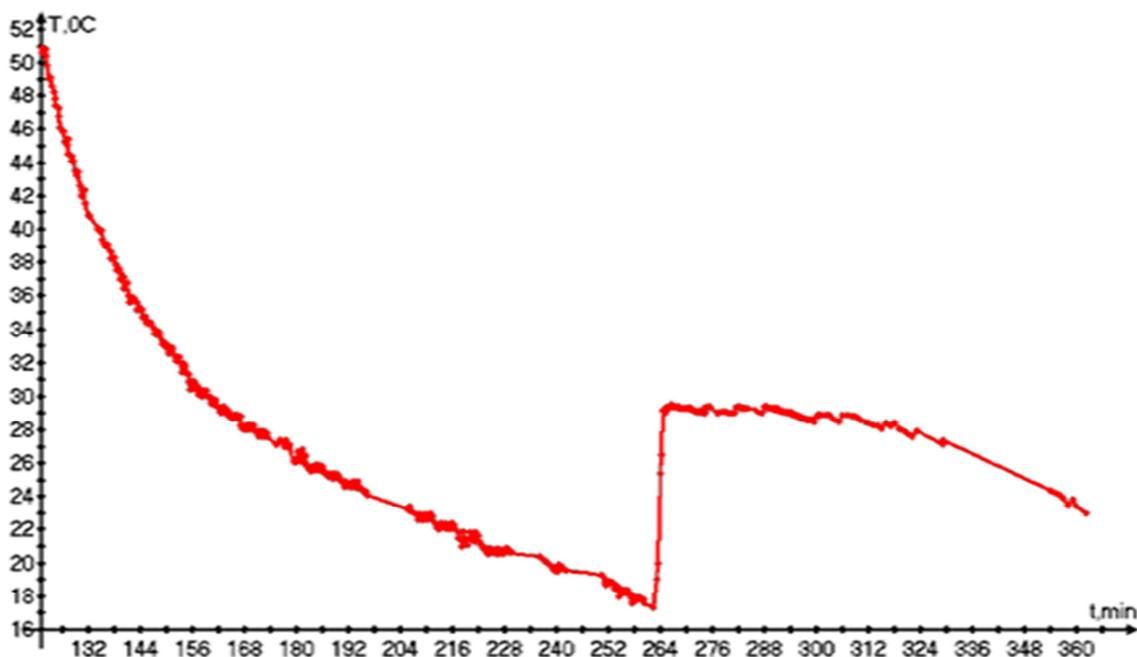


рис. 2. Зависимость от времени  $t$  (мин) остывания соли  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  температуры  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

Результаты показывают что, экзотермический эффект практически при комнатной температуре в  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  приводит к скачку напряжения на термоэлементе ТЕС-127-6 на величину в  $\Delta U \approx 400$  мВ при  $\Delta T = 12^{\circ}\text{C}$  что весьма существенно и может быть использовано для питания аккумулятора. Выделение тепла и соответственно снимаемого с ТЭ напряжения растянуто на длительный интервал по времени - 360 минут (рис. 2), что позволяет использовать аккумулятор длительное время.

Технический результат достигается в устройстве способом выработки электроэнергии использованием батареи ТЭ типа ТЕС-127-6., обеспечивающих выработку тока до 2А при перепаде температур  $60^{\circ}\text{C}$ . В устройстве по сравнению с известными термоэлектрическими устройствами с КПД до 7 %, удалось повысить КПД в 1,5-2 раза до 10-14 %, а также, что, возможно важнее, добиться круглосуточной работы ТЭАИП, т.е. увеличение времени его функционирования на 50%.

Анализ параметров и соответственно подбор компонентов рабочей жидкости для той или иной климатической зоны осуществляется анализатором протонного магнитного резонанса по патенту на изобретение № 2319138, 2006 и патенту на полезную модель № 67719, G01N24/08, 2006[3].

Электропитание обеспечивается неравномерно от термоэлектрического генератора (ТЭГ). Для получения хорошего качества выходной мощности мы используем DC / DC преобразователь (контроллер) рис.3.[4]. Система оптимизирует электроснабжения энергии эффективным способом, и обеспечить его доступность от ТЭГ.

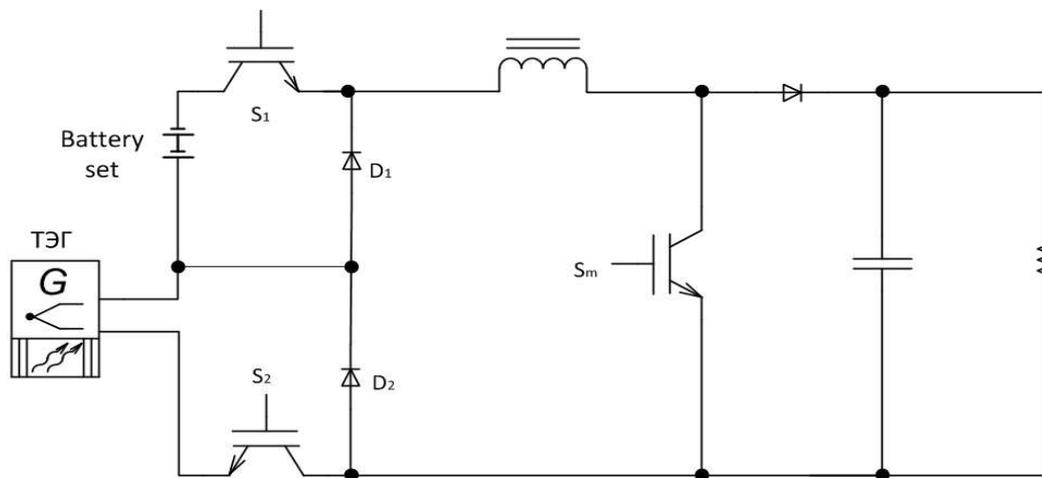


Рис. 3. DC / DC преобразователь

Преобразователь работает в различных установившихся режимах путем переключения состояний полупроводников ( $S1$ ,  $S2$  и  $S_m$ ), как описано далее:

1. Мощность поступает только из одного источника напряжения. В этом случае существуют две возможности для управления ЭЭ. Если энергия поступает только от ТЭГ (ТЭ), то вспомогательный переключатель  $S1$  выкл., а переключатель  $S2$  вкл. Когда ТЭГ не может обеспечить требуемую энергию в нагрузку, то вспомогательный выключатель  $S2$  выкл. и переключатель  $S1$  вкл., и в этом случае энергия поступает только от батареи. Транзистор  $S_m$  переходит на регулирование выходного напряжения независимо от используемого источника.

2. Мощность поступает из обоих источников напряжения. Когда ТЭГ не может обеспечить всю необходимую энергию на нагрузку, но все равно есть наличие напряжения на ТЭГ, то система может работать, потребляя энергию из обоих источников: ТЭГ и комплекта батарей. Этот режим работает, если  $S1$  и  $S2$  вкл. одновременно, или если они чередуются в разное время.

Результаты исследования показывают, что на основе фазового перехода может быть разработано термоэлектрический источник питания автономных систем, который использует прямое преобразование тепла перепада температур в ЭЭ с помощью ТЭ, основанных на эффекте Зеебека, для выработки ЭЭ в непрерывном режиме в системах электропитания автономных приборов и средств автоматики на трубопроводах, независимых устройствах

подзарядки аккумуляторов, компьютеров, датчиков JPS-навигации, датчиков и экологических устройств электропитания.

*Список литературы*

1. Самойлович А. Г. *Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии: Конспект лекций.* — М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 224 с.

2. Zalba B., Marin J.M., Cabeza F., Mehling H. *Review of thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications.*// *Applied Thermal Engineering* 23, 2003.

4. Патент РФ № 67719, G01N24/08, 2006.

3. Nimrod Vazquez, Claudia Hernandez and Esli Vazquez. *A DC/DC Converter for Clean-Energy. Applications, Clean Energy Systems and Experiences* 10, 2010.

*Сведения об авторах*

1. Кашаев Рустем Султанхамитович; кафедра Электроприводов и автоматизации, Казанский государственный энергетический университет; профессор, д.т.н., 420107 г. Казань, ул. Эсперанто д.62, кв.29, с.т.89047158012, эл.почта – kashaev2007@yandex.ru

2. Масиаб Ахмед Галиб Нассер; кафедра Электроприводов и автоматизации, Казанский государственный энергетический университет, аспирант, магистр, 420034, г. Казань, ул. Юго-Западная 2-я, д. 26, с.т. 89503139867, эл. почта – masiabah@yahoo.com