

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ В СИСТЕМАХ НАДЕЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Многие отрасли промышленности (металлургия, энергетика, производство строительных материалов и т. д.) располагают материалоемким оборудованием, имеющим высокие температуры поверхности и способным аккумулировать большой объем тепловой энергии. На рис. 1 приведены данные по температуре поверхности промышленных агрегатов [1].

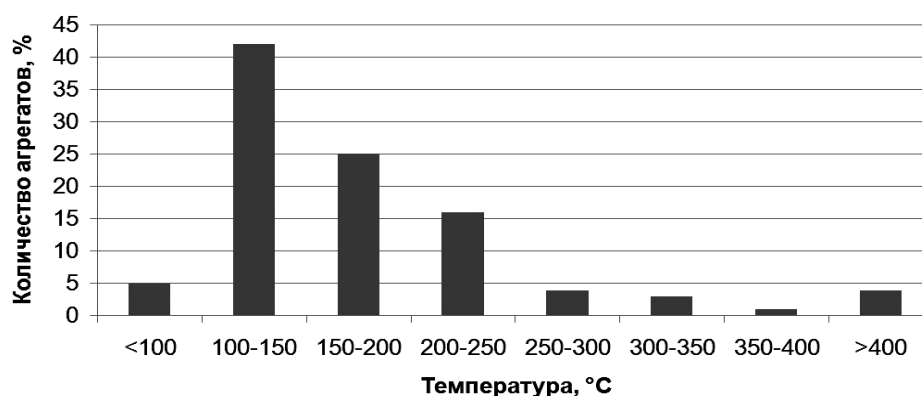


Рис. 1. Распределение температур поверхностей промышленных агрегатов

В то же время часто возникает необходимость иметь источник надежного электроснабжения для питания систем автоматики и управления, который позволит предотвратить развитие серьезной аварии при потере электроснабжения. В ряде случаев эта задача решается применением аккумуляторов или резервных источников питания (дизельные генераторы и т. д.).

Целью данной работы является анализ возможности использования термоэлектрических генераторов (ТЭГ) в качестве резервных источников надежного электроснабжения.

Как известно в электрической цепи из двух разнородных проводников появляется электродвижущая сила dE , если между их концами существует разность температур dT :

$$dE = \alpha_{1-2} \cdot dT, \quad (1)$$

где α_{1-2} – коэффициент термоэлектродвижущей силы [2].

Чтобы создать разность температур на сторонах генераторного модуля, к его горячей стороне необходимо подвести тепловой поток Q_h , а с холодной стороны отвести тепловой поток Q_c , причем их разность, по закону сохранения энергии, составит вырабатываемую электрическую мощность P :

$$P = Q_h - Q_c \quad (2)$$

Мощность, отдаваемую во внешнюю цепь, можно вычислить по следующей формуле:

$$P = \frac{E^2}{R + R_{int}} \quad (3)$$

где R – сопротивление ТЭГ;

R_n – сопротивление нагрузки.

Как правило, производители ТЭГ указывают их параметры при номинальной (максимальной) разности температур. Для использования ТЭГ совместно с промышленными агрегатами необходимо знать зависимость мощности ТЭГ от разности температур, преимущественно в диапазоне 100–200°C (что соответствует 70 % промышленных агрегатов).

Задачей исследования являлось определение зависимости вырабатываемой ТЭГ мощности от разности температур. Для исследований взят ТЭГ, входящий в состав установки для питания катодной защиты газопроводов ГТГ-150. Номинальная мощность ТЭГ составляет 25 Вт при разности температур 450°C. Внешний вид ТЭГ изображен на рис.2 [3].

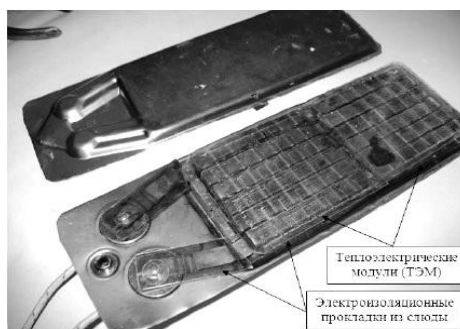


Рис. 2. Внешний вид ТЭГ

Схема установки для исследования ТЭГ изображена на рис. 3.

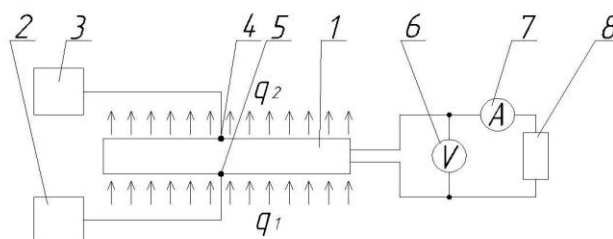


Рис. 3. Схема экспериментальной установки: 1 – ТЭГ, 2 и 3 – мультиметры, 4 и 5 термодатчики, 6 – вольтметр, 7 – амперметр, 8 – нагрузка

В качестве источника теплоты использовался промышленный фен, которым нагревалась нижняя поверхность ТЭГ. Верхняя поверхность ТЭГ охлаждалась с помощью тонкостенной емкости, наполненной льдом. Термодатчики располагались в центре соответствующих поверхностей ТЭГ. В результате исследования получены зависимости напряжения, силы тока и вырабатываемой ТЭГ мощности от разности температур между нагреваемой и охлаждаемой поверхностями ТЭГ (рис. 4–6).

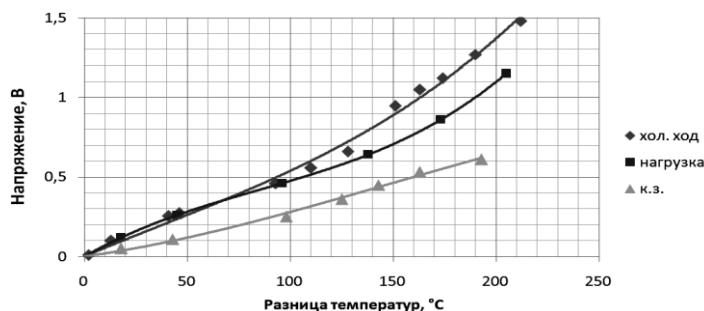


Рис. 4. Зависимость напряжения от разности температур между поверхностями

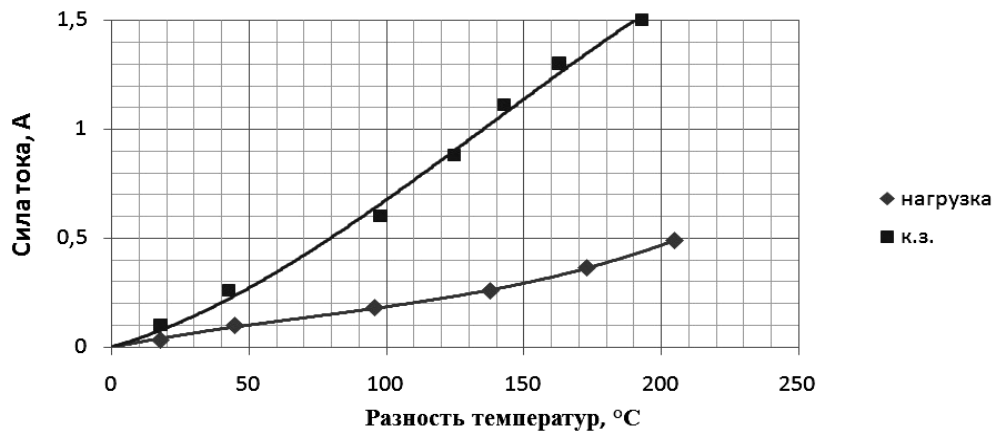


Рис. 5. Зависимость силы тока от разности температур между верхностями ТЭП

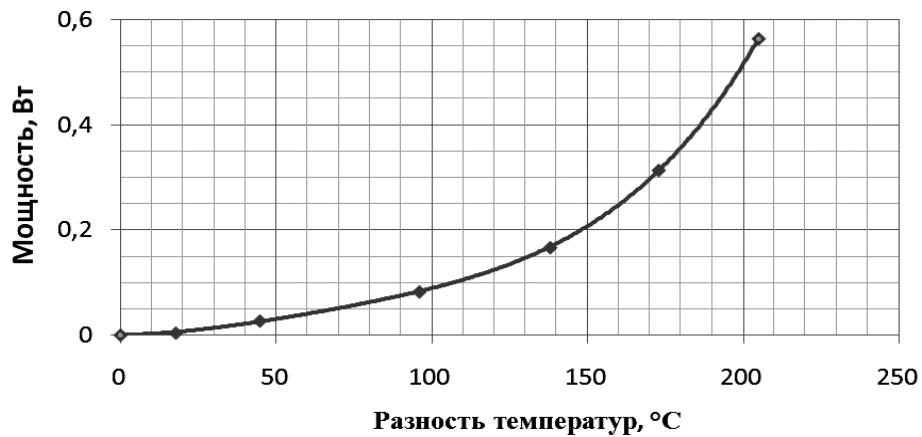


Рис. 6. Зависимость мощности ТЭП от разности температур при работе на нагрузку с сопротивлением 2 Ом

По аппроксимированным зависимостям напряжения и тока построены вольт-амперные характеристики ТЭГ (рис. 7).

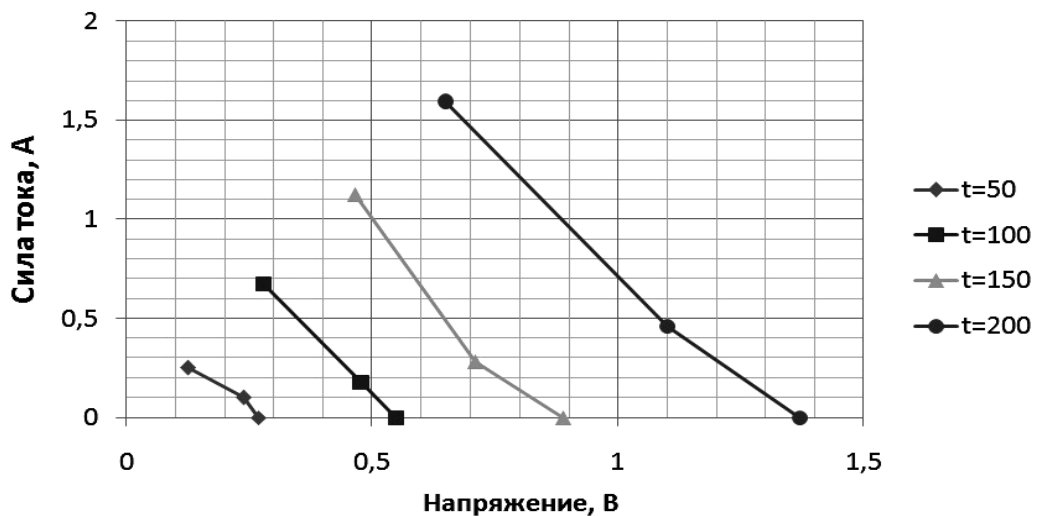


Рис. 7. Вольтамперные характеристики ТЭП при различной разности температур

Площадь исследуемого ТЭГ равнялась $0,011 \text{ м}^2$. Так как при разности температур между поверхностями ТЭП в $200 \text{ }^\circ\text{C}$ вырабатываемая мощность составила $0,5 \text{ Вт}$, то удельная мощность ТЭП при данной разности температур равняется 45 Вт/м^2 . Для оборудования, имеющего площадь нагрева 1000 м^2 , при этих условиях можно получить дополнительно 45 кВт мощности. Это позволит обеспечить энергией системы автоматики и управления в случае аварии.

Предлагается следующая принципиальная схема использования ТЭГ для надежного электроснабжения см. рис. 8. Для подвода тепла используется поверхность промышленного оборудования, а для эффективного отвода тепла применяется термосифонный теплообменник, который не требует источника энергии.

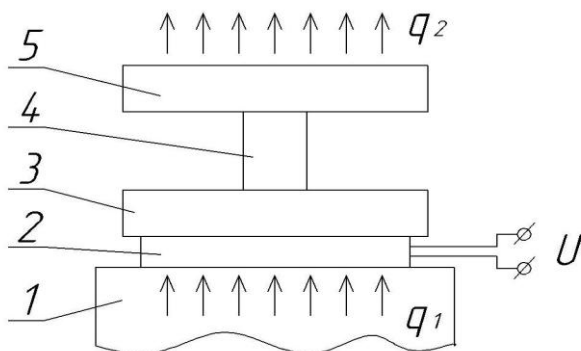


Рис. 8. Схема использования ТЭГ для надежного электроснабжения: 1 – объект с высокой температурой, 2 – ТЭГ, 3 – испаритель термосифона, 4 – транспортный участок термосифона, 5 – конденсатор термосифона

Вследствие низкой эффективности ТЭГ и больших затрат на оборудование для предложенной системы стоимость электроэнергии, вырабатываемой ТЭГ, будет выше стоимости энергии от других источников. Однако в некоторых случаях, например, при значительной стоимости ущерба от аварии или при отсутствии центрального электроснабжения использование, данной системы является целесообразным.

Целью дальнейшего исследования в этой области является повышение коэффициента полезного действия системы с использованием ТЭГ, а также анализ ее работы в комплексе с другими источниками энергии.

Список использованных источников

1. Шостаковский П. Термоэлектрические источники альтернативного электропитания // Компоненты и технологии. 2010. № 12. С.131–138.
2. Иоффе А. Ф. Полупроводниковые термоэлементы. Москва, 1956. С. 13.
3. Гладиков А. А., Щеклеин С. Е. Повышение надежности систем катодной защиты магистральных газопроводов за счет ВИЭ // Энергосбережение и повышение энергетической эффективности. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сб. материалов всероссийск. конф. (Екатеринбург, УрФУ 2012 г). С. 61–63.