

УДК.621.362

Абдуллаева Миргул Пазылбековна

научный сотрудник,

Институт природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева ЮО НАН КР

Абдуллаева Миргул Пазылбековна

илимий кызматкер,

УИАнын ТБнүн А.С. Джаманбаев ат. Жаратылыш байлыктары институту

Abdullayeva Mirgul Pazyzbekovna

researcher,

Institute of Natural Resources named after A.S. Dzhamanbaeva Southern Branch of the

National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Норбутаев Масыуд Абдурасулович

ст. преподаватель,

Ферганский политехнический институт

Норбутаев Масыуд Абдурасулович

ага окутуучу,

Фергана политехникалык институту

Norbutaev Masud Abdurasulovich

senior lecturer, Fergana Polytechnic Institute

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТОКА В ЭЛЕМЕНТАХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛА

Аннотация. В статье описан процесс моделирования влияния увеличения плотности тока на распределение тепла в ветвях альтернативного источника электроэнергии-термоэлектрических генераторов с использованием программного обеспечения Comsol Multiphysical. Поясняются составные элементы термобатареи, электрические токи, явления теплопередачи в твердых телах, термоэлектрический эффект, электромагнитный источник тепла, предельные значения термоэлектрического эффекта, температурная связь и др.

Ключевые слова. термоэлектрический генератор, Comsol Мультифизика, термопара, ρ - и n - проводимость, термоэлектричество, ток, теплопередача в твердых телах, термоэлектрический эффект.

ТЕРМОЭЛЕКТРИК ГЕНЕРАТОРЛОРДУН ЭЛЕМЕНТТЕРИНДЕГИ ТОКТУН ТЫГЫЗДЫГЫНЫН ЖОГОРУЛАШЫНЫН ЖЫЛУУЛУКТУН БӨЛҮНҮШҮНӨ ТААСИРИН МОДЕЛДЕШТИРҮҮ

Аннотация. Макалада Comsol Multiphysical программасын колдонуу менен электр энергиясынын альтернативдүү булагы – термоэлектр генераторлорунун тармактарында жылуулуктун бөлүштүрүлүшүнө токтун тыгыздыгын жогорулатуунун таасирин моделдөө процесси сүрөттөлөт. Термопилдин компоненттери, электр тогу, катуу заттардагы жылуулук өткөрүмдүүлүк кубулуштары, термоэлектрдик эффект, электромагниттик жылуулук булагы, термоэлектрдик эффекттин чектүү маанилери, температуралык байланыш ж.б.

Негизги сөздөр: термоэлектрдик генератор, Comsol Multiphysics, термопар, ρ - жана n - өткөргүчтүк, термоэлектрдик, ток, катуу заттардагы жылуулук өткөрүмдүүлүк, термоэлектрдик эффект.

Введение

Одним из основных направлений усилий, в сфере энергетики, в настоящее время считается обеспечение беспорной энергетической безопасности. Одной из современных проблем обеспечения энергетической безопасности является использование устройств, ее производящих, и их совершенствование. Необходимо, чтобы устройство было безопасным, не оказывало вредного воздействия на окружающую среду и могло обеспечить возможность максимально использовать альтернативные источники энергии.

Термоэлектрические генераторы, как альтернативный источник электрической энергии, образуют электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных термопар, каждая из которых состоит из двух ветвей, выполненных из термоэлектрических материалов с р- и n-проводимостью. Термопары являются основными элементами термоэлектрических генераторов, обеспечивающими правильное преобразование тепловой энергии (вторичных тепловых выбросов промышленности, двигателей внутреннего сгорания тепловых двигателей, газовых турбин и т. д.) в электрическую энергию. Такой процесс осуществляется на основе эффекта Зеебека. ТЭГ служат дополнительным источником электроэнергии, которую можно передавать как для внутренних нужд, так и во внешнюю энергосистему [7-8]. ТЭГ также используются для питания устройств связи, автоматики и телемеханики, защиты от коррозии нефте- и газопроводов, расположенных в географических районах со сложными и суровыми климатическими условиями и труднодоступных для человека.

Постановка задачи

В процессе подготовки и получения термопарейных ответвлений с высокой эффективностью, в процессе

определения их показателей, требуется большой кропотливый труд и инвестиции, лабораторное оборудование. Кроме того, расчет термоэлектрических генераторов связан с рядом сложностей. Величина выходной мощности ограничена материалом ТЭГ и его электрофизическими параметрами, вплоть до его геометрических размеров, а также соотношением электрических и тепловых параметров. Несмотря на современное развитие термоэлектрической энергетики, в существующей научной литературе очень мало работ по описанию тепловых процессов, происходящих во всем объеме ТЭГ. Термоэлектрические генераторы используются как одно из перспективных устройств для автономного энергообеспечения систем мониторинга объектов (рис. 1), медицинского оборудования и т. д. [1, 2].

Методика моделирования

Процесс моделирования можно использовать как решение упомянутых выше проблем, то есть как решение проблем, возникающих в процессе изготовления термопарей. Путем моделирования мы можем заранее довести параметры термопарей до оптимального варианта [4-5]. Это, в свою очередь, является эффективным решением с экономической точки зрения, а также предотвращает несколько повторений. Подобные задачи были показаны и решены в работе [3], на основе которой была рассчитана и смоделирована задача оптимизации параметров в зависимости от условий или целей применения ТЭГ. Но данная модель не дает возможности определить, какие значения температур на горячем и холодном концах должны быть в процессе проектирования ТЭГ.

На сегодняшний день существует ряд программных пакетов, предназначенных для выполнения работ по моделированию, и мы проводили свою

работу с использованием программного инструмента COMSOL Multiphysics [9-10]. Данная программа имеет множество преимуществ перед другими программными продуктами, одним из которых является возможность ввода

термогенератора как постоянного, так и переменного значения при вводе его геометрических размеров (рис. 2). Это дает возможность изменять и корректировать происходящие там процессы путем изменения геометрических размеров термогенератора.

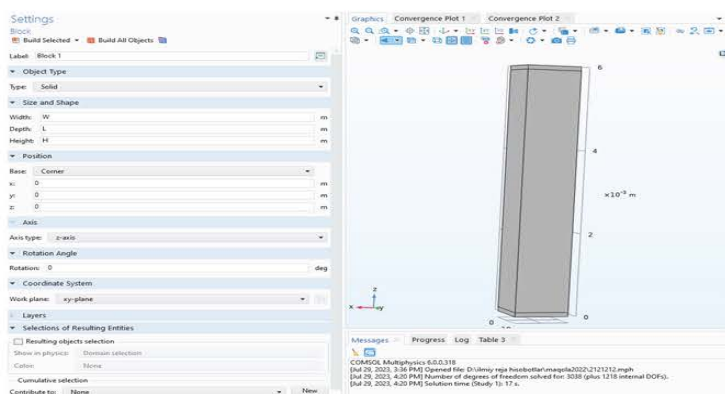


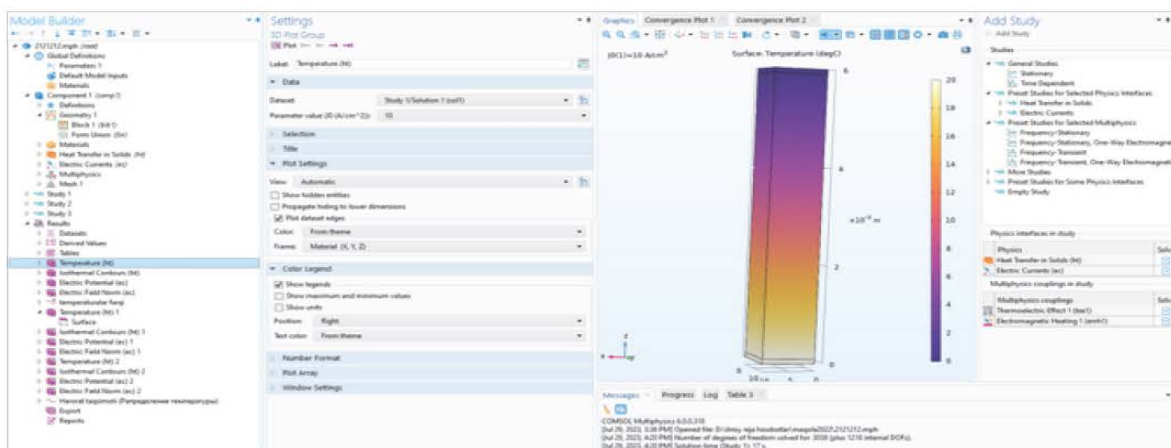
Рис 1. Ввод геометрических размеров термогенератора с помощью программного обеспечения COMSOL Multiphysics

В нашем исследовании, мы взяли форму термогенератора в виде кубической формы. Затем определили его геометрические размеры переменными W (ширина основания), L (длина основания), H (высота элемента) и изначально задали их значения до 1 мм, 1 мм и 6 мм соответственно. Переменной J_0 задаем плотность тока, а переменной T_0 – базовую температуру в виде 20 0 С.

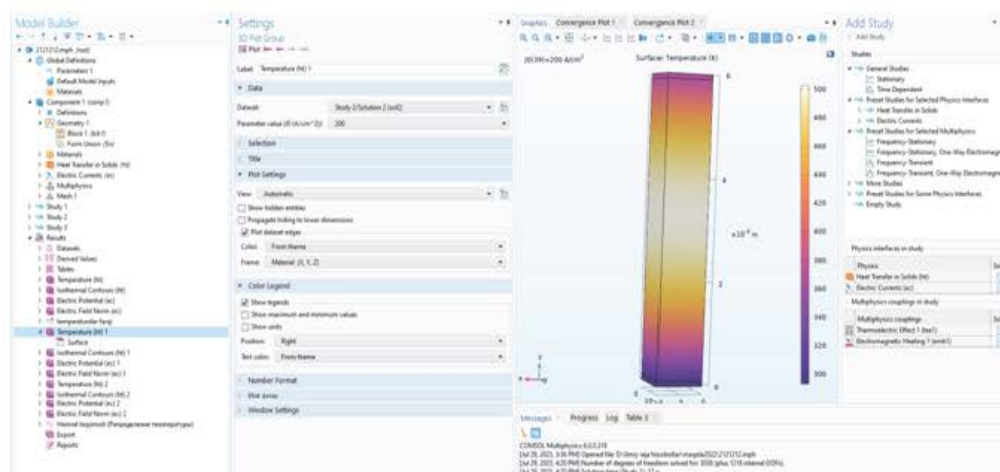
Затем, используя возможности программы, были выбраны составляющие материалы термогенератора, материалы контактного покрытия

[6]. Кроме того, мы сделали такие настройки, как электрические токи, явление теплопередачи в твердых телах, термоэлектрический эффект, электромагнитный источник тепла, предельные значения термоэлектрического эффекта, температурная связь, элементы термобатарейки.

В процессе моделирования, изменяя расчетную плотность тока, которая является важным параметром для ТБ, мы получим возможность проанализировать изменения, происходящие внутри термопары, распределения тепла (рис. 2а, 2б).



а)



б)

Рис.2. Изменить плотность тока. а) Плотность тока 10 А/см²,
б) Плотность тока 200 А/см²

Из рисунков 2а и 2б, приведенных выше, видно, что увеличение плотности тока влияет на распределение тепла в термопарах. То есть с увеличением плотности тока увеличивается и температура термопар.

Заключение

В заключение можно отметить, что процессы моделирования сегодня играют важную роль в предварительной оценке экономической и технической целесообразности термоэлектрических преобразователей световой и тепловой энергии в электрическую. В базе данных

существует множество программных инструментов для моделирования в разных направлениях. Мы использовали программный инструмент COMSOL Multiphysical для анализа различных параметров термопар и смогли проанализировать вопросы согласования рабочих токов с значениями оптимальных токов, влияние степени рассогласования на значения коэффициента полезного действия источника тока. Данный метод позволяет определить оптимальные размеры ветвей, и следовательно габариты автономного источника питания.

Список использованной литературы:

- [1]. Ahiska R., Mamur H. A review: Thermoelectric generators in renewable energy // Internat. J. of Renewable Energy Research. 2014. Vol. 4. No. 1.
- [2]. Volvenko S., Ge Dong, Zavjalov S., Gruzdev A., Rashich A., Svechnikov E. Experimental wireless ultra wideband sensor network for data collection // Progress in Electromagnetics Research Symp. Spring. 2017.
- [3]. Mixaylovskiy V.Ya., Strutinskaya L.T., Chaykovskaya Ye.V. Modelirovaniye termoelektricheskoy sistemy generirovaniya teplovo y elektricheskoy energii // Tekhnologiya i konstruirovaniya v elektronnoy apparature. -2005. -№4. -S.27-30.
- [4]. Bitshi A. Modeling of thermoelectric devices for electric power generation: dissertation submitted to the Swiss Federal Institute of Technology Zurich, 2009, 144 c.
- [5]. Cobble M.H. Calculations of Generator Performance // CRC Handbook of thermoelectric. -1995-Chapter 39.
- [6]. Alekseyev V.F., Piskun G.A., Kalinovskiy D.V., & Ivliyev I.A. (2018). Modelirovaniye Djouleva nagreva v srede comsol Multiphysics. Доклады Белорусского государственного

universiteta informatiki i radioelektroniki, (7 (117)), 90-95.

[7]. Kasimaxunova, A. M., Norbutaev, M., & Baratova, M. (2021). Thermoelectric generator for rural conditions. *Scientific progress*, 2(6), 302-308.

[8]. Abdurasulovich, N. M. (2022). O 'zbekistonda termoelektrik generatorlardan foydalanish istiqbollari. *so 'ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi*, 5(1), 269-273.

[9]. Kasimakhunova, A. M., Zokirov, S. I., & Norbutaev, M. A. (2019). Development and Study of a New Model of Photothermogenerator of a Selective Radiation with a Removable Slit. *Development*, 6(4).

[10]. Mamadaliyeva, L., Zokirov, S., Kasimakhunova, A., Olimov, S., & Norbutayev, M. A. (2020). New Design of the Selective Photothermogenerator with a Fixed Slit. *Physics and Mathematics*, 9, 1-7.