

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор”

Област на висше образование: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика;

Докторска програма: Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника

Автор: маг. инж. Калоян Иванов Иванов

Заглавие на дисертацията: „Разработване, изследване и приложение на термоелектрически генератори на основата на елементи на Пелтие”

Рецензент: акад. Чавдар Руменин – Институт по роботика при БАН

1. Обща феноменология

Дисертационният труд съдържа: уводна част; пет глави; заключение с научно-приложни приноси; литература в обем от 231 заглавия, от които 33 на кирилица и 198 на латиница; списък с 6 публикации на автора, докладвани на международни конференции и реферирани в Scopus, като една статия е самостоятелна, а останалите са основно в съавторство с научните ръководители на докторанта. Дисертацията е изложена в обем от 146 страници, в които са включени 91 фигури и графики, и 20 таблици. Налични са също 20 приложения, представени на 66 страници. Докторантът е представил и справка за две цитирания.

2. Тема и актуалност на дисертационния труд

Темата на дисертационния труд е актуална и е свързана с термоелектрично преобразуване на енергията като метод за директна трансформация на температурна разлика в електронен сигнал. Уникалните свойства на термоелектричните генератори (отсъствие на движещи се части, възможност за използване на нискоградиентна топлинна енергия, пълна екологична чистота, безшумно функциониране, удобство при управлението и

т.н.) определят предимствата им като автономни източници на електрична енергия. Такива системи се използват успешно в транспортната техника, медицината, бита, космическите изследвания и т.н.

В голямата си част резултатите от разнородната човешка дейност са свързани с отделяне на известно количество топлинна енергия в околната среда. В повечето случаи тази топлина не се оползотворява, а това е важен фактор за повишаване на енергийната ефективност на различните системи. Пропускането на възможността за целесъобразно използване на тази енергийна компонента, освен до материални загуби, води и до негативни климатични промени. Трайно решение за трансформацията на отделената топлина в електричество е използването на термоелектрични преобразуватели.

Втори стълб, в който намират приложение термоелектричните преобразуватели е производството на хладилна мощност, т.е. преобразуване, при което електричната енергия се превръща в температурна разлика (добре известният механизъм на Пелтие). На негова основа се осъществява охлаждане или нагряване на повърхността на термоелемента в зависимост от посоката на протичащия постоянен ток. Интересът към термоелектричното охлаждане е свързан и с екологията, произтичаща от използването на традиционните методи за хладопроизводство, разрушаващи озоновия слой и генериращи опасния парников ефект. И при тези устройства отсъстват триещи се и износващи се части, което води до безшумно функциониране, характеризиращо се с отсъствие на каквито и да са вибрации и с възможност за стабилно и продължително действие. Това гарантира висока надеждност; много бързо и скоростно охлаждане на работната повърхност на термоелемента; висока точност при регулиране на температурата чрез изменение на стойността на електричното захранване и др.

На основата на представените аргументи, не възразявам с формулираните от автора *цел и задачи на дисертационния труд*, свързани с комплексното изследване на основните параметри и характеристики на термоелектричните генератори, с търсене на възможности за тяхното оптимизиране, както и с разработване на високоефективни термогенераторни системи за конкретни приложения в бита и промишлеността. Ще си позволя да отбележа, че въпреки очевидните предимства на този енергиен канал, цивилните практически приложения са твърде оскъдни.

Отделните глави са логически добре дефинирани, съдържат задълбочен анализ на разглежданите въпроси и са ясно подкрепени с литературни източници. Не съм констатирал принципни грешки или непознаване на използвания теоретичен апарат в същностната част на материала, както и експериментални методични грешки.

3. Обхват на изследването

В настоящия дисертационен труд е представен математически модел на термичната и електричната верига на термогенераторна система. Разработен е универсален многоцелеви стенд за създаване на температурна разлика, позволяващ изследване на параметрите на различни видове термоелектрични модули в широк температурен обхват. Синтезиран и изследван е термоелектричен генератор за отпадна промишлена, геотермална и битова топлинна енергия. Интегрирана е термоелектрична батерия в превозно средство, оползотворяваща отпадната топлинна мощност, отделената при работа на двигатели с вътрешно горене. Разработени, изследвани и верифицирани са и маломощни термоелектрични захранвания за преносими устройства. Термоелектричните модули са моделирани чрез аналитични и теоретико-експериментални методи и с невронни мрежи.

4. Приноси на дисертационния труд

Дисертационният труд съдържа множество научно-приложни и приложни приноса, които бих обобщил, както следва:

1. На основата на едностъпални и каскадни модули на Пелтие са синтезирани и изследвани термоелектрични генератори. За тези специфични изследвания е проектиран и конструиран лабораторен стенд.
2. Разработен и изследван е модел на термоелектричен генератор, оползотворяващ отпадна топлинна енергия, конвертирайки температурната разлика между два флуида в термоелектродвижещо напрежение. Реализирана е оригинална идея за термоелектричен генератор, разположен в автомобил и свързан към охладителната и горивната му система.
3. Разработен е прототип на маломощно токозахранващо устройство, съдържащо два високотемпературни модула (на Зеебек), който може автономно да зарежда батерии на мобилни устройства или да захранва светодиодно осветление в продължение на няколко часа.
4. Проектиран и реализиран е прототип на термоелектричен часовник, захранван единствено от топлината на човешкото тяло. Конструкцията му позволява преобразуване на температурните разлики между човешкото тяло и температурата на околния въздух в електродвижещо напрежение. За мен това е най-иновативното решение, съдържащо се в дисертацията.

5. По метода на регресионния анализ е построен теоретико-експериментален модел на термоелектрична генераторна система от три модула, въз основа на който чрез прилагане на ANOVA е анализирано въздействието на температурната разлика, товарното съпротивление и площта (броя на термодвойките) на модулите върху изходните характеристики. Чрез изкуствена невронна мрежа са моделирани изходните характеристики на термоелектричен каскаден модул на Пелтие в генераторен режим.

5. Публикации, цитирания и други

Резултатите от работата на инж. К. Иванов се съдържат в 6 материала. Всички те, преди да бъдат публикувани в Scopus-издания, са представени на научната колегия на международни научни конференции у нас.

Убеден съм, че всички изследвания и научно-приложни приноси, за които се претендира, са лично дело на инж. К. Иванов, подпомаган от научните му ръководители, което е напълно закономерно за един докторант.

Декларирам, че нямам съвместни трудове с инж. К. Иванов или финансови взаимоотношения за евентуален конфликт на интереси или търговия с влияние.

6. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е изцяло върху дисертационния труд като отсъстват внушения или данни, които да не са третирани или обсъждани в дисертацията. Приносите и заключенията в автореферата са едни и същи с тези от основния материал. Авторската справка е коректно изготвена.

7. Препоръки и забележки по дисертационния труд

Считам, че част от техническите решения, съдържащи се в дисертацията, биха могли да се представят като заявка за патенти за изобретения. Те наистина в своите нюанси са на ниво абсолютна световна новост. Конкретиката по това предложение съм дискутирал както с докторанта, така и с неговите ръководители. Приносите в дисертацията са твърде много – 10. По същество те могат да бъдат обобщени до 5 или 6. Освен това забелязах досадни повторения, граматични грешки и т.н., които не омаловажават резултатите, приносите както и професионалното повествование.

8. Крайно заключение

Настоящият дисертационен труд представлява комплексно завършено изследване върху термоелектрични генератори на основата на елементи на

Пелтие, като с помощта на реализираните задачи е изпълнена поставената основна цел.

Материалът отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Р. България (ЗРАСРБ), на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет - Габрово. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа на Почитаемото Жури да присъди образователната и научна степен „*Доктор*” на *маг. инж. Калоян Иванов Иванов* в област на висше образование: **5. Технически науки; професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика; докторска програма: Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника.**

София
16 март, 2021 г.

Рецензент: /п/
/акад. Чавдар Руменин/