

РЕЦЕНЗИЯ

**върху дисертационен труд за придобиване на образователна и
научна степен „доктор”**

**по професионално направление 5.2.Електротехника, електроника и автоматика,
докторска програма: „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната
техника”**

Автор на дисертационния труд: маг. инж. КАЛОЯН ИВАНОВ ИВАНОВ

**Тема на дисертационния труд: РАЗРАБОТВАНЕ, ИЗСЛЕДВАНЕ И ПРИЛОЖЕНИЕ НА
ТЕРМОЕЛЕКТРИЧЕСКИ ГЕНЕРАТОРИ НА ОСНОВАТА НА ЕЛЕМЕНТИ НА ПЕЛТИЕ**

**Рецензент: проф. д-р инж. Иван Борисов Евстатиев, Русенски университет „Ангел
Кънчев” – гр. Русе**

1. ОБЩО ОПИСАНИЕ НА ПРЕДСТАВЕНИТЕ МАТЕРИАЛИ

Предоставен е на файл дисертационен труд на **146** стр., разположен в **5** глави, включващ също, виждане на автора за научно-приложни приноси, списък с публикации по дисертационния труд, списък на цитирания и литературна справка. Представени са също **20** приложения на **66** страници.

Представеният списък на публикации по дисертационния труд, съдържа **6** заглавия, в които дисертантът в **1** публикация е самостоятелен автор, в **4** е на първо място и в **1** на 3-то място.

Списъкът на анализиранияте литературни източници, съдържа **231** публикации. От тях **33** са на кирилица, останалите на английски, **11** са с посочен имейл адрес.

**Считам, че предоставените материали по дисертационния труд отговарят на
общо приетите изисквания**

2. ТЕМА И АКТУАЛНОСТ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Тематиката на дисертационния труд е свързана с възможността за производство на електроенергия, като се използва температурна разлика на отпадна топлина, чрез термоелектрически преобразуватели, базирани на ефекта на Зеебек. За отбелязване е факта, че почти всяко промишлено производство, двигателите с вътрешно горене, електродвигателите, електрогенераторите и т.н. генерират отпадна топлинна енергия. Тя се явява от една страна топлинен замърсител на околната среда, от друга страна тази енергия е загуба за производствения процес и намалява неговото КПД. Оползотворяването на тази енергия е важно за промишлеността.

Освен това термоелектрическите преобразуватели на енергия имат и някои други характерни предимства, каквито са:

- висока надеждност и компактност;
- дълъг експлоатационен срок (обикновено над 20 години);
- екологичност и много по-ниска химическа активност за разлика от акумулаторните батерии;
- подходящи за отдалечени приложения на места, където липсва електричество;
- независимост на параметрите на термоелектрическите модули от позицията и ориентацията им в пространството;
- липса на необходимост от периодично техническо обслужване;
- способни са да работят при високи температури.

Целта и задачите на дисертационния труд са свързани с комплексното и детайлно изследване на параметрите и характеристиките на термоелектрическите генератори и с търсене на възможности за тяхното оптимизиране чрез моделиране и симулации, разработка на високоефективни термоелектрически системи за производство на електроенергия от различни източници на топлина и адаптирането им към конкретни приложения за бита и промишлеността.

От поставената цел, решавана в основните задачи по дисертационния труд, убедително може да се твърди, че темата и целта на дисертационния труд са изключително актуални.

2. СТЕПЕН НА ПОЗНАВАНЕ СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА И ТВОРЧЕСКА ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА ЛИТЕРАТУРНИЯ МАТЕРИАЛ

За постигането на целта дисертантът е поставил **8** задачи, последователно решавани в отделните глави на дисертацията.

Извършеното литературно проучване (глава 1) и направения анализ в него показват едно отлично познаване на тематиката. Литературните заглавия са **231** и съответстват на темата.

В резултат на анализа на литературните източници е фиксирана целта на дисертационния труд и са поставени задачите за постигането на тази цел.

В заключение може да се каже, че докторанта познава много добре състоянието на проблема и творчески е интерпретирал информацията от анализа на литературните източници.

3. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Методиката на изследването има следната последователност – анализ на състоянието на проблема, изследване на съществуващи технически решения, разработване и изследване на нови конструктивни решения, моделиране на процеса.

Смятам, че избраната методика на изследване съответства на поставената цел и задачи на дисертационния труд.

4.КРАТКА АНАЛИТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Представеният труд е в обем от **146** страници. Основният материал съдържа пет глави, приносите на дисертационния труд, публикациите по труда (**6** на брой, публикувани в научни конференции), литературна справка и **20** приложения на **66** стр. Литературната справка се състои от **231** източника. Дисертацията съдържа **91** фигури, **20** таблици и **76** формули.

В **първа глава** дисертантът е разгледал и анализирал актуалното състояние на термоелектрическите преобразуватели на енергия. Анализирани са ефектите на Зеебек, Пелтие, Томпсън, Еттингсхаузен, Нернст и Риги – Людек.

Изследвани са видове конструкции, принципи на действие, режими на работа, еквивалентни електрически схеми на термоелектрични преобразуватели.

Извършена е приблизителна количествена оценка на отпадната промишлена топлинна енергия за някои индустриални сектори. Разгледани са перспективи за развитие на термогенераторни системи.

Главата завършва с формиране на цел и задачи на дисертационния труд.

Втора глава е озаглавена „Експериментални изследвания на термоелектрически преобразуватели в генераторен режим“.

Изследван е термоелектрогенераторен модул на Зеебек, на Пелтие, и многостъпален (каскаден) термоелектрически модул на Пелтие. За целта е създаден стенд. Получени са семейство криви. Изследвана е връзката между ΔT и термо-е.д.н. Изследван е също каскаден термоелектрически модул.

Главата завършва с анализ и изводи.

Трета глава е озаглавена „Конструиране и изследване на термоелектрически генератори за оползотворяване на отпадна топлинна енергия“.

В главата е създаден и изследван флуиден термоелектрически генератор, използващ отпадна топлина. Конструиран и изследван е също автомобилен термоелектрически генератор за оползотворяване на отпадна топлинна енергия от ДВГ. Разработено е маломощно портативно токозахранващо устройство на базата на елементи на Зеебек. Създаден е DC/DC преобразувател. Разработен е също концептуален прототип на соларен термоелектрически генератор с френелова леща.

Главата завършва с анализ и изводи.

Четвърта глава е „Приложение на термоелектрическите генератори за извличане на електрическа енергия от топлината на човешкото тяло“.

Анализирана е възможността за приложение в практиката на хранващи източници за медицинска и друга апаратура, чрез използване енергийния потенциал на метаболизма на човешкото тяло. Предложени са технически решения.

Пета глава е озаглавена „Моделиране на термоелектрически модули в режим на генерация на електродвижещо напрежение“.

Създаден е калкулатор за изчисляване на базата на MS Excel, с помощта на който може да се изчисли оптимумът на качествения фактор zT в зависимост от свойствата на термоелектрическите материали, които зависят от температурата.

Разработен е също калкулатор за изчисляване на основните характеристики на термоелектрически модул в режим на генерация.

Извършена е верификация на създадените модели за симулация.

Разработен е също теоретико – експериментален модел на термоелектрическа генераторна система по метода на регресионния анализ.

Извършено е моделиране на електрическите параметри на каскаден термоелектрически модул на Пелтие чрез невронна мрежа.

Представеният материал в дисертационния труд отговаря напълно на темата „Разработване, изследване и приложение на термоелектрически генератори на основата на елементи на Пелтие“.

Считам, че материала също отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Р. България и Правилника към него, както и на Правилника на Технически университет-Габрово за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

5. ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Приносителите в настоящия дисертационен труд имат научно-приложен и приложен характер.

Научно-приложни приноси

1. По метода на регресионния анализ е построен теоретико-експериментален модел на термоелектрическа генераторна система от три модула, въз основа на който е анализирано влиянието на температурната разлика, товарното съпротивление и площта (броя на термодвойките) на модулите върху изходните характеристики. Определени са оптималните стойности на параметрите на синтезирания термоелектрически генератор, при които се получава максимална стойност на генерираното електродвижещо напрежение.

2. С помощта на изкуствена невронна мрежа са моделирани изходните параметри на термоелектрически каскаден модул на Пелтие, работещ в генераторен режим.

Тези приноси имат характера на обогатяване на съществуващите знания.

Приложни приноси

Към приложните приноси могат да се отнесат:

1. Конструиран е лабораторен стенд за изследване на термоелектрически модули в генераторен режим.

2. Изследвани са едностъпални и каскадни термоелектрически модули при различни режими на работа. Построени са преобразователните и товарните им характеристики.

3. На базата на Пелтие модули е разработен и изследван модел на термоелектрически генератор, оползотворяващ отпадна топлина от промишлени и естествени източници.

4. Разработена е конструкция на термоелектрически генератор, куплиран в автомобил и свързан към охладителната и горивната му система.

5. Създадено е маломощно токозахранващо устройство на базата на два Зеебек модула, захранвано от топлината на пламък.

6. Представена е идеята за приложение на термоелектрическите елементи в соларни системи, като е разработен прототип на термоелектрическа соларна система с френелова леща.

7. Реализиран е прототип на термоелектрически часовник, захранван чрез топлината на човешкото тяло.

8. Създаден е специализиран табличен калкулатор на базата на MS Excel, изчисляващ основните изходни характеристики на генераторен модул при зададена температурна разлика, брой термодвойки и коефициент на Зеебек.

Приложните приноси са свързани с решаване на даден проблем чрез съвременни технически средства.

6. АВТОРСТВО НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Според дадения материал и направените по него публикации, считам, че приносите в настоящия труд са лично дело на дисертанта, под ръководството на неговите ръководители проф. д-р инж. Анатолий Трифонов Александров и доц. д-р инж. Ивайло Райчев Беловски.

7. ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Публикациите по дисертационния труд са **6** на брой, публикувани в научни конференции **всички индексирани в Scopus**.

Известни са **2** цитирания в Scopus.

Една от публикациите е самостоятелна, а останалите са в съавторство, с ръководителите и други автори.

Приемам, че публикациите отразяват основните части на разработката.

8.ИЗПОЛЗВАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД В ПРАКТИКАТА

Изследванията в дисертационния труд и получените резултати могат да се ползват при разработка на електрически генератори, чрез използване на отпадна или друг вид топлинна енергия, създаваща температурен градиент.

9.АВТОРЕФЕРАТ

Съдържанието на автореферата съответства на съдържанието на дисертационния труд. Означенията на фигурите и формулите в автореферата съвпадат с тези от дисертацията.

Оценката ми за автореферата е, че той отговаря на общо приетите изисквания и отразява вярно съдържанието и приносите на дисертационния труд.

10.МНЕНИЯ, ПРЕПОРЪКИ, ЗАБЕЛЕЖКИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Към работата методични забележки нямам.

Препоръка към автора е да се подготвят заявки за патенти или полезни модели и да се работи върху внедряването на разработките в практиката.

11.ЛИЧНИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ

Познавам докторанта от научни конференции. Беседвал съм с него относно публикации и технически решения свързани с неговия дисертационен труд. Смятам, че маг. инж. Калоян Иванов е талантлив инженер с вкус към новото и прилагането на интересни технически решения в практиката.

12.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на Процедурните правила на Технически университет-Габрово. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен **„Доктор”** от **маг. инж. Калоян Иванов Иванов** в професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, докторска програма „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника”.

15.03.2021 г.

Подпис: /п/

/проф. д-р инж. И. Евстатиев/