

РЕЦЕНЗИЯ

относно защита на дисертационен труд на тема “Оценяване на смесени уредби с алтернативни източници на енергия” за придобиване на научна степен “доктор на науките” по специалност, „Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология“ Професионално направление 4.2. Химически науки с кандидат Александър Георгиев Георгиев проф. д-р инж.

Рецензент: Георги Иванов Вълчев проф. д-р инж.

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси и научната дейност на дисертанта.

Проф. д-р инж. Александър Георгиев Георгиев е роден на 22.03.1958 г. в гр. Добрич. Завършил е висше образование с ОКС „магистър“ по специалност „Топлоенергетика и ядрена енергетика“ в ТУ-София през 1981 г. и придобива степен „машинен инженер“. През 1988 г. защитава ОНС „доктор“ по научна специалност „Енергопреобразуващи технологии и системи“, шифър 02.06.07. От декември 1988 г. е назначен след спечелване конкурс за „ст. асистент“ към кат. „Механика“, ТУ-София, филиал Пловдив с предмет на преподавателска и изследователска дейност, а от 1990 г. е повишен в „гл. асистент“. От юли 2000 г. е избран за доцент по сп. „Енергопреобразуващи технологии и системи“ към кат. „Механика“ ТУ-София, филиал Пловдив. От 02.2011- 02.2013 г. е „доцент“ и „професор“ по „Енергопреобразуващи технологии и системи“ в Европейски политехнически университет, гр. Перник. От 11.2011-02.2013 г. е ръководител катедра „Зелена Енергетика“ и на бакалавърска специалност „Зелена Енергетика“.

Научните интереси на кандидата са определени от участието му в различни курсове и специализации по проекти във водещи университети по специалността в чужбина. През 1992-1993 г. е специализант в областта на възобновяемите източници на енергия в Институт по енергийни технологии, Университет в гр. Зиген, Германия, през 1994 г. е на специализация в областта на термодинамика и топлопренасяне по проект Joint European TEMPUS Project в Нотингам, Англия. От 10.2001 г. до 09. 2003 г. специализира в областта на възобновяемите източници на енергия в Технически Университет Федерико Санта Мария, Валпарайсо, Чили, през юни 2005 г. е на обмен в преподавателско-научна област в Политехнически университет Валенсия в Испания и през месец октомври същата година специализация в областта на възобновяемите източници на

енергия като участник в проект Еразъм в института по Метрология и климатология в Университета Хановер, Германия. През декември 2006 г. специализира в Катедра по приложна физика, Политехнически университет Валенсия, Испания, а през месец октомври 2007 г. в Геотермален център, Университет Гьотинген, Германия специализация в областта на възобновяемите източници на енергия като участник в проект Еразъм. За периода от 2005-2018 г. е научен ръководител на 9 бр. научно-изследователски проекта, като един от тях е международен, а за периода 2002-2011 г. е участвал в 10 бр. международни научни проекта.

2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.

Тематиката за използването на възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) става изключително приоритетна за Европейския съюз (ЕС) от 2001 г.. Въведоха се Директиви за страните-членки на ЕС за двойно увеличаване производството на енергия от ВЕИ през следващите десет години. От 2011 г. се въведоха квоти до 2020 г. за различните страни за производство на тази енергия. Тенденцията е през 2050 г. около 60% от енергията, произвеждана в ЕС да бъде от ВЕИ. Темата на дисертационият труд е актуална тъй като отговаря на изискванията на съвременната законодателна база у нас. В изпълнение на Стратегията „Европа 2020“ в Р България са приети Закон за енергетиката, Закон за енергийната ефективност, Закон за възобновяеми енергийни източници и Наредби към тях, които са в съответствие с Директивите на ЕС. Въвеждането на възобновяеми енергийни източници ще намали вредните емисии отвеждани в околната среда при изгарянето на конвенционални горива, което ще спомогне за предотвратяване изменението на климата на нашата планета. За постигане на устойчиво енергийно бъдеще са необходими разработването и реализирането на конкретни мерки за енергоспестяване съобразени с изискванията на законодателната база.

3. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите.

Дисертационният труд е описан на 345 страници, показани са 201 бр. фигури и 29 таблици. Списъкът на авторските публикации в пълен текст по тематиката е 36 бр.. От тях 15 бр. са в списания с импакт фактор за съответната година, 11 бр. са публикувани в специализирани международни списания или в пълен текст в сборници от международни научни форуми с редактор и издателство, като 15 бр. са отпечатани от 2016-2020 г.. Авторът на дисертационния труд е на първо място в 17 бр. от научните публикации, а на второ място в 10 бр.. Тъй като авторът не е представил разделителен протокол за съавторство в научните публикации,

рецензентът приема, че те са равностойни за всички автори. Направен е преглед на състоянието на науката по тематиката на дисертацията на голям обем от 229 бр. литературни източника, от които 6 бр. на кирилица а останалите на латиница. Споделям с убеденост, че личи добро познаване на състоянието на проблема в световен мащаб. Направени са основни изводи на основните компоненти на смесени уредби с алтернативни източници на енергия. В резултат на направения литературен обзор и посочените основни изводи е дефинирана основната цел на дисертацията: Изследване и оценяване както на различни видове смесени уредби базирани на алтернативни енергийни източници, така и на основните компоненти. За постигане на целта са определени 9 бр. основни задачи:

*Вакуумен слънчев колектор с плосък абсорбер и топлинна тръба: математическо моделиране на вакуумен колектор с плосък абсорбер и топлинна тръба; програмиране на математически модел; извършване на симулации; опитни изследвания на вакуумен колектор с топлинна тръба.

*Топлинни акумулатори: математическо моделиране и изпитване на смесителен воден акумулатор със стратификация; математическо моделиране на воден акумулатор с четворна серпантина и извършване на експерименти; определяне на топлинните характеристики на сезонни Подземни топлинни енергийни акумулатори включващо изграждане на инсталации, провеждане на експерименти, обработка на данните с различни методи, извършване на симулации; изследване на латентен акумулатор с парафин като материал с промяна на фазовото състояние включващо конструиране, изграждане, моделиране и извършване на симулации.

*Вакуумни слънчеви колектори с воден топлоакумулатор: експериментално изследване на инсталацията с вакуумни слънчеви колектори и воден топлоакумулатор; математическо моделиране; програмиране на математическия модел; сравняване на изчислените с експерименталните данни.

*Хладилна инсталация с вградени слънчеви колектори и топлоакумулатор: създаване на методика за пресмятане на основните топлотехнически параметри на системата; извършване на примерни пресмятания.

*Подземен Вертикален топлинен енергиен акумулатор със слънчеви колектори: конструиране и изграждане на инсталацията; експериментално изследване при зареждане и разреждане; извършване на симулации.

*Фотоволтаично-топлинни (PV/T) инсталации: конструиране на PV/T инсталации; провеждане на експерименти с PV/T инсталации; обработка на опитните резултати.

*Земно базирана термопомпена уредба със слънчеви колектори: конструиране на ЗБТП система със слънчеви колектори; създаване на методика за изследване; провеждане на експерименти; TRNSYS симулации на къща, захранвана от Земно базирана термопомпена със слънчеви колектори.

*Земно базирана термопомпена уредба използваща материали с промяна на фазовото състояние (МПФС): създаване на методология; моделиране; провеждане на симулации.

*Смесена микро-когенерационна система с фотоволтаични панели и Стърлиг двигател за локално отопление: конструиране на експериментална уредба; провеждане на експерименти.

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Представени са основните приноси на автора в дисертационния труд. Те са обособени в три раздела - НАУЧНИ, НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ и ПРИЛОЖНИ. Рецензентът се съгласява с така формулираните приноси.

НАУЧНИ ПРИНОСИ

1. Изследван е подробно (чрез експеримент и математическо моделиране) вакуумен слънчев колектор с топлинна тръба. Създадена е компютърна програма, с която са проведени симулации при различни режими [4, 7].

2. Направени са опитни изпитания на смесителен воден акумулатор с разслояване на работния флуид. С подобрения математически модел е създадена компютърна програма, способстваща верифицирането му на базата на проведените експерименти [1].

3. Индустирален воден акумулатор с две отделни серпентини е изследван експериментално и е избран математически модел, описващ работата му. Верифицирането на модела се извършва с помощта на създадената компютърна програма [5, 6].

4. Изградени са три различни инсталации (една стационарна в Чили, една мобилна с електронагревател в България и една с термопомпа в Испания) за провеждане на новия ефективен тест Определяне на топлинни характеристики (ОТХ). Построени са Вертикални топлообменници (ВТО) във Валпарайсо, Чили и Пловдив, България, където са проведени ОТХ за определяне на топлинните свойства на почвата. Получените резултати са обработени с различни математически методи. Направени са симулации с комерсиалния софтуер TRNSYS, сравнявайки изчислените стойности с опитните данни. Предвидено е създаване на кадастър в България, който да бъде използван в бъдещи геотермални проекти [3, 10, 11, 12, 16, 17, 23, 24, 26, 27, 30].

5. Латентен акумулатор използващ материали с промяна на фазовото състояние (МПФС) е проектиран и изграден в ТУ София, филиал Пловдив, който е оборудван със специализирана автономна измервателна система, разработена от научния екип в Пловдив. Изследвани за няколко вида парафин, чиито топлотехнически свойства са детайлно изследвани. Проведено е математическо моделиране и симулиране на процесите в акумулатора по два различни начина - чрез метод на крайните елементи, базиран на мултифизиката на Comsol, и чрез техниката на енталпийната поръзност, използвана в ANSYS Fluent [29, 31, 32].

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Изследвана е експериментално смесена уредба, съдържаща вакуумни слънчеви колектори с топлинна тръба и воден топлоакумулатор с четворна серпентина. Създаденият общ математически модел, описващ съвместната работа на двата елемента, е запрограмиран и верифициран на базата на проведени опити [8, 9, 14].

2. Изградената инсталация за извършване на определяне на топлинни характеристики в Чили е преустроена за провеждане на натурални експерименти на зареждане със слънчева енергия на подземните акумулатори и на разреждане. Проведени са дългосрочни експерименти при двата споменати режима. Направено е сравнение между пресметнатите стойности с комерсиалния продукт TRNSYS и измерените стойности при процеса на зареждане и разреждане, като резултатите показват добро съвпадение [13, 15].

3. Проектирана и изработена е слънчева топлинна уредба, комбинирана с фотоволтаични панели. Разработен и доказан е нов набор от виртуални инструменти, осигуряващи он-лайн или оф-лайн изчисления на грешката при извършване на експерименти. Направените опити охарактеризират енергийната ефективност на евтината конструкция от PV/T панел и спомогат за проверка на правилната работа на разработените виртуални инструменти [34].

4. Експериментално е изследвана Земно базирана термомопена (ЗБТП) уредба при следните пет режима на работа на системата: зареждане на водни акумулатори (ЗВА), зареждане на вертикални топлообменници (ЗВТО), директно слънчево отопление (ДСО), отопление чрез ЗБТП и отопление чрез слънчево базирана термомоппа (ОСБТП). Направен е подробен енергиен анализ при споменатите режими, като са отчетени всички енергийни източници и пресметнати съответните загуби и системните коефициенти на енергийна ефективност за всеки режим [33].

5. При изграждането на вертикален топлообменник на ЗБТП уредба са монтирани през 10 m температурни сензори по дълбочина за следене изменението на температурното поле. Получени са диаграми, потвърждаващи нагряването (при зареждане – режим ЗВТО) и изстиването (при отопление - ОЗБТП) на почвения слой в течение на времето. Проведено е и измерване на температурното поле след приключване на двата режима при така наречената естествена релаксация [33].

6. Създаден е модел, изграден в симулационната среда на „TRNSYS studio“, който позволява да се изследват различни режими на работа на ЗБТП система и да се анализира влиянието на системните параметри върху характеристиките на работата. Обърнато е внимание на следните елементи от системата: слънчев колектор, воден акумулатор, термopомпа, вентилация и къща. С така създадения модел е направено симулиране на къща, отоплявана от тази инсталация [28].

7. Представено е числено моделиране, оценяващо нов вид конструкция за приложението на материал с промяна на фазовото състояние (МПФС) в подземни хоризонтални топлообменници (ЗТО), интегрирани към земно базираните термopомпи (ЗБТП). МПФС е смесен директно с почвата около ЗТО – това е нов подход, на изследване за хоризонтални топлообменници. Резултатите показват, че обединяването на МПФС със ЗТО посреща ефективно топлинните товари на ЗБТП и намалява рязкото колебание при отопление или охлаждане на земния топлообменник. Проведените симулации са за случаи със и без МПФС, решени за симулационен период от две години [20].

ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Предложено е повишаване ефективността на слънчева инсталация, която да работи и през зимата, чрез внедряване на термopомпен агрегат. Създадена е методика за пресмятане на параметрите на уредбата, с която впоследствие са извършени примерни изчисления [2].

2. Съществуващ фотоволтаичен (PV) панел е преобразуван във фотоволтаично-топлинен (PV/T) панел. Извършени са сравнителни експерименти на смесената инсталация (състояща се от двата различни панела), доказващи предимството на комбинирания PV/T елемент, произвеждащ при охлаждане както повече електроенергия, така и допълнително топлинна енергия [18].

3. Създадена е концентрираща фотоволтаична-топлинна (CPV/T) уредба, която е свързана с изпарителя на термopомпа (ТП) - PV модулите се охлаждат чрез хладилния агент, минаващ през изпарителя на ТП. Инсталацията е

проектирана за отопление на сгради. Проведено е теоретично и експериментално изследване, показващо ефективното производство на електричество и топлина с описаната уредба [35].

4. Създадена е нова конструкция на смесена земно базирана термопомпена (ЗБТП) уредба, съставена от два вертикални топлообменника, три плоски водни слънчеви колектора (ПВСК), реверсивна термопомпа (ТП) и вентилаторен конвектор. Разработена е методика за определяне на топлотехническите характеристики при следните пет режима на работа: зареждане на водни акумулатори, зареждане на вертикален топлообменник с топлина от плосък воден слънчев колектор, директно слънчево отопление, отопление със земно базирана термопомпа и отопление със слънчево базирана термопомпа. [19, 21, 22, 25].

5. Изследвана е теоретично и експериментално едновременната работа на двигател на Стърлинг и фотоволтаични (PV) панели за производство на електричество от централна отоплителна система на твърдо гориво, целяща както да отоплява сградите, така и да задоволява консумацията на електроенергия на бойлера или да снабдява жилището с електричество. Отоплителният капацитет на многофамилна къща в Мугла/Турция е осигурен с микро-когенерационна система, като експериментът е проведен в рамките на три месеца [36].

5. Описание и оценка на представените материали:

Авторът на дисертационния труд е приложил всички необходими документи (на брой 6) за защита на научна степен „Доктор на науките“. Документите са в изискваната форма (на хартиен и електронен носител), както и обобщена справка за изпълнение на минималните национални изисквания на ЗРАСРБ, и допълнителните критерии на „Института по инженерна химия“ (ИИХ-БАН). Представен е и автореферат на дисертационния труд (на български и превод на английски език) в обем от 72 стр. с текст и фигури. Съдържанието на автореферата напълно съответства на дисертационния труд по глави и фигури към тях.

Проф. д-р инж. Александър Георгиев Георгиев покрива националните минимални изисквания за присъждане на научната степен „Доктор на науките“ в Професионално направление 4.2. Химически науки по специалност „Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология“ посочени в закона за РАС в Р България и Правилника на ИИХ при БАН-София. При минимални изисквания 350 точки по група показатели за присъждане на научната степен личният общ брой точки на кандидата са 674 т.. Точките по група показатели: А-дисертационен труд „доктор“ са 50, при необходими 50;

Б- дисертационен труд „ДН“ са 100 при необходими 100 т.; Г-публикации (WoS и Scopus) при необходими 100 са общо 266; Д- Цитирания (Web of Science) при необходими 100 са общо 258.

Кандидатът покрива и допълнителните критерии към научната дейност на кандидатите за придобиване научна степен „Доктор на науките“ на „Института по инженерна химия“. При минимални изисквания за ДН 25 бр. научни статии кандидатът е предложил 36 бр.. При минимални изисквания от 15 бр. от приложените статии трябва да бъдат в специализирани международни списания, в списания с импакт фактор или импакт ранг, или в пълен текст в сборници от международни научни форуми с редактор и издателство, кандидатът е приложил 15 бр. статии с импакт фактор плюс 11 бр. статии в специализирани международни списания или в пълен текст в сборници от международни конференции или конгреси с редактор и издателство. При необходими 50 бр. цитата върху трудовете, включени в дисертацията, кандидатът е представил общо 244 бр. цитата от представените 36 бр. статии.

6. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература.

Научните публикации на проф. д-р инж. Александър Георгиев Георгиев са станали достояние на научната област работещи в Професионално направление 4.2. Химически науки в страната и чужбина. Те са докладвани на Конференции с международно участие у нас и чужбина, както и публикации в реферирани и индексирани в световноизвестни база данни с научна информация. За представените публикации са забелязани общо 244 бр. цитирания.

7. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата.

Нямам критични бележки по дисертациония труд. Препоръчвам авторът да патентова някои от постигнатите приноси в резултат от научните и експериментални изследвания.

8. Лични впечатления на рецензента за кандидата.

Проф. д-р инж. Александър Георгиев Георгиев е академичен преподавател и изследовател с много добра теоретична, професионална и в широк диапазон подготовка в тематиката на представения дисертационен труд. Той е известен у нас и чужбина с резултатите от научни изследвания и ще бъде полезен за научната общност на ИИХ-БАН в научното направление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общата ми оценка за представения дисертационен труд, за приносите в него, за научноизследователската и публикационна дейност, както и за пълното изпълнение на националните минимални критерии на ЗРАСРБ и на Правилника на ИИХ при БАН-София за придобиване на научна степен „Доктор на науките“ на кандидата е **Положителна**.

Предлагам на Уважаемите членове на Научното жури да даде научна степен **„Доктор на науките“** Професионално направление 4.2. Химически науки по специалност „Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология“ на проф. д-р инж. Александър Георгиев Георгиев.

Дата 07.02.2022 г.
Пловдив

Рецензент:
/Проф. д-р инж. Г.Вълчев/