

СТАНОВИЩЕ

относно защита на дисертационен труд “Оценяване на смесени уредби с алтернативни източници на енергия”

за придобиване на научната степен „доктор на науките“

по специалността „Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология“, професионално направление 4.2 Химически науки

с кандидат: **проф. д-р Александър Георгиев Георгиев, ИИХ, БАН**

Изготвил становището: **проф. д-р Соня Стоянова Табакова, Институт по механика, БАН**

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

Проф. Георгиев защитава докторска дисертация през 1988 година по специалност „Енергопреобразуващи технологии и системи“ в ТУ-София. От края на 1988 г. е преподавател по Топлотехника и Термодинамика в ТУ-София, филиал Пловдив, а от 2021г. е професор в ИИХ, БАН. Междувременно е бил 1 година гост-изследовател в Университет Зиген, Германия, 2 години гост-изследовател в Техническият университет „Федерико Санта Мария“ във Валпарайсо, Чили и в други университети за по-кратки периоди. В периода 2011 - 2013г. проф. Георгиев е и професор по „Енергопреобразуващи технологии и системи“ и ръководител на катедра „Зелена енергетика“ в ЕПУ.

Най-общо, научните интереси на проф. Георгиев са в областта на: възобновяемите източници на енергия, слънчеви отоплителни и охладителни системи, слънчеви следящи устройства, плитка геотермална енергетика.

2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.

Разглежданите в дисертацията проблеми са от областта на новите енергийни източници, като по-конкретно възобновяемите или по-общо алтернативните източници на енергия. Въпреки, че предложеният дисертационен труд обхваща период на разработките в продължение на повече от 30 години, поставените проблеми в него не са загубили своята актуалност. Голяма част от тях са по тематика на научно-изследователските проекти, в които е участвал и/или ръководил проф. Георгиев: 8 проекта, на които е ръководител: 7 - национални и 1 международен проект с Казахстан; участвал е в 10 проекта: 2 вътрешни проекта на ТУ „Федерико Санта Мария“, Валпарайсо, Чили; 1 проект по програма Бразилия - Чили; 6 проекта по Европейската програма COST; 1 проект на ФНИ по програма България – Индия.

3. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите.

Дисертационният труд съдържа 345 страници, 201 фигури и 29 таблици. Цитирани са 229 научни труда. Текстът е структуриран по стандартен начин: въведение, литературен обзор, цел и задачи, две глави основни изследвания, общи изводи, основни приноси, библиография и списък на публикациите на автора, въз основа на които е конструирана дисертацията.

Литературният обзор е обзор е обширен, обхващащ повече от 100 стр., и засяга основните аспекти на топлинните уредби: единични и смесени с повече от една инсталация. Разгледани са подробно основните компоненти, известни в литературата на слънчевите колектори, топлинните акумулатори и смесените топлинни уредби с алтернативни енергийни източници.

Обърнато е и особено внимание на методите за обработка на експерименталните данни, както и на моделирането на процесите, тяхното математическо описание и числена реализация за конкретни случаи.

Въз основа на направените изводи от литературния обзор, са формулирани целите на дисертационния труд: „изследване и оценяване на различни видове смесени уредби базирани на алтернативни енергийни източници и на основните им компоненти“. По-конкретно свързаните с тях задачи са 9, които включват създаване на уредби, експериментална работа с тях и математически модели за анализ и сравнение с експерименталните резултати.

В следващата 3-та глава са изследвани всички компоненти на смесените топлинни уредби с алтернативни енергийни източници: слънчеви колектори с плосък абсорбер и топлинна тръба; топлинни акумулатори: смесителен воден акумулатор със стратификация, определяне на топлинни характеристики на сезонни подземни топлинни енергийни акумулатори; латентен топлинен акумулатор с материали с промяна на фазовото състояние.

Прави добро впечатление коректното използване на математическите модели, които са различни за различните компоненти. Обикновено се използват статистически модели за анализиране на експерименталните резултати, но за някои компоненти са създадени специални модели. Ще се спра по-конкретно на сезонните подземни топлинни енергийни акумулатори и определянето на топлинни им характеристики. Изградени са 3 инсталации с локации съответно във Валпарайсо, Чили (стационарна инсталация), ТУ-София, филиал Пловдив и Валенсия, Испания (мобилни инсталации). Използвани са 3 различни математически модели за определяне на топлинните характеристики на почвата на база на получените резултати от експериментите: метод на линейния източник, при който се получава приближена формула за определяне на коефициента на топлопроводност на почвата, а от него и съпротивлението на вертикалния топлообменник; параметричен метод с две променливи за едновременно определяне на коефициента на топлопроводност и на съпротивлението; пълен модел на процесите на течение на флуида във вертикалния топлообменник (права тръба) и на пренос на топлина въз основа на осреднените по сеченията променливи (скорости, налягане и температура) е реализиран чрез специализирания софтуер TRNSYS. Първите два метода, макар и приблизителни, дават достатъчно бързи резултати за оценка на топлинните характеристики. Третият метод е доста по-сложен, зависещ от софтуера, но има много допълнителни възможности за промяна на броя на топлообменниците, геометрията им и други. Другият интересен акумулатор от гледна точка на моделирането е латентният топлинен акумулатор с материали с промяна на фазовото състояние (парафини). Предложени са два числени модела за анализ на процесите на топлопренасяне и движението на флуида по време на режими на зареждане и разреждане на латентния акумулатор. Първият модел разглежда мрежа от радиално разположени цилиндри съдържащи материал променящ фазовото си състояние (от твърдо в течно при нагряване с работния флуид в контейнера на акумулатора и обратно от течно в твърдо - при охлаждане). Пълните уравнения на движение и топло пренос на работния флуид са решени в областта на акумулатора, а в областите на цилиндрите се предполага, че парафинът е неподвижен, но се извършва фазов преход чрез уравнението за топлообмен с включен скок на топлинния капацитет включващ латентната топлина и обобщен коефициента на топлопроводност и плътност при спрегнати гранични условия по стените на цилиндрите с флуида от контейнера. Числената реализация е осъществена чрез модула Multiphysics на софтуера COMSOL. Резултатите показват, че две входящи и две изходящи тръби към контейнера са достатъчни за да се осъществи пълното зареждане или разреждане на латентния топлинен акумулатор за технологически приемливо време. Вторият модел се концентрира само върху един отделен латентният топлинен акумулатор, в който парафинът вече не е неподвижен, т.е., решени са пълните уравнения на Навие-Стокс и уравнението на топлинната енергия в енталпийна постановка, което дава възможност движението на

междуфазовата граница да бъде проследено във времето. Така с точност може да се определи кога латентният топлинен акумулатор напълно ще се разрежи или зареди, което е от съществено значение за проектирането на този вид акумулатори. Числената реализация е извършена с модула Fluent на софтуера ANSYS.

На базата на изследваните компоненти, проф. Георгиев е разгледал различни видове смесени уредби с алтернативни енергийни източници в 4-та глава: слънчеви колектори с воден акумулатор, хладилна инсталация с вградени слънчеви колектори и топлоакумулатор, вертикален топлинен енергиен акумулатор със слънчеви колектори, фотоволтаично-топлинни инсталации, земно базирана термopомпена система със слънчеви колектори, земно базирана термopомпена уредба използваща материали с промяна на фазовото състояние, смесена микро-когенерационна система с фотоволтаични панели и Стьрлинг двигател за локално отопление.

И за смесените уредби са приложени същите подходи, както за отделните компоненти. И тук ще се спра по-конкретно на вертикалния топлинен акумулатор със слънчеви колектори. След преустройство му са добавени към него допълнителни клапани за да работи в два различни режима: определяне на топлинните характеристики, ако захранването е само електрически и слънчев режим - ако вертикалния топлинен акумулатор се зарежда посредством слънчевата енергия. При втория режим може да се осъществят две фази: на зареждане (подаване на слънчева енергия към земята) и на разреждане (отвеждане на топлина от земята чрез допълнителен топлообменник). На база на извършените тестове за определяне на топлинни характеристики, към подземни топлинни енергийни акумулатори са извършени симулации чрез TRNSYS тип 141 за да се определят топлинни загуби, които съвпадат с експерименталните.

4. Основни научни и научно-приложни приноси.

Авторът е обобщил своите резултати общо в 17 приноси на дисертацията, от които 5 научни, 7 научно-приложни и 5 приложни приноси. Приемам разпределението на приносите, като особено високо оценявам следните научни приноси: изграждане на три различни инсталации за провеждане на новия ефективен тест за определяне на топлинните характеристики на почвата и свързаното с тях моделиране; изграждане на латентен акумулатор използващ материали с промяна на фазовото състояние и свързаните с него моделирания.

Личният принос на кандидата е очевиден. Той е създал екипи в различните институти, където е работил, с цел разработване, изграждане, експериментиране и моделиране на различни смесени уредби с алтернативни източници на енергия. Считаю, че голямата част от получените резултати съдържат оригинални конструкции и анализи, които водят до нови познания в разглежданите проблеми.

5. Описание и оценка на представените материали:

Кандидатът е автор на 116 научни публикации от които: 1 монография, 30 статии с импакт фактор, 3 статии цитирани в Scopus и други. Забелязаните независими цитати са над 800, голямата част в списания с импакт фактор, а H - факторът му е 11 съгласно Scopus. Дисертационният труд е базиран на 36 статии, 15 от които са в списания с импакт фактор за съответната година, 11 са публикувани в специализирани международни списания или в пълен текст в сборници от международни научни форуми с редактор и издателство, като 15 са отпечатани през последните 5 години. Проф. Георгиев е самостоятелен автор на 10 публикации и е на първо място в 7 от публикациите. Считаю, че приносът на всички съавтори във всички колективни публикации е равноправен, тъй като не е представен разпределителен протокол. Списанията, в които са публикувани статиите, са с висок импакт фактор: 6 статии са в списания с Q1, 1 статия - с Q2 и 8 статии - с Q4.

Тези трудове отговарят и надхвърлят критериите в ЗРАСРБ и допълнителните критерии на „Института по инженерна химия“ (ИИХ) за доктор на науките.

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

Проф. Александър Георгиев е добре познат сред научните среди у нас и в чужбина със своите научни разработки, с организационната си и с преподавателска си дейност. Безспорен атестат за значимост на резултатите на проф. Георгиев е прогресивно растящият брой на цитиранията им. 11 от трудовете по конкурса са цитирани общо 129 пъти, като една статия има 62 цитата. Почти всички цитати са в международни списания с импакт фактор.

7. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата

Имам някои критични бележки от редакционно естество по текста на дисертацията: някои печатни грешки, липса на обяснения на означения във формули, липса на цитирани източници, от където са взети съответните формули и др. Не е дадена и връзката в текста със съответната публикация на автора, което затруднява на места читателя. Кандидатът е запознат с тези забележки.

Настоящият дисертационен труд е венецът на научна работа на проф. Георгиев и горещо му препоръчвам да го преведе на английски и оформи като монография за публикуване в някое реномирано световно издателство.

8. Лични впечатления на рецензента за кандидата

Познавам проф. Георгиев от повече от 30 год., от постъпването му като ст. асистент в катедра „Механика“ при ТУ-София, филиал Пловдив. Решаващи в развитието му като учен се оказаха специализациите му в Университета на Зиген, Германия и в Техническия университет „Федерико Санта Мария“ във Валпарайсо, Чили. Натрупаният там опит му даде възможност впоследствие да разшири научните си контакти чрез участия в различни европейски и други международни проекти. Участвала съм в негови проекти и съм възхитена от работата му в екип. Определено той е генератор на идеи, изключително работоспособен и упорит в постигането на целите си.

9. Заключение

Проф. Георгиев е изпълнил многократно някои от минималните параметри, необходими за получаване на научната степен „доктор на науките“ в Института по инженерна химия, БАН. След като се запознах с цялостната научно-изследователска дейност на кандидата и като имам пред вид посочените в ЗРАСРБ и Правилника за приложението му критерии, давам **положителна оценка** за предложения дисертационен труд. Намирам за основателно да **предложа на уважаемото научно жури да присъди научната степен „доктор на науките“ по специалността „Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология“, професионално направление 4.2 Химически науки на проф. д-р Александър Георгиев Георгиев.**

10.02.2022г.

Подпис:.