

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta výrobných technológií

HODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE

POSUDOK OPONENTA PRÁCE

Názov práce: **Modelovanie multivalentných systémov na báze obnoviteľných zdrojov pracujúcich v režime ohrevu a chladenia s využitím materiálov s fázovou premenou**

Autor: **Ing. Marcel Fedák, PhD.**

Odbor habilitačného konania *procesná technika*

Akad. rok: *2020/2021*

a inauguračného konania:

Oponent: **prof. Ing. František Urban, CSc.**

Pracovisko oponenta: *Strojnícka fakulta STU v Bratislave*

KOMENTÁR OPONENTA HABILITAČNEJ PRÁCE

KOMENTÁR OPONENTA HABILITAČNEJ PRÁCE

Posudok bol vypracovaný na základe menovacieho listu zo dňa 06.04.2021, v ktorom ma Dr. h. c. prof. Ing. Jozef Zajac, CSc., dekan Fakulty výrobných technológií so sídlom v Prešove Technickej univerzity v Košiciach, menuje oponentom habilitačnej práce Ing. Marcela Fedáka, PhD. V prílohe tohto listu mi boli zaslané materiály, poskytnuté uchádzačom Ing. Marcelom Fedákom, PhD. zmysle vyhlášky MŠVVaŠ SR č. 246/2019.

Predložená habilitačná práca je spracovaná na 90 stranách, je členená do 7 kapitol vrátane záveru, obsahuje 46 obrázkov a 5 tabuliek.

1. Aktuálnosť témy habilitačnej práce

Habilitačná práca sa zaoberá problematikou implementácie materiálov s fázovou premenou v multivalentných systémov na báze obnoviteľných zdrojov pracujúcich v režime ohrevu a chladenia.

Z pohľadu vedeckého aj technického ide o relatívne nový spôsob akumulácie tepelnej energie v tepelnej technike v multivalentných systémoch na báze obnoviteľných zdrojov, ktorý vzhľadom na rôzne podmienky pri akumulácii nie je možné zovšeobecniť. Výskum akumulácie tepla využívajúci fázovú premenu je náročný napriek evidentnému pokroku v posledných desaťročiach.

Z toho dôvodu je možné predloženú habilitačnú prácu považovať za veľmi aktuálnu či už z hľadiska vedeckého alebo aplikačného.

2. Spôsob spracovania a dokumentovania výsledkov v habilitačnej práci

Členenie a vypracovanie práce je logické, obsahuje analytické časti, ktoré vychádzajú ako z vypracovanej vedeckej rešerše danej problematiky, tak aj z predchádzajúceho výskumu autora.

Úvodné kapitoly práce sa venujú predovšetkým teoretickým aspektom systémov akumulovania energie s využitím nielen citelného, ale aj latentného tepla, t.j. systémov kde dochádza k fázovej premene. K tej z pohľadu autora dochádza v akumuláčnych zásobníkoch využívajúcich materiály na fázovú zmenu (PCM) implementovaných v multivalentných systémoch na báze OZE, ktorým sa habilitant venuje v druhej kapitole.

Problemátike multivalentných systémov na báze OZE využívajúcich solárne termické systémy a tepelné čerpadlá sa na pracovisku autora venuje významná pozornosť, čo je dokumentované viacerými odkazmi na literatúru, kde Ing. Fedák, PhD. je spoluautorom. Tretia kapitola je zameraná na chovanie teplotnej látky, čo autor navrhuje sledovať podľa viacerých kritérií. Dôraz je zároveň kladený na problematiku prenosu tepla, mechanizmom konvekcie a konceptom medznej vrstvy. Následne štvrtá kapitola je zameraná na spôsoby modelovania výmeny tepla v zásobníku tepla s PCM so zreteľom využitia metodiky Levenspiela pre vnútornú výmenu tepla v PCM v tuhej fáze a pri fázovej zmene. Habilitant charakterizuje proces fázovej zmeny, pri ktorom dochádza k výmene tepla medzi teplotnou tekutinou a rozhraním fázovej zmeny v PCM pri teplote zmeny fázy.

Piata kapitola je venovaná realizácii série experimentov multivalentného systému na báze obnoviteľných zdrojov pracujúceho v režime ohrevu a to s využitím solárnych termických panelov a akumuláčného zásobníka a v režime chladenia s využitím tepelnej čerpadla vzduch-voda s akumuláciou.

Kľúčovou z hľadiska práce a z hľadiska vedeckého prínosu habilitanta je šiesta kapitola. Autor v nej analyzuje modelovanie procesu topenia a tuhnutia vychádzajúc z premisy, že entalpia materiálu je riešená ako súčet citelnej entalpie a latentného tepla, dopravná rovnica k-epsilon modelu uvažuje s generovaním kinetickej energie turbulencie v dôsledku stredných rýchlostných gradientov, riešenie teploty je v podstate iteráciou medzi energetickou rovnicou a rovnicou kvapalného podielu.

Model akumuláčného zásobníka s PCM je prezentovaný v 3D forme, vrátane nastavenia výpočtovej siete, spôsobu riešenia a okrajových podmienok.

Výsledky simulácií sú dostatočne bohaté prezentované. Súčasne je prezentovaný aj 3D model solárnych panelov a systému chladenia. Habilitant komparuje výsledky 3D modelov s výsledkami experimentálnych meraní, kde sa jasne ukazuje vhodnosť vytvoreného modelu.

V nasledovnej časti sa habilitant venuje aplikácii akumuláčného zásobníka s PCM v solárnom termickom systéme a v systéme chladenia s využitím reverzibilného tepelného čerpadla. Modelovanie systému chladenia autor člení do dvoch častí. Prvá je venovaná systému registrov umiestnených v sadrokartónovom podhľade v miestnostiach a druhá časť je venovaná využitiu zásobníka s PCM v procese chladenia.

Záver práce je venovaný sumarizácii dosiahnutých výsledkov a ich hodnoteniu.

3. Vlastný prínos uchádzača v habilitačnej práci a možnosti jej využitia

Uchádzač v práci preukazuje kontinuálny dlhoročný prístup v oblasti výskumu multivalentných systémov na báze obnoviteľných zdrojov. Sumarizuje poznatky súvisiace s prenosom tepla, venuje sa modelom fázových zmien pri akumulácii tepelnej energie. Napriek komplikovanosti exaktného vyjadrenia vnútorných pomerov fázových premien látky v uzavretom priestore zásobníka habilitant preukazuje vyhovujúcu analýzu metód a spôsobov popisu prenosu tepla. Komparovaním 3D modelu poukázal na fakt potreby verifikácie modelu pri jeho kreovaní.

Prínosom práce je súbor uvedených numerických simulácií, na základe ktorých habilitant prezentuje vlastné modely akumuláčného zásobníka s PCM v systéme ohrevu a chladenia a registrov systémov chladenia využívajúcich PCM.

Modelovanie zásobníkov s využitím materiálov na báze PCM má výskumný potenciál, ale vyznačuje sa aj výrazne prínosným pre aplikačnú prax.

Súčasne je možné považovať metodiku tvorby uvedenej kategórie modelov za široko využiteľnú v edukačnej oblasti.

Práca ako celok pôsobí veľmi konzistentne a podľa môjho názoru nielen preukazuje schopnosť uchádzača kontinuálneho progresu vo vedeckom bádani v predmetnej oblasti, ale aj výrazného analytického myslenia. Súčasne považujem problematiku, tak ako je prezentovaná výsledkami pracoviska autora za tému s výborným vedeckým potenciálom do budúcnosti.

4. Pripomienky a otázky

K práci nemám zásadné pripomienky, drobné preklepy a gramatické chyby nie sú predmetom môjho posudku. Avšak podkapitola 6.1.4 obsahuje parciálnu časť simulácií a ich výsledkov zameraných na registre systémov chladenia využívajúcich PCM, preto poprosím v rámci obhajoby objasniť dôvody, prečo a v takomto relatívne malom rozsahu sa autor venoval tejto problematike.

Ďalej mám k práci nasledovné otázky:

1. Z čoho vychádza výber zvolených materiálov s fázovou premenou aplikovaných pri jednotlivých návrhoch zásobníka?
2. Na základe akých parametrov bola vyhodnotená kvalita výpočtovej siete modelov? (str. 51-53)
3. Zaujmite stanovisko k priebehu uvedenom na obrázku 32 (str.63), z ktorého plynie klesajúci trend presnosti modelu voči reálnym meraniam.

5. Záver

Habilitačnú prácu Ing. Marcela Fedáka, PhD. považujem za kvalitný podklad pre pedagogické aktivity nielen na FVT TUKE, ale aj na iných obdobných pracoviskách a taktiež pre aplikačnú prax. Práca svojím zameraním vytvára vynikajúcu východiskovú platformu pre ďalší výskum v oblasti aplikácie PCM materiálov v multivalentných systémoch na báze obnoviteľných zdrojov pracujúcich v režime ohrevu a chladenia. Habilitant splnil stanovené ciele a preukázal dostatočnú odbornú a vedecko-pedagogickú kvalifikáciu zodpovedajúcu požiadavkám habilitačného konania. Habilitačná práca je prehľadne zostavená. Habilitant jej spracovaním preukázal veľmi dobré didaktické schopnosti.

Z poskytnutého Prehľadu plnenia kritérií na získanie titulu docent, Kritérií pre habilitačné konanie na Fakulte výrobných technológií Technickej univerzite v Košiciach so sídlom v Prešove a na Technickej univerzite v Košiciach je zrejmé, že Ing. Marcel Fedák, PhD. podstatné časti habilitačnej práce publikoval v renomovanej, recenzovanej vedecko-odbornej tlači na potrebnej vedeckej úrovni.

Z publikovaných prác Ing. Marcela Fedáka, PhD. vyplýva, že ide o pracovníka s významnou vedecko-pedagogickou erudíciou. Odozva na práce a doterajšiu činnosť habilitanta preukazujú jeho uznanie vedecko-odbornou komunitou.

Habilitačná práca Ing. Marcela Fedáka, PhD. je v súlade so Zákonom č. 131/2002 Z.z., a o zmene a doplnení niektorých zákonov a s Vyhláškou č.246/2019 Z.z., § 1, odst.8/a a preto

odporúčam realizovať jej obhajobu

a po jej úspešnom zvládnutí udeliť habilitantovi hodnosť

docent

v odbore Procesná technika

Predloženú habilitačnú prácu na základe predchádzajúceho hodnotenia

ODPORÚČAM prijať k obhajobe

a po jej obhájení navrhujem udeliť vedecko-pedagogický titul "docent (doc.)"

Podpisom na tomto posudku zároveň súhlasím s licenčnými podmienkami obsiahnutými v licenčnej zmluve na použitie posudku záverečnej práce, ktorá je súčasťou tohto posudku.

Dátum: 18.05.2021

podpis autora posudku