

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: **doc. Ing. Peter Oravec, CSc.**

Pracovisko oponenta: *Katedra procesnej techniky*

Fakulta výrobných technológií

KOMENTÁR OPONENTA HABILITAČNEJ PRÁCE

AKTUÁLNOSŤ ZVOLENEJ TÉMY HABILITAČNEJ PRÁCE:

Predložená habilitačná práca sa zaoberá problematikou implementácie materiálov s fázovou zmenou vo vhodnom teplotnom intervale využiteľných v systéme tepla a chladu v multivalentnom OZE systéme. Metódy akumulácie energie využívajúce materiály s fázovou zmenou (PCM – Phase Change Material) v porovnaní s konvenčnými materiálmi umožňujú skladovanie relatívne veľkého množstva tepelnej energie v malom rozsahu zmeny teploty systému. Výskum prenosu tepla využívajúci fázovú premenu je náročný a napriek evidentnému pokroku v posledných desaťročiach stále aktuálny. Z toho dôvodu je možné predloženú habilitačnú prácu považovať z hľadiska vedeckého, ale aj aplikačného za veľmi aktuálnu.

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY HABILITAČNEJ PRÁCE A NOVÉ POZNATKY:

Členenie a vypracovanie práce je logické, obsahuje analytické časti, ktoré vychádzajú z hlbokých znalostí autora a dôslednej vedeckej rešerše danej problematiky. Úvodné kapitoly práce sa venujú predovšetkým teoretickým východiskám v oblasti prenosu tepla a mechanizmom konvekcie a konceptu medzných vrstiev.

Vnútornej výmene tepla v zásobníkoch s využitím PCM sa autor venuje v 4. kapitole, pričom na kvantifikáciu množstva tepelnej energie prenášanej medzi teplotnosnou kvapalinou a PCM využíva Levenspielovu metódu. Počas procesu fázovej zmeny dochádza k výmene tepla medzi teplotnosnou kvapalinou a rozhraním fázovej zmeny v PCM pri teplote zmeny fázy. Pričom maximálny prenos sa dosiahne za stavu, keď je výstupná teplota rovná teplote zmeny fázy PCM. Problematike multivalentných systémov na báze obnoviteľných zdrojov pracujúcich v režime ohrevu a chladenia sa na pracovisku Ing. Fedáka venuje významná pozornosť, čo je dokumentované viacerými odkazmi na literatúru, v ktorých je Ing. Fedák spoluautorom. 5. kapitola je zameraná na určenie množstva energie získanej dopadom slnečného žiarenia pre kolmú a všeobecnú plochu, čo je rozhodujúce pre solárne termické panely pracujúce v režime ohrevu. Vzájomná závislosť získaného množstva energie z termického systému voči hodnotám intenzity slnečného žiarenia je bohato graficky ilustrovaná. Pre merania systému pracujúceho v režime chladenia bolo zvolené tepelné čerpadlo vzduch-voda s cieľom sledovania priebehu monitorovaných veličín v rámci chladenia objektu pracovísk Katedry pomocou chladených stropov. Systémy chladenia pracujú pri teplote vody blízkej interiérovej teplote, čím zvyšujú účinnosť tepelných čerpadiel, prípadne systémov využívajúcich OZE. Na druhej strane to obmedzuje množstvo odvedenej energie na jednotku plochy v dôvodu nízkeho teplotného spádu, ktorý je obmedzený vplyvom rosného bodu. Na zvýšenie tepelnej kapacity chladiaceho zásobníka je v ďalšom navrhnutý model s PCM s latentiou medzi 12 až 14°C.

Šiesta kapitola je zameraná na modelovanie akumuláčného zásobníka s PCM, modelov solárnych panelov a stropného výmenníka pre systém chladenia. Kreované boli simulácie v systéme ANSYS Fluent. Simulované jednotlivé časti multivalentného systému predstavujú skupinu štyroch solárnych panelov slúžiacich ako zdroj energie pre ohrev pitnej vody akumulovanej v solárnom zásobníku s integrovaným puzdrom s PCM na báze parafínu (C22 alkánu – n-dokozánu), systému stropného chladenia so zásobníkom s integrovaným puzdrom s PCM na báze tetrahydrátu fluoridu draselného. Kľúčovou z hľadiska práce a z hľadiska vedeckého prínosu habilitanta je práve šiesta kapitola. Autor v nej dokázal, že v procese ohrevu sa prejavuje rozdiel mernej hmotnosti a tepelnej kapacity zvoleného PCM voči vode. Latentné teplo predstavuje cca. 46,6 % uloženej energie vo vode. Množstvo využiteľnej energie zo systému voda - parafín predstavuje 115,3 % energie oproti uskladneniu energie v zásobníku využívajúcom len vodu. Pri procese chladenia sa vzhľadom na úzky interval teploty, v ktorej proces chladenia pracuje, sa prejavuje PCM vo významnej miere a miera nárastu odobratej energie predstavuje 160 %. Záver práce je venovaný sumarizácii dosiahnutých výsledkov a ich hodnoteniu.

PRÍNOS PRE ĎALŠÍ ROZVOJ VEDY A TECHNIKY (UMENIA):

Habilitant v práci preukazuje kontinuálny dlhoročný prístup v oblasti výskumu multivalentných systémov na báze obnoviteľných zdrojov energie. Sumarizuje poznatky súvisiace s metódami akumulácie energie využívajúcimi materiály s fázovou zmenou. Napriek komplikovanosti kvantifikácie množstva tepelnej energie medzi teplotnosnou tekutinou a PCM habilitant preukazuje výbornú orientáciu v tejto oblasti.

Prínosom práce sú uvedené východiskové podmienky simulácie a realizácia modelovania tuhnutia topenia PCM materiálov v procese akumulácie tepelnej energie. Habilitant prezentuje vlastný model tepelného zásobníka s integrovaným puzdrom s PCM.

Modelovanie prestupu tepla v tepelnom zásobníku s integrovaným PCM má nielen výskumný potenciál, ale vyznačuje sa aj výrazným prínosom pre aplikačnú prax. Súčasne je možné považovať metódu modelovania prestupov tepla 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 hlbokého analytického myslenia. Súčasne považujem problematiku, tak ako je prezentovaná výsledkami pracoviska autora za tému s výborným vedeckým potenciálom do budúcnosti.

PRIPOMIENKY A POZNÁMKY K HABILITAČNEJ PRÁCI:

Predložená habilitačná práca je spracovaná na 90 stranách, je členená do 7 kapitol vrátane záveru, obsahuje 46 obrázkov a 5 tabuliek. K práci nemám zásadné pripomienky, drobné preklepy a gramatické chyby nie sú predmetom môjho posudku.

OTÁZKY K RIEŠENEJ PROBLEMATIKE:

Ďalej mám k práci nasledovné otázky:

1. V ktorom ročnom období, resp. mesiaci boli uskutočňované merania intenzity slnečného žiarenia pri solárnom termickom systéme ? (str. 38)
2. Ako by ovplyvnila výška Slnka množstvo vyrobenej energie ?
3. Pri modelovaní PCM rúrka v rúrke ste uvažovali aj so žiarivou zložkou? Ak nie, objasnite prečo.
4. Odôvodnite návrh teploty akumulácie chladiaceho zásobníka vzhľadom na uvedenú pracovnú teplotu chladiacich panelov.

SPLNENIE SLEDOVANÝCH CIEĽOV HABILITAČNEJ PRÁCE:

Aj napriek vyššie uvedeným pripomienkam považujem prácu 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 akumulácie energie s využitím materiálov s fázovou zmenou.

CELKOVÉ ZHODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE A ZÁVER:

Habilitant splnil stanovené ciele, preukázal dostatočnú odbornú a vedecko-pedagogickú kvalifikáciu, jeho doterajšie výsledky a ich citačný ohlas zodpovedajú požiadavkám habilitačného konania k udeleniu vedecko-pedagogického titulu docent.

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: 15.05.2021

podpis autora posudku