

Posudek disertační práce

Doktorand: **Ing. Tomáš Sitek**

Pracoviště: Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně,
Energetický ústav

Oblast vzdělávání: Energetika

Studijní obor: Konstrukční a procesní inženýrství

Studijní program: Stroje a zařízení

Vedoucí práce: **prof. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.**

Oponent práce: prof. Ing. Tomáš Svěrák, CSc.

Název práce: **Tepelný rozklad tuhých biopaliv a související generování jemných částic**

Disertační práce Ing. Tomáše Sitka je vypracovaná v oblasti emise partikulárních látek vznikajících při spalování paliv do životního prostředí, které jsou již dlouhá desetiletí jedním z kritických environmentálních hrozeb, kterým musí lidstvo čelit. Cením si skutečnosti, že vedoucí disertační práce vybral pro pana disertanta téma, které přispívá k řešení této velmi důležité výzvy.

Disertační práce je koncipovaná především jako příspěvek k pochopení procesů vytváření partikulárních částic vznikajících při tepelném rozkladu tuhých biopaliv, což odpovídá stanovení cílů práce podle kap.7 Použité metody (str. 35): „Hlavním cílem práce je dát do souvislosti úbytek hmotnosti vzorků biomasy při zvyšující se teplotě a související emise jemných a ultrajemných částic“, kde potom v dalším textu této citované kapitoly je potom specifikováno, že experimentální práce je limitována pouze pro laboratorní velikost experimentálního zařízení a pozornost je zaměřena především na termolýzu tří základních složek biomasy – celulózy, hemicelulózy a ligninu.

Stanovení cílů práce podle kap. 1. Úvod (str.8^{1 až 7}) je potom již definováno velmi konkrétně, jednoduše a prakticky následujícími body:

- nalezení specifických křivek emisí jemných částic při tepelném rozkladu celulózy, hemicelulózy a ligninu (CHL) v závislosti na rychlosti ohřevu a obsahu kyslíku ve zkušební atmosféře;
- model emise částic z reálného vzorku paliva na základě obsahu CHL;
- vyhodnocení změn morfologie jemných částic v průběhu ohřevu vzorku v termogravimetrickém analyzátoru (TGA).

Ve světle výše uvedených „konkrétních“ cílů práce se jeví celá disertační práce jako poměrně snadný úkol: získat řadu reprezentativních malých vzorků biomasy, analyzovat tyto vzorky na obsah sledovaných buněčných tkání, vzorky „prohnat“ TGA a CPC, matematicky vyhodnotit získané výsledky a tyto výsledky okomentovat.

Skladba disertační práce je následující:

Po Úvodu disertační práce následuje 17stránkový blok kapitol 2 až 4, které se věnují problematice **aerosolů** v ovzduší a 5stránková kapitola věnovaná **biomase**. Kapitola 6 Analýza a zhodnocení poznatků představuje 1stránkovou **rešerši literatury** pro danou problematiku. Kapitola 7 Použité metody prezentuje na 5 stranách jak **experimentální zařízení**, na kterém je práce realizována, tak **vzorky biomasy**, které jsou v práci zpracovávány. V kapitole 8 Přípravná měření jsou na 9 stranách popsány úvodní měření a úpravy experimentální sestavy měření, která si tato měření vyžádala. V kapitole 9 Specifické křivky emisí částic při termolýze vybraných látek jsou prezentovány na 24 stranách jak vlastní **měření** emisí s prezentováním časového průběhu emisí, závislosti emisí na složení atmosféry a na rychlosti ohřevu vzorků, tak **výsledky a diskuze**. Kapitola 10 se věnuje na 4 stranách Predikci emisí dřevin na základě známého obsahu CHL a kapitola 11 na 2 stranách Morfologii. Po Závěru práce můžeme najít všechna obvyklá příslušenství dizertační práce jako je Bibliografie, seznamy značení, zkratk, symbolů, obrázků, tabulek a publikací doktoranda. Práci uzavírá 11 stran Příloh, obsahujících fotografie, tabulky, grafické závislosti i text, který nebyl zařazen v předchozím textu.

Po přečtení této disertační práce jsem výrazně změnil svůj názor, že se „jeví celá disertační práce jako poměrně snadný úkol“. V předkládané práci je zřejmé, že zvládnout daný plánovaný rozsah práce na očekávané kvalitní úrovni byl úkol velký a obtížně splnitelný! Základním hendikepem práce byla z procesního hlediska nutnost zpracovávat vzorky biomasy, které obecně se vyznačují velmi proměnlivou kvalitou a nehomogenitou a proměřovat tyto vzorky na poměrně improvizovaném experimentálním zařízení s velmi malými vzorky biomasy, jejichž velikost byla limitována velikostí vzorků zpracovávaných při měření na TGA.

Hodnotím, že se pan doktorand zhostil se ctí návrhu a realizace vyvíjené metody snímání a posuzování kvality emisí partikulárních látek vznikajících při tepelném rozkladu biomasy v submikronové oblasti částic.

S uznáním konstatuji, že pro potřeby experimentálního měření dané disertační práce vedení ústavu bylo schopno dát panu doktorandovi k dispozici velmi kvalitní přístrojové zabezpečení!

Oceňuji pana doktoranda za hledání úprav měřicí technologie a koncipování série přidavných experimentů oproti původnímu plánovanému velmi jednoduchému schématu měření, které měly za cíl pochopit, co za procesy se v experimentálním zařízení vlastně dějí.

Velmi pěkné jsou kapitolky 2.1 Velikostní distribuce částic, 8.2 Hmotnost vzorku a ředění, 8.5 Částice o průměrech mimo měřený rozsah, 8.8 Odběr částic pro studium morfologie i zajímavá měřicí zkratka, která je prezentovaná v kap. 8.7 Změna distribuce a ztráty částic v přívodní trubici.

Cesta plyných zplodin vycházejících společně s vytvářející se disperzí kondenzujících složek spalín a pevných částic z TGA na CPC je poměrně velmi dlouhá a separace produktů částečně nekontrolované kondenzace na stěnách dopravní trubičky občasným „vypékáním“ této trubičky v peci při 1200 °C je skutečně žádoucí.

V rámci vypracované disertační práce bylo vykonané až nezvykle velké množství experimentů a vyhodnocovacích prací, na kterých musel pan dizertant strávit enormní množství času s pravděpodobně pěknou řádku večerů a nocí při nalézání vysvětlení průběhů naměřených závislostí!

Z drobných připomínek, které k předkládané práci mám:

- Jako oponent předkládané práce musím mírně připomenout, že i v zahraničních disertačních pracích v oblasti Technických a přírodních věd se ctí obvyklé základní dělení práce na kapitoly Teoretické části, stanovení Cílů práce, Část experimentální, Výsledky s diskuzí a Závěr, což tato práce příliš nedodrжуje a ztrácí tak velkou měrou na přehlednosti a na sdělitelnosti obsahu.
- Navržená technologie měření podle Obrázku 7.1. by velmi dobře odpovídala měřením, kde by se ve spalovacím prostoru emitovaly partikulární látky pevné fáze. Nejsem si však tak jist, že tato technologie je optimální pro případ, ve kterém se sledují částice kondenzovaných par, které jsou emitované při pyrolýze vzorků biomasy. Klíčovým bodem technologie je zde proces kondenzace, který by měl být patřičným způsobem v experimentech podchycen, což v použité technologii měření postrádám. Aby výsledky měření z takového procesu byly kompatibilní, bude, podle mého názoru, nutné velmi přísně sledovat procesní parametry kondenzace, které jsou především teplota, tlak a koncentrační poměry.
- 1mg velikosti vzorků biomasy odpovídaly potřebám testů pyrolýzy na TGA. Ovšem, pro následnou granulometrickou analýzu vznikajících submikronových partikulárních látek kondenzátu zplodin pyrolýzy, je tato „miniaturní“ velikost vzorků velmi obtížně zpracovatelná. Myslím si, že právě tato velmi malá velikost zpracovávaných vzorků biomasy je hlavním důvodem potíží, se kterými se autor musel při snímání a vyhodnocování korektních dat pro svou práci potýkat!
- Str.12 až 16 - výpočtové vztahy (10) – (24) je nutné napsat odkud je autor převzal, i když se jedná o vztahy „triviální“.
- Při editaci práce autor omylem zařadil do textu Obrázky 20.5. až 20.10. pravděpodobně chybně. Tyto Obrázky neodpovídají přehledu 17 Seznam obrázků. Například: „Obrázek 20.5. Dvojice spalovacích kelímků....“, uváděné v 17 Seznamu obrázků na str. 93, je v textu na str. 102 prezentován jako „Obrázek 20.5. Úbytek hmotnosti....“. Podobná disharmonie je i u dalších zmíněných Obrázků 20.6, 20.7, 20.8., 20.9 a 20.10.
- Co to znamená na str. 162 „...při turbulentním proudění vzduchu v místnosti vysoké 2,5 m“?
- Když člověk zabrousí do oblastí, ve kterých autor není „doma“, tak neškodí si svůj použitý údaj raději dvakrát ověřit. Tato má poznámka se týká kinocilie mukociliárního čistícího mechanismu plic (str 23¹⁶), kde údaj kmitání brv epitelu na úrovni 1000 kmitů za sekundu není korektní – v odborné literatuře lze najít údaje o této frekvenci například na úrovni 7-13 Hz. <https://www.rasinky.cz/lek-patogeneze.php>
- 8⁶ – zmínka o Bohušovi...a v dalším textu podobné expresivní vložky (kapitolka Prohlášení, Poděkování, nebo Úvod...) mě pobavily a četl jsem je rád... Musím ale připomenout, že ve své disertaci má doktorand obvykle poslední příležitost, jak naznačit expresivními vložkami tohoto typu čtenáři, že autor předkládaného textu má „duši“ a širší znalosti světa, než je třeba jen „blbé“ spalování biomasy. V disertaci doktorand „kope“ jen za sebe a v podstatě „o nic nejde“. V technických zprávách, nebo v publikacích, kdy pan dizertant bude v blízké budoucnosti obhajovat nebo prezentovat dílo kolektivu, nebo v posudcích, kdy člověk hodnotí něčí výkon, který nikdy není úplně excelentní...takové noticky mohou být iniciačním momentem, kdy celá práce kolektivu, někdy práce za velmi dlouhou dobu, s financováním často na dluh, jde do kytek!!! Mohu komentovat, že urazit třeba Japonce je velmi snadné a časově posléze nevysvětlitelné a nesmazatelné... Přeji panu dizertantovi do budoucna, aby dokázal při psaní libovolného textu s citem ctít mantinely, které daný text vyžaduje.

Posouzení práce podle obvyklých kritérií:

- a) Téma disertační práce **je velmi aktuální** především s ohledem na skutečnost, že celosvětová situace globálního pronikání partikulárních látek uvolňovaných emisemi do životního prostředí je dlouhodobě neudržitelná.
- b) Disertační práce **splnila beze zbytku své cíle**, které si vytýčila;
- c) Při vypracování práce autor **využil exaktní postupy**, které se v oboru využívají a vyvinul exaktní postupy nové;
- d) Výsledky práce **posouvají možnosti** detekčních technologií postihnout stav emisí a promořování zemské atmosféry částicovými zplodinami emitovanými spalováním biomasy, které mohou do budoucna přispět jako podklad pro enviromentální zásahy na úrovni národní i nadnárodní. Práce přispívá pro rozvoj vědního oboru;
- e) Cením si na práci dobře čitelného písemného projevu i v podstatě dobré grafické úpravy disertační práce a její jazykové úrovně;
- f) Disertační práce **obsahuje původní a uveřejněné výsledky** a výsledky přijaté k uveřejnění. Kvituji, že pan doktorand časově stihl mimo jiné uveřejnit podstatné aspekty své práce v renomovaném odborném časopisu Renewable Energy (ISSN 09601481 se slušným IF 6,3; CiteScore 11,2 (2019) a počtem citací této publikace k únoru 2024 již 13 WoS, 19 GS) a především v časopisu Energy (ISSN 03605442 s IF 8,9; CiteScore 13,4 (2021)).

Pan disertant Ing. Tomáš Sitek prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Autor disertační práce splnil všechny požadavky uvedené zákonem, které jsou nutné pro obhajobu své práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje a proto **doporučuji**, aby předložená disertační práce

Ing. Tomáše Sitka byla přijata k obhajobě.

V případě, že autor svou disertační práci úspěšně obhájí, doporučuji, aby mu byl podle zákona o vysokých školách v jeho aktualizovaném znění udělen vědecko-akademický titul „Philosophiae doctor“ (ve zkratce „Ph.D.“ uváděné za jménem) ve vědním oboru Konstrukční a procesní inženýrství.

prof. Ing. Tomáš Svěrák, CSc.,
Professor of Chemical Engineering
e-mail: svcrak@fch.vutbr.cz
mobile: +420 724 203 287

Brno, 27. května 2024

Dotaz pro obhajobu pana doktoranda Ing. Tomáše Šitka:

V rámci vykonaných experimentů tepelné dekompozice vzorků biomasy dosahovala expoziční teplota vzorků až 600 °C (str.36₁₇), což je výrazně nad bodem vznícení biomasy. Přesto při analýzách emitovaných partikulárních látek zachycených na membránách nebyl zachycen žádný elementární uhlík, i když experimenty alternativně probíhaly v oxidačním i redukčním prostředí. Můžete tuto skutečnost komentovat?

prof. Svěrák

27.5.2024