

Oponentní posudek dizertační práce

připravené Ing. Igorem Hudákem na téma

Vliv inertních plynů na charakteristické podmínky spalování

Ing. Igor Hudák absolvoval doktorské studium na FSI VUT v Brně v oboru „Konstrukční a procesní inženýrství“ zabezpečeném Ústavem procesního inženýrství.

1. Téma a cíle dizertační práce

Téma práce je zaměřeno na problematiku vlivu inertních plynů na charakteristické podmínky spalování především pak u plynných paliv s vysokým obsahem inertních plynů – a je tedy zaměřena na problematiku spalování nízko výhřevných paliv.

Dizertační práce Ing. Igora Hudáka, obsahuje 12 hlavních kapitol, seznamy použitých symbolů, obrázků, zkratk, informačních zdrojů (101 odkazů) a příloh (15 položek).

Obsahuje také silně nadstandardní přehled vlastních tvůrčí činnosti autora, který čítá 14 vlastních publikací, 1 užitný vzor a 1 technické řešení nacházející se nyní v patentovém řízení. Z textu práce dále vyplývá, že doktorand je mimoto aktuálně spoluautorem také 2 dalších funkčních vzorků z předmětné oblasti dizertace a dalšího technického řešení, které se nyní rovněž v patentovém řízení.

Již tento zmíněný výčet autorových aktivit naznačuje, že cíle dizertační práce, týkající se výzkumu spalování nízko výhřevných paliv, jež si autor vytýčil a konkrétně specifikoval v úvodní kapitole 1 na str. 13 dizertační práce, byly splněny.

2. Hodnocení a připomínky k dizertační práci

Jde nepochybně o aktuální téma s výrazným průmyslovým a inovačním potenciálem a s vysokou odbornou náročností řešení. Vlastní hodnocení a připomínky k dizertační práci tak člením na samostatné hodnocení odborné technické úrovně práce a samostatné hodnocení formální úrovně práce.

2.1 Odborná technická úroveň dizertační práce:

Odborná technická úroveň dizertační práce je na vysoké úrovni. Oceňuji přehledný rozbor problematiky u hlavních teoretických kapitol 2 až 5, zaměřených na principy tvorby a metody snižování oxidů dusíku, emisní limity, přenos tepla, principy měření teploty pomocí termočlánků a rozbor aktuálních nízko výhřevných plynů, a také systematičnost, konkrétnost a ucelenost technického výkladu vlastního řešení soustředěného v hlavních praktických kapitolách 6 až 12, zaměřených na problematiku výpočtových simulací spalování, fyzikální a chemické vlastnosti nízko

výhřevných plynů, vývoj konstrukčního řešení směšovací stanice pro přípravu experimentálních nízko výhřevných plynů, přípravu a návrh hořáku pro spalování nízko výhřevných plynů a jeho následné experimentální zkoušky spalování dle připraveného plánu zkoušek včetně testování modifikací vestaveb hořáku a detailního vyhodnocení výsledků měření včetně chybové analýzy.

Zejména oceňuji, že jako součást práce vznikly dva původní návrhy technických řešení, ze kterých byly následně vyrobeny funkční vzorky zařízení. Zařízení vznikla po načerpání dostatečného množství poznatků v oblasti spalování nízko-výhřevných paliv. Zkonstruovaná zařízení odpovídají posledním trendům v této oblasti a umožňují pracovat s běžně dostupnými složkami průmyslově využívaných paliv. Prvním zařízením je směšovací stanice plynů, uzpůsobená pro velké průtoky plynů, jež umožňuje připravit paliva o nízké výhřevnosti. Druhým zařízením je hořáková vestavba LPH, umožňující efektivně spalovat paliva s kolísajícím složením. Unikátní konstrukce hořákové vestavby je v současné chvíli podrobena patentovému řízení.

Z pohledu odborné úrovně práce tak autor naprosto jasně prokazuje svoji odbornost. Jím zvolené metody řešení jsou na adekvátní úrovni odpovídající nárokům řešené problematiky. Dizertační práce splnila vytyčené odborné technické cíle.

2.2 Formální úroveň dizertační práce:

Formální úroveň dizertační práce je na výborné úrovni jak po textové, tak grafické stránce. Z tohoto pohledu práci řadím mezi nejlepší, s jakými jsem se měl možnost v rámci mé dosavadní oponentské praxe dosud setkat. Oceňuji zejména maximální snahu doktoranda o jednotný vizuální styl práce a snahu o výstižné technické formulace, stejně jako naprosté minimum výskytu gramatických či grafických chyb či překlepů. Nalezené nedostatky formálního charakteru, které nyní uvádím, jsou tak především mým subjektivním záznamem pro mě neobvyklých formulací některých vět, pojmů, či poznatků. Z tohoto pohledu upozorňuji doktoranda na tyto formální neobvyklosti, jež jsem v jeho práci zaznamenal:

- Občasné použití nedokonale či nevhodně stylisticky provedených vět, či obrátů, které by bylo možné formulovat vhodněji a výstižněji:
 - například první věta pod rovnicí (20) str. 28 („I přesto, že pro vodiče lze použít prakticky jakýkoliv vodič ...“)
 - nebo první věta v kap. 3.3 („Radiace (záření) je patrně nejdůležitějším mechanismem, který popisuje přenos tepla“.)
 - nebo v kap. 10 na str. 67 se ve fázi návrhu hořáku autor odkazuje - pro čtenáře poněkud netradičně a nelogicky - na výsledku analýzy problémů prezentované až v kap. 11.5 a 11.6.
- Občasné nejednotné pojmenování či užití nesprávného odborného pojmu:

- například v první větě v kapitole 6 na str. 43 je použit pojem „fyzicko-chemické vlastnosti“, správně má však být „fyzikálně-chemické vlastnosti“
- nebo parametr A v rovnici (16) je nazván „plocha přestupu tepla“ správně má být „plocha výměny tepla“
- či parametr Q_H je v seznamu symbolů nazván „přenos tepla“ a v rovnicích (16) a (17) na str. 27 jako „předané teplo“ ve všech případech navíc s chybně uvedenou jednotkou „W.s“ (zřejmě překlep, správná jednotka je „W“).
- Drobné nedokonalosti formátování či názvů použitých softwarových produktů:
 - například název obr. 11.47 odskočil na jinou stranu (str. 104) než kde je obrázek (str. 103)
 - či použití názvu softwaru CHEMCAD bez čísla použité verze či odkazu na poskytovatele softwaru (např. v kapitole 6 str. 43) není obecně považováno za zcela korektní, stejně jako používání jeho skloňovaného názvu (např. pod rovnicí (32) na str. 45).
- Vizualně efektní jednotný grafický styl u všech více křivkových grafů využívající barevnou škálu odstínů modrých křivek (tj. např. obrázky 11.6-7, 11.16-18, 11.29-37, 11.47-54) je z mého pohledu občas nedostatečně jasně v obrázku rozlišitelný a preferoval bych výraznější škálu barevných odstínů.

Přes tyto drobné formální připomínky konstatuji, že dizertační práce má logickou strukturu, je přehledná a umožňuje rychlou orientaci. Její celková formální úprava i jazyková úroveň je velmi dobrá. Použité literární zdroje jsou úplně a správně citovány.

3. Otázky k dizertační práci

V diskuzi k obhajobě dizertační práce mám na doktoranda následující dotazy:

- 1) K převzatým grafům na obrázcích 2.1, 2.3 a 2.4 nejsou v textu práce zmíněny informace související s jejich vyhotovením. Pro jaké palivo a podmínky jeho spalování (a případně i typ hořáku) jsou zmíněné grafy znázorněny?
- 2) V kapitole 10.1 na str. 67 (v zadávacích parametrech pro návrh hořáku) se uvádí, že záměrem je návrh hořákové vestavby zakončené hořákovou hlavou, která umožní spalování nízko-výhřevného paliva (směs metanu a inertního plynu) o minimální výhřevnosti až 5 MJ/m_N^3 . Avšak v tab. 11.1 a v kap.10.2 je na str. 69 uvedena hodnota minimální výhřevnosti 6.9 MJ/m_N^3 . Je důvodem provedené změny kapacitní potřeba a s ní související zvětšení průměru přírodního potrubí plynu nebo něco jiného?
- 3) Výsledky experimentálního testování jednotlivých modifikací hořáku uvedené v

tabulkách 11.7, 11.9 a 11.11 obsahují mimo jiné například také naměřené hodnoty délek a průměrů plamene. Jakým způsobem bylo prováděno měření délky a průměru plamene a v jakém tolerančním pásmu se naměřená data (uvedená ve zmíněných tabulkách) pohybují?

- 4) V závěru práce ve výhledu pro budoucí činnost mimo jiné uvádíte, že pro další snížení výhřevnosti by bylo vhodné vyrobit směšovač, ke kterému by bylo možné připojit více svazků plynu, aby bylo eliminováno jejich zamrzání. V ideálním případě by bylo vhodné u oxidu uhličitého připojit alespoň tři svazky tak, aby odběr plynu nepřesáhl 60 m^N³/hod/svazek. Rozvedte blíže toto sdělení.

4. Závěr

Souhrnně s přihlédnutím k výše uvedenému konstatuji, že doktorand Ing. Igor Hudák splnil cíle zadání disertační práce a prokázal schopnost samostatné vědecko-výzkumné práce stejně jako odpovídající odborné znalosti. Disertační práce je vysoce aktuální přímo průmyslově aplikovatelná a disponuje výrazným inovačním potenciálem a možnostmi úspěšného komerčního využití. Splňuje v celém rozsahu a na vysoké odborné úrovni stanovené cíle i požadavky, které jsou na disertační práce kladeny Zákonem o vysokých školách 111/98 Sb. Proto **doporučuji práci k obhajobě** a doporučuji, aby po jejím úspěšném obhájení **byl panu Ing. Igoru Hudákovi udělen akademický titul Ph.D.**

V Brně 11. 5. 2017



doc. Ing. Zdeněk Jegla, Ph.D.
oponent disertační práce