

Posudek diplomové práce „Třístupňový impaktor pro měření emisí tuhých částic“

Diplomant: Ondřej Červený

Oponent: Pavel Vybíral

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní ČVUT v Praze

Zadání práce

Cílem práce bylo zhodnotit problematiku emisí a imisí tuhých znečišťujících látek v ČR se zaměřením na frakce částic PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁. Dále pak navrhnout kaskádní impaktor pro měření emisí frakcí částic PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁ v rozsahu průtoků 2 až 6 m³/h s posouzením vlivu korekce na skluz a určit regulaci průtoku impaktorem pro vzduch a spaliny ze spalování černého a hnědého uhlí v rozsahu teplot 0 až 200 °C.

Shrnutí práce

V práci přiměřeného rozsahu se diplomant nejdříve věnuje legislativě v ochraně ovzduší se zaměřením na emisní a imisní limity, zejména pro zdroje o tepelném výkonu < 300 kW, kde správně diskutuje jistý rozpor mezi zákonem o ochraně ovzduší a normou ČSN EN 303-5:2013 uvádějící požadavky pro zdroje tepla na pevná paliva. Dále je zmíněna otázka měření emisí a imisí.

V další krátké kapitole je popis a zhodnocení vývoje stavu ovzduší v ČR zejména z hlediska znečištění částicemi frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}. Následující kapitola, ve které bylo čerpáno zejména z jednoho zdroje, je věnována vlivu jemných suspendovaných částic na zdraví lidí.

Následuje kapitola o možnostech měření koncentrace tuhých znečišťujících látek, která je stručným popisem základních měřících metod. Další velmi krátká kapitola definuje ekvivalentní velikost částice dle pádové rychlosti.

Dále je již kapitola s návrhem třístupňového kaskádního impaktoru skládající se z výpočetní části a části řešící konstrukci. V následující kapitole je popsáno vlastní měření, regulace a vyhodnocení jednak pro suchý vzduch a jednak pro spaliny ze spalování hnědého a černého uhlí, kde jsou zpracovány závislosti průtoku na teplotě pro reálné rozsahy obsahu vlhkosti ve spalinách a hodnoty součinitele přebytku spalovacího vzduchu. Jsou zde také komentovány možné zdroje nepřesností měření.

Zhodnocení diplomové práce

Téma práce patřilo mezi náročnější. Diplomant zvolil správný postup řešení a prokázal velmi dobrou orientaci v problematice. Práce je zpracována jasně a přehledně, je přiměřeně stručná, ovšem ve výpočtové části by bylo u zásadních výpočtů vhodné pro větší srozumitelnost a přehlednost uvést v textu reálné dosazení a výpočet, třebaže jsou tyto výpočty na přiloženém CD.

Formální a jazyková úroveň je velmi dobrá. Text je srozumitelný, dobře čtivý. Občas se vyskytly nesprávně použité nebo chybějící čárky ve větách, v textu se objevilo i pár pravopisných chyb. Použité zdroje jsou citovány správně.

Připomínky k diplomové práci

K práci mám několik připomínek:


- V kapitole 2.2 je u tab. 5 neúplný název bez specifikace zdrojů.

- V kapitole 2.2.1 by bylo vhodné doplnit ve větě „V normě je horní hranice výkonu 500 kW na rozdíl od 300 kW v zákoně.“, že to je na rozdíl od 300 kW příkonu.
- V kapitole 3 o vývoji stavu ovzduší v ČR se uvádí, že „k významnému zlepšení imisních koncentrací došlo v 90. letech, kdy byla zavedena opatření v oblasti průmyslu a energetiky“. Ke zlepšení však vedlo nejen zavedení opatření zejména díky přísnější legislativě, ale i restrukturalizace průmyslu vlivem změn po r. 1989.
- V kapitole 3 dále není jasné, co je „průměrný stav imisí v roce 2017“. Zde by bylo vhodné nějaké srovnání s ostatními státy v Evropě například pomocí měrných územních imisí apod.
- V kapitole 3.1 „Částice PMx“ je zmínka o částicích PM1, kde nejsou stanoveny imisní limity a není tolik dat o jejich koncentraci, nicméně i přesto by bylo vhodné zhodnocení, jaká je situace.
- V kapitole 5.1 „Gravimetrická metoda“ se uvádí norma ČSN ISO 9096. Tato norma však již před několika lety byla zrušena. Dále by zde byl vhodný nějaký vzorec popisující veličinu střední koncentrace po průřezu.
- Rovněž v kapitolách 5.2 „Fotometrická metoda“ a 5.3 „Radiometrická metoda“ by byla vhodná vysvětlení, příp. vzorec, navíc uváděné veličiny I_0 , I_1 , N_0 , N_1 nejsou vysvětleny a chybí v seznamu veličin.
- Symboly a , a_1 , u_p uvedené v kapitole 6 nejsou v seznamu veličin.
- V kapitole 7.1 není jasné, proč je hodnota \sqrt{Stk} rovna právě 0,474.
- V kapitole 7.1 „Výpočetní část návrhu“ a dále v kapitole 8.1 „Regulace průtoku“ by bylo vhodné ukázky výpočtu zařadit do textu, aby byly zřejmé jednotlivé kroky a výsledky výpočtu (např. v kap. 7.1 výpočet velikostí částic, v kap. 8.1 výpočet závislosti průtoku na teplotě, výpočet hustoty, viskozity a průtoku spalin ze spalování uhlí).
- Kapitola 7.1 „Poznámky ke konstrukci impaktoru“ má stejné číslo jako kapitola 7.1 „Výpočetní část návrhu“, zřejmě mělo být 7.2.
- V kapitole 7.1 „Poznámky ke konstrukci impaktoru“ se při popisu rozdělení průtoku plynu na stupních uvádí, že ve 3. stupni je navíc další skupina otvorů a budou zde jiné poměry než na 1. a 2. stupni. Bylo by vhodné bližší vysvětlení.
- V kapitole 8.1.2 „Spaliny uhlí“ jsou závislosti průtoku spalin na teplotě v rozsahu 0 až 200 °C. Ovšem reálná použitelnost při nižších teplotách by byla ovlivněna kondenzací vlhkosti ve spalinách, což není vůbec zmíněno a diskutováno.

Zhodnocení a klasifikace diplomové práce

Zadání diplomové práce bylo splněno v plném rozsahu a diplomová práce má velmi dobrou úroveň. Vzhledem k náročnosti zadání a výše zmíněným připomínkám ji hodnotím klasifikačním stupněm **B (velmi dobře)**.

V Praze dne 6. 8. 2019


Pavel Vybíral

Otázky pro obhajobu:

- 1) Upřesněte reálnou použitelnost závislosti průtoku spalin ze spalování uhlí impaktorem na teplotě spalin při nižších teplotách cca pod 60 °C.
- 2) Proč byla hodnota \sqrt{Stk} pro návrh impaktoru zvolena právě 0,474?