

Oponentský posudok dizertačnej práce

Názov práce: „Efektívni spalování alternativních paliv
v pístovém spalovacím motoru“

Autor: Ing. Zbyněk Syrovátka

Školiteľ: Prof. Ing. Michal Takáts, CSc.

Pracovisko: České vysoké učení technické v Prahe
Fakulta strojní
Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

Študijný odbor: Dopravní stroje a zařízení

Predložená práca obsahuje 96 strán textu vrátane obrázkov, tabuliek, diagramov, fotografií a príloh. Práca sa zaoberá experimentálnym a modelovým vývojom zapaľovacieho systému zážihového spaľovacieho motora s vyplachovanou pred-komôrkou. Práca analyticky hodnotí dosiahnuté výsledky a prispieva k pochopeniu zložitých procesov spaľovania alternatívnych palív, ktoré sa v spaľovacom motore odohrávajú.

Hodnotenie práce

Cieľ dizertačnej práce

Autor práce vychádzal z rozboru existujúcich riešení a za cieľ práce si stanovil „Efektívne spaľovanie plyných palív v piestovom spaľovacom motore pre automobilové aplikácie za účelom zvýšenia jeho účinnosti, obmedzenia nežiadúcich environmentálnych dopadov a splnenia požiadaviek legislatívy s čo najjednoduchším systémom na dodatočnú úpravu spalín.“ Tento cieľ riešil s aplikáciou pred-komôrky, ktorá umožnila spaľovanie v režime tak stechiometrickej (plné zaťaženie) ako aj extrémne chudobnej (čiastočné zaťaženie) zmesi. Kombinácia experimentu a modelovania priniesla nové poznatky v tejto oblasti. Ciele práce spĺňajú a v mnohých častiach prekračujú požiadavky na dizertačné práce stanovené vysokoškolským zákonom.

Úroveň analýzy súčasného stavu problematiky riešenej v dizertačnej práci

Analýzou súčasného stavu problematiky autor poukázal na možnosti využitia pred-komôrky v zážihovom spaľovacom motore s pohonom na alternatívne palivá pre automobilovú aplikáciu. Na cieľoch dizertačnej práce pracoval vo viacčlennej riešiteľskej kolektíve, ktorý realizoval výskum v rámci viacerých grantových projektov s podobnou témou v priebehu jednej dekády. Kvalifikovane zvládol úlohy súvisiace nielen s návrhom optimálnej pred-komôrky ale aj so samotnými modelovými prácami a experimentami.

Teoretický prínos dizertačnej práce

Teoretický prínos práce vidím v komplexnosti riešenia optimalizačných úloh zložitých termodynamických procesov v pred-komôrke spaľovacieho motora, ktoré súvisia s dosiahnutím jeho optimálnych parametrov. Modelová analýza procesov v pred-komôrke pomohla k lepšiemu pochopeniu dejov, ktoré sa v nej ako aj v hlavnom spaľovacom priestore odohrávajú.

Praktický prínos dizertačnej práce

Praktický prínos práce vidím v experimentálnej a modelovej analýze aplikácií alternatívnych palív pre zážihový spaľovací motor s pred-komôrkou, ktorý je využiteľný v automobilovej doprave. Je potrebné tiež oceniť aj náročnú konštrukčnú a experimentálnu prípravu, ktorá umožnila snímanie fyzikálnych veličín v samotnej pred-komôrke.

Vhodnosť použitých metód riešenia

K dosiahnutiu cieľa práce boli použité vhodné metódy matematickej, modelovej a experimentálnej analýzy. Prípravu experimentálnych prác a kvalitu samotných náročných experimentov pokladám za zvládnutú na veľmi dobrej úrovni. Stručne možno konštatovať, že autor práce vhodne aplikoval pokročilé metódy a postupy potrebné pre riešenie práce. Použité metódy doktorand zvládol kvalifikovane tak z hľadiska rozsahu ich použitia, ako aj z hľadiska vyhodnotenia modelových a experimentálnych výsledkov.

Preukázanie odpovedajúcich vedomostí v danom odbore

Doktorand presvedčivo preukázal obsiahle vedomosti v danom odbore. Rozsah práce, kvalita dosiahnutých výsledkov a diskusia k nim svedčia o tom, že doktorand má dobrý prehľad a získal širokospektrálne vedomosti v danej oblasti odboru. Po odbornej stránke doktorand vypracoval dizertačnú prácu na veľmi dobrej úrovni.

Formálna úroveň práce

V práci som zistil formálne chyby, najmä ako rozdiely v označovaní veličín v texte práce a v zozname použitých veličín a symbolov. Tieto rozdiely sú uvedené vo formálnych pripomienkach k práci. Grafický prejav práce hodnotím pozitívne. Celkovo pokladám prácu po formálnej stránke vypracovanú na dobrej úrovni.

Pripomienky k práci a námety na diskusiu:

1. Z formálnych pripomienok k práci uvádzam nasledovné:

a) Práca je napísaná v českom jazyku, preto všetky anglické texty na obrázkoch v práci je potrebné uvádzať v texte pod obrázkami (napr. Obr. 9, 11, 15, 16, 19 a ďalšie) aj v preklade do českého jazyka. To platí aj pre prevzaté obrázky. Zlepší sa tým zrozumiteľnosť práce.

b) Zoznam použitých symbolov a označení (ďalej len zoznam) sa musí zhodovať s označením veličín v práci. Je užitočné vždy na to myslieť pri jej písaní. Uvádzam niektoré nezrovnalosti. Označenia bTDC, aTDC, ATDC (tieto nie sú komentované v zozname ani v celej práci); v zozname nie sú označenia IS NO_x, std IMEP; označenie cov na Obr. 20 má byť COV; v texte práce sa vyskytuje označenie COV_{IMEP} ale v zozname je COV_{imep}, podobné rozdiely sú na Obr. 29 v označení na obrázku a v popise pod nim; emisný index metánu sa v texte a na obrázkoch označuje EI_{CH4}, alebo EI CH₄ ale v zozname ako EI_{CH4}; p_{Cyl}, p_K (Obr.22 rozmer na zvislej osi má byť bar namiesto bara, podobne rozmer na Obr.24) sú v zozname označené ako p_{cyl} a p_K (označenia p_{Cyl}, p_K mali byť k nim v zozname pridané); k označeniu „lambda“ v zozname bolo potrebné pridať aj L ktoré sa na obrázkoch používa; v texte práce ani v zozname nie je uvedené označenie indikovanej účinnosti eta_i (Obr. 23); autor si zvolil v práci označenia viacerých veličín pomocou označení z angličtiny (CA, IMEP...), preto pokladám za vhodné popis týchto veličín v zozname doplniť aj o anglické znenie danej veličiny ako to autor urobil, napr. pri označení ROHR; predstih na Obr. 26 je dosť nezvykle udaný v záporných hodnotách °CA aTDC namiesto jeho uvedenia na druhej osi v °CA bTDC, na ďalšom obrázku Obr.27 je rozmer predstihu uvedený v ° CA ATDC namiesto °CA aTDC, navyše na tomto obrázku je metanový index označený aj s rozmerom ináč ako je to v zozname označení; na Obr. 33 je rozmer predstihu udaný v deg. Aby som nevypisoval ďalšie nezrovnalosti (napr. v zozname chýba označenie RGC Obr. 34) chcem zdôrazniť, že je potrebné, aby sa autor pri písaní publikácií v budúcnosti pozorne venoval väčšej zhode medzi údajmi uvádzanými v práci a údajmi v zozname symbolov a označení. (Pozn. pre autora

práce, ktorá ale platí aj všeobecne: Aj pre publikácie platí „Dokonalosť práce v každom ohľade spočíva v dokonalosti jej detailov“.)

c) V texte pod obrázkami s výsledkami experimentov pokladám za užitočné uvádzať v podmienkach, k vôli ich úplnosti, aj použité palivo, aj keď autor v texte práce v kap. 3.5 na str.23 uvádza že použité palivo je zemný plyn, ak nie je uvedené inak, avšak, napr. na Obr.4 už na str. 18 sú vynesené priebehy tlakov a čitateľ ešte nevie s akým druhom paliva sa tieto výsledky získali. Inak povedané uvedenie druhu paliva zlepšuje rýchlejšiu orientáciu čitateľa v podmienkach experimentu.

2. Ako som uviedol vyššie, vo výskumnom tíme na danej téme pracovalo počas dlhšieho obdobia viacero spolupracovníkov autora práce. Tímová práca je v súčasnosti pri získavaní nových poznatkov v odbore priamo nevyhnutná. Preto je ale potrebné na záver práce venovať krátku kapitolu zhodnoteniu „vlastného prínosu autora k práci“. Táto kapitola nie je v závere práce uvedená, odporúčam preto, aby sa autor k vlastnému prínosu k práci vyjadril pred komisiou.

3. V kap. 4.3.1 autor uvádza nastavovanie hodnoty predstihu zapalovania pre experimenty väčšinou tak, aby sa splnila podmienka $CA_{50} = 10$ °CA aTDC. Otázka znie: Má to autor overené z priebehu vyhorievania paliva, pre dané zloženie zemného plynu? To totižto nie je univerzálna hodnota, ale je závislá od použitého paliva, resp. od jeho zloženia a priebehu jeho vyhorievania. Na dokladovanie tohto tvrdenia uvádzam, že na našom pracovisku sme na motore LGW 702 napr. pri otáčkach 1500 1/min a optimálnom uhle predstihu zapalovania (max. moment točivý) pre palivo čistý metán a pre stechiometrickú zmes merali $CA_{50} = 8,6$ °CA aTDC a pre syntézne plyny podľa ich zloženia a najmä množstva vodíka v palive to bolo od 2 do 8,5 °CA aTDC. Autor ďalej na str.27 uvádza, že pri modelovaní sa zadávali namerané hodnoty CA_{50} . Otázka znie: Prečo sa pri modelovaní nezadávali hodnoty $CA_{50} = 10$ °CA aTDC? Aké boli konkrétne hodnoty optimálneho uhla predstihu zapalovania pre dosahovanie max. momentu pre použité alternatívne palivá (najmä pre rôzne zmesi zemného plynu a pridávaného vodíka až do 50% obj.) a aké boli im odpovedajúce uhly otočenia kľukového hriadeľa pre CA_{50} ? Sú známe autorovi hodnoty COV_{imep} okrem zemného plynu?

4. Pri modelovaní spaľovania sa vývin tepla riešil pomocou jednoduchšej Wiebeho funkcie. Otázka znie: Aké boli konkrétne hodnoty koeficientov tejto funkcie pre jednotlivé druhy alternatívnych palív, resp. pre rôzne zmesi zemného plynu a vodíka?

5. Aké boli najťažšie konštrukčné problémy pri riešení pred-komôrky, ktoré bolo potrebné prekonať (okrem zmeny polohy iskrišťa, ktorá sa očakáva v budúcnosti) a ktoré konštrukčné úpravy hlavného spaľovacieho priestoru pokladá autor za potrebné a realizovateľné v najbližšom období?

Záver

Ciele práce autor splnil. Predloženú dizertačnú prácu odporúčam k obhajobe a po jej úspešnom priebehu odporúčam udeliť Ing. Zbyněkovi Syrovátkovi vedecko-akademický titul PhD..