

Oponentní posudek doktorské disertační práce

Oponent: prof. Ing. Milan Pospíšil, CSc., VŠCHT Praha, Ústav technologie ropy a alternativních paliv

Název práce: **Potenciál vznětového dvoupalivového motoru z hlediska snižování emisí skleníkových plynů**

Autor: **Ing. Ivan Bortel**

Školitel: **prof. Ing. Michal Takáts, CSc.**

Studijní obor: **Dopravní stroje a zařízení**

Pracoviště: **České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní**

Předložená doktorská disertační práce se zabývá aktuální problematikou snižování emisí skleníkových plynů (GHG) z provozu vozidel se spalovacími motory, resp. hledáním nových konceptů, jak stávající, funkční a ověřenou techniku modifikovat tak, aby bylo umožněno i její budoucí využití za podmínek razantně se snižujících legislativních požadavků na emise škodlivin ve výfukových plynech, včetně emisí skleníkových plynů. Vše nasvědčuje tomu, že navzdory všem politickým proklamacím a idealistickým představám, plošnou elektromobilitu (vč. využití palivových článků) nelze uvažovat za jediné možné univerzální a udržitelné řešení ekologické dopravy. Minimálně v sektoru silniční nákladní dopravy budou klasické spalovací motory ještě dlouhou dobu představovat prakticky jediné racionální řešení, a právě koncept dvou-palivových systémů kombinujících kapalná a vhodná plynná paliva, by mohl výrazně přispět k plnění přísných ekologických limitů na emise oxidu uhličitého. Proto téma předmětné disertační práce považuji za velice užitečné a potřebné.

Dosažení v disertaci stanoveného cíle

Lze konstatovat, že doktorand splnil všech 5 dílčích cílů stanovených ve své disertační práci, tj. zhodnocení potenciálu využití alternativního biopaliva HVO namísto motorové nafty, a to i ve dvou-palivovém uspořádání, dále zhodnocení možností dvou-palivového konceptu spalovacího motoru NM-zemní plyn a NM-vodík a konečně ověření konceptu snížení výfukových emisí GHG v reálném provozu vozidla pomocí vhodných simulačních nástrojů. Tímto **dosáhl i hlavního stanoveného cíle** – prozkoumání potenciálu vznětového dvoupalivového motoru ve vztahu ke snížení výfukových emisí GHG s ohledem na požadavky současné a budoucí evropské legislativy.

Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Autor doktorské disertační práce provedl podrobnou rozsáhlou rešerši informací z relevantní odborné literatury (celkem 140 odkazů), v které mapuje jak možná technická řešení snižování emisí skleníkových plynů pro oba základní druhy spalovacích motorů – zážehové i vznětové, diskutuje jejich potenciální výhody a rovněž i omezení, uvádí podstatné informace o možnosti využití dvou-palivových systémů využívajících kapalná a plynná paliva. Informace souvisejí s technikou a konstrukcí spalovacích motorů jsou vhodně a správně kombinovány se současnými poznatky analýzy celého životního cyklu spojené se zajištěním energie pro dopravu (LCA, Well-To-Wheel). Provedený rozbor stavu poznání v předložené doktorské práci plně odpovídá současným trendům řešení vědecko-výzkumné problematiky v dané vědní oblasti.

Teoretický přínos disertační práce

Doktorská disertační práce přináší velmi cenné porovnání konceptů dvou-palivových spalovacích motorů založené na experimentálních datech získaných na shodném zkušebním motoru. Získané charakteristiky spalovacího motoru lze tak mezi sebou velice dobře porovnávat bez nutnosti složitých přepočtů a modifikací dat. Zobecněné poznatky lze velice dobře využít pro další optimalizace a návrh dalších etap výzkumných prací a přípravy sofistikovaných modelových výpočtů a simulací.

Praktický přínos disertační práce

Za důležitý praktický přínos oponované doktorské disertační práce považuji sestavení funkčního dvou-palivového zkušebního motoru vybaveného vši potřebnou regulací a měřicími systémy, a především reálné, velmi důkladné, ověření jeho provozu. K dispozici je nyní výzkumné zařízení, které umožní efektivně provádět následný výzkum dvou-palivových konceptů spalovacích motorů zaměřený na optimalizaci např. některých konstrukčních prvků (tvar spalovacího prostoru, vstřikovače, EGR) nebo vlastního režimu provozu (algoritmy řídicí jednotky). Přehledná mapa základních charakteristik dvou-palivového konceptu v porovnání se standardním provozem spalovacího motoru na motorovou naftu velice prakticky usnadní další výzkumné práce při řešení problematiky snižování výfukových emisí. Pro následné praktické využití v reálném provozu vozidel se spalovacími motory mají význam i výsledky důkladného zmapování náhrady standardní motorové nafty ekologicky příznivějším alternativním motorovým palivem, a to hydrogenovaným rostlinnými oleji.

Vhodnost použitých metod řešení

Disertant nejprve provedl poměrně rozsáhlou rešerši odborné literatury a stavu poznání v daném oboru, kterou správně využil k naplánování racionálního rozsahu experimentálních prací. Logicky experimentální práce zahrnuje mapování zkušebního motoru následované návrhem jeho charakteristik. Vhodně ve své práci využívá rovněž simulační metody (simulace provozu více-válcového motoru, simulace jízdy vozidla) založené na validním setu experimentálních dat. Za cenné považuji to, že všechny experimenty s různými palivy a jejich kombinacemi byly provedeny na stejném zkušebním motoru, což umožňuje a usnadňuje vzájemné porovnání získaných výsledků. Chválím koncept rozdílových tabulek a grafů s využitím relativních hodnot, které umožňují čtenáři se velice rychle a bezproblémově orientovat v diskutovaných výsledcích.

Způsob, jak byly použité metody aplikovány

Metody použité pro řešení výzkumné problematiky disertační práce a jejich způsob použití plně odpovídá současnému stavu poznání v této vědní oblasti.

Prokázání odpovídajících znalostí v daném oboru

Autor prokázal dostatečné teoretické znalosti, schopnost tvůrčí vědecko-výzkumné práce, včetně přípravy a plánování experimentů a efektivní analýzy a hodnocení získaných výsledků. Kladně hodnotím rovněž pragmatický přístup autora k modelovým výpočtům a simulacím, kterými vhodně doplňuje experimentální výsledky.

Formální úroveň práce

Předložená doktorská disertační práce má velice dobrou formální úroveň, je přehledně a logicky členěna. Práce je velmi kvalitní i z hlediska jazykové úrovně.

Připomínky a dotazy k disertační práci

1. Bylo by vhodné doplnit základní kvalitativní rozbor motorové nafty použité pro experimentální měření, zejména co se hustoty, obsahu aromatických a polyaromatických uhlovodíků týká. Uvedené parametry mají významný vliv především na tvorbu pevných částic a kouřivost motoru. Ve směsi s nearomatickým HVO by bylo velmi zajímavé zjištění, zda existuje korelace tvorby PM a případně i CO právě s obsahem aromátů, které se z principu obtížněji oxidují než ostatní uhlovodíky nearomatického charakteru.
2. Jak si autor vysvětluje v případě dvou-palivového motoru NM-vodík, na jednu stranu nárůst obsahu THC v emisích a současně pokles obsahu CO? Z hlediska chemického je obtížně vysvětlitelné, proč tyto dva parametry jdou proti sobě?
3. Jaká je chyba, resp. opakovatelnost měření emisí na zkušebním motoru? Bylo by dobré do tabulky uvést tyto informace tak, aby byla k dispozici ještě další informace o spolehlivosti emisních měření, která by pomohla ještě k preciznější interpretaci experimentálních emisních dat (zda pokles o několik %-bodů je či není ovlivněn chybou měření).

Závěrečné hodnocení

Závěrem lze konstatovat, že disertační práce „Potenciál vznětového dvoupalivového motoru z hlediska snižování emisí skleníkových plynů“ autora Ing. Ivana Bortela splňuje všechna věcná a formální kritéria kladená na doktorskou disertační práci. Oponovanou **doktorskou disertační práci proto doporučuji předložit k obhajobě.**

V Praze, 27. června 2021

prof. Ing. Milan Pošpišil, CSc.