

Oponentní posudek disertační práce

Fitting and Extrapolation of Turbocharger Turbine Maps

Oponent: Ing. Martin Babák, Ph.D.

Autor disertační práce: Ing. Adam Vondrák

Školitel: prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.

1. Aktuálnost tématu disertační práce

V současnosti je kromě užitných parametrů a ceny stále větší důraz kladen na co největší omezení škodlivých emisí vznikajících při provozu spalovacích motorů. Velmi proto narůstá potřeba po zpřesňování výpočetních prostředků, které by umožnily další vývoj potřebných technologií, kdy stávající úroveň přesnosti modelování již začíná být limitující. Do této snahy dobře zapadá téma této disertační práce, které je tedy velmi aktuální z hlediska současného i budoucího vývoje přeplňovaných spalovacích motorů.

2. Splnění stanoveného cíle disertační práce

Cílem této práce je předložit jednotnou metodu zpracování turbínových map, aby mohly sloužit jak pro analýzu výměny náplně válce spalovacích motorů, tak pro vzájemné porovnání různých turbínových stupňů v libovolném pracovním bodě. Vyvinutá metodika i uvedené výsledky dokazují, že uvedený cíl byl splněn.

3. Postup řešení problému a výsledky disertační práce

Autor podrobně popisuje a analyzuje současný stav poznání a používaných postupů zpracování turbínových map pro účely simulace přeplňování spalovacích motorů. Správně identifikuje jejich nedostatky a na základě teoretické analýzy problematiky formuluje hypotézy, které následně ověřuje. Navrhuje řešení pro nedostatky zjištěné v průběhu práce, tak aby výsledná metoda vyhovovala zamýšlenému využití. Zvolený postup řešení problému je tedy správný a dokumentované výsledky disertační práce jsou velmi dobré.

5. Význam pro praxi nebo rozvoj oboru

Současné zpracování turbínových map, jejichž zdrojem je především měření na plynových zkušebnách, je zatížené velkou mírou nejistoty, která nezřídka vede ke chybnému výběru konfigurace turbínového stupně. Je to dáno převážně tím, že se v praxi upřednostňuje použití automatických algoritmů dodávaných poskytovateli výpočetních systémů jako je např. GT-SUITE™. Kontrola a případná úprava parametrů matematické náhrady turbínové mapy však vyžaduje vysokou odbornost a zkušenosti z oboru aerodynamiky turbín, kterými

ovšem obsluha často nedisponuje. Proto tato kontrola a nezbytné úpravy, které by byly potřebné, nejsou běžně prováděny. Výsledky prezentované v této práci ukazují, že je možné tuto nejistotu významně redukovat. Dalším významným přínosem je možnost tuto metodu používat pro vzájemné porovnávání turbínových stupňů na definovaném rozsahu pracovních podmínek bez nutnosti kompletní analýzy spalovacího motoru. Význam pro praxi a rozvoj oboru je tedy vynikající.

6. Konkrétní přínos doktoranda

Konkrétním přínosem doktoranda je použití optimalizačních metod pro nalezení nejlepší matematické reprezentace turbínové mapy, která nemusí nutně přesně procházet naměřenými optimálními body, ale poskytuje nejlepší celkovou shodu s naměřenými daty. K dalším inovacím patří použití některých fyzikálních analogií a základních aerodynamických zákonů, jako je radiální rovnováha a proudění tryskou pro zásadní zpřesnění matematického modelu v oblastech velmi vzdálených naměřeným datům. Tím se chování matematického modelu turbínové mapy přibližuje reálnému chování, které čistě matematická extrapolace nedokáže zachytit a dosahované výsledky jsou tak i více konzistentní. Navržená metoda byla již implementována v použitelném programovém nástroji a s využitím SQL databáze, což vytváří dobré předpoklady pro nasazení ve standardním procesu u zaměstnavatele.

Jak je patrné ze seznamu publikovaných prací, tak byly některé výsledky práce doktorandem již publikovány na některých významných tuzemských i zahraničních konferencích.

7. Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Disertační práce je napsána v anglickém jazyce. Formální úprava práce a její jazyková úroveň je na výborné úrovni a zpracování celého dokumentu odpovídá požadavkům na něj kladeným.

Disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4*) zákona č. 111/1998 sb. o vysokých školách splňuje.

*(*4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti. Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.*

8. Jednoznačné stanovisko oponenta

Doktorand prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

doporučuji

disertační práci k obhajobě před komisí.

Připomínky a náměty:

1. Křivka Max. účinnosti na obr. 58 se zdá být realističtější než na obr. 59 s implementovanou penalizační funkcí. Navrhuji zvážit vypuštění této funkce z finálního postupu.
2. Dále navrhuji zvážit vypuštění dat účinnosti na nejnižších otáčkách z definice cílové funkce pro optimalizaci. Tato data jsou z plynové zkušebny zatížena největší nejistotou a často vykazují vysoké hodnoty účinností, které jsou s největší pravděpodobností nereálné. Získané průběhy účinností by pak byly v této oblasti hladší a bližší reálným hodnotám.

Otázky a dotazy k rozpravě a diskuzi:

1. V jaké fázi je implementace nově vyvinutého postupu na straně zaměstnavatele? Případně, jestli se objevily nějaké potíže se stabilitou celého procesu, když byl použit na větším vzorku naměřených dat?

V Brně 5.11. 2021

Ing. Martin Babák, Ph.D.

