

Vyjádření školitele prof. ing. Jana Macka, DrSc., k doktorské práci Ing. Zdeňka Žáka 1-D Unsteady Model of a Twin Scroll Radial Centripetal Turbine for Turbocharging Optimization

Ing. Zdeněk Žák zpracoval doktorskou práci na téma 1-D Unsteady Model of a Twin Scroll Radial Centripetal Turbine for Turbocharging Optimization při souběhu svého doktorského studia se zaměstnáním jako výzkumný pracovník ve Výzkumném centru Josefa Božka FS ČVUT v Praze a v Centru vozidel udržitelné mobility. Zde se dlouhodobě zabývá problémy simulace přepřňovaných spalovacích motorů a náhrady strojů pro přepřňování motorů pomocí různých složitých modelů. Z této posice se zúčastnil i řešení pracovního balíčku, zaměřeného na simulaci turbodmychadla a přepřňování projektu Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka.

Doktorand navázal na již provedené práce dalších pracovníků Centra vozidel pro udržitelnou mobilitu a na spolupráci s Gamma Technologies, Inc., tvůrce p1D programu GT Suite, jehož moduly bylo možno využít nekonvenčním způsobem pro urychlení výstavby modelu s podrobným podchycením dějů v radiální turbíně za nestacionárního provozu.

Doktorand osvědčil své technické i organizační schopnosti při zvládnutí velmi náročných experimentů, kdy konstruoval části měřicího stanoviště pro stacionární zkoušky turbin i úpravy zkušebního šestiválcového motoru John Deere, na němž je použita přímo měřená turbína. Přitom koordinoval provedení experimentů několika týmů na FS ČVUT i v ČZ a.s. Pro výsledky měření sestavil vyhodnocovací programy, kompatibilní s postupy pro kalibraci simulačního modelu. Tuto část práce je nutno hodnotit velice vysoko.

Samotný simulační model využívá modulů pro řešení nestacionárních diabatických 1D dějů v potrubních systémech se ztrátami, působením vnějšího zrychlení a se složitými okrajovými podmínkami, umožňujícími mj. spojení paralelních větví potrubí s následným míšením proudů. Děje v radiální dostředivé turbíně často za transsonických podmínek jsou prostorové a na rozdíl od axiálních turbin jsou v podrobnostech dosud nedostatečně prozkoumány. Zejména při parciálním ostřiku v bezlopatkovém rozváděcím ústrojí jde o velmi složitou záležitost. 1D model na střední proudnici je může postihnout jen po kalibraci integrálních součinitelů. Vyvinutý model umožňuje další podstatné rozšíření, které doktorand v čase, jež byl k dispozici, nemohl využít. Je škoda, že v této části nemohlo být použito genetického optimalizačního algoritmu a nezbyl čas na hlubší fyzikální analýzu s následnými úpravami modelu. I tak však je výsledek kombinace experimentů a simulací velmi dobrým základem dalšího rozvoje modelu. Bez finanční podpory z darů by ani nebylo možné zkoušky v ČZ a.s. v potřebném rozsahu hradit, což časový plán nadále komplikovalo.

Doktorandovi se podařilo použitím nelineárního řešiče parciálních diferenciálních rovnic problém simulace uspokojivě vyřešit a posunout možnosti optimalizace virtuálních motorů na vyšší úroveň. Současně je možné nalezené obecné závislosti použít při návrhu podobné konstrukce bez nutnosti předběžných opakovaných předběžných rozsáhlých výpočtů.

Práce byla publikována spolu s dalšími výsledky doktoranda v recenzovaném časopise MECCA a na motorářských konferencích tuzemských i zahraničních, zejména v SAE Papers prostřednictvím SAE World Congress Detroit. Práce má tedy jak dobrou úroveň, tak své aplikační uplatnění.

Doktorand osvědčil během svého studia a při zpracování práce své schopnosti vědecky pracovat v aplikovaném výzkumu, zejména kombinovat simulační metody (doplněné vlastním programátorským přínosem) s experimenty. Právě tak osvědčil svou vytrvalost a tvůrčí schopnosti pro experimenty.
Práci doporučuji k obhajobě.

Praha 1. 2. 2018