

## **Vyjádření školitele prof. ing. Jana Macka, DrSc., k doktorské práci Ing. Pavla Brynychy 1D Model of Roots-type Supercharger**

Ing. Pavel Brynych zpracoval doktorskou práci na téma 1D Model of Roots-type Supercharger 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 přeplňovaných spalovacích motorů a náhrady strojů pro přeplňování motorů pomocí různě složitých modelů, a to zejména objemových dmychadel Rootsova typu v souvislosti s jejich použitím pro dvoudobé naftové motory, řešené jako inovace v rámci projektů 9. rámcového programu EU POWERFUL a H2020 REWARD. Z této posice se zúčastnil i řešení pracovního balíčku, zaměřeného na simulaci turbodmychadel a přeplňování 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 1D programu GT Suite, jehož moduly bylo možno využít nekonvenčním způsobem pro urychlení výstavby modelu s podrobným podchycením dějů ve složitém objemovém stroji s výrazně nestacionárním stlačováním, netěsnostmi a velmi složitou geometrií, kterou zvládl díky použití 3D CAD modelu ovládaném pomocným skriptem pro určení geometrických charakteristik objemů, povrchů a průřezů netěsnostních štěrbin mezi zabírajícími zuby, skříňí dmychadla i kanály v ní.

Doktorand osvědčil své technické i organizační schopnosti při zvládnutí velmi náročných experimentů, kdy konstruoval části měřicího stanoviště a rozmístění tlakových snímačů pro rekonstrukci průběhu tlaku v rotující mezizubové štěrbině. Přitom koordinoval provedení experimentů i v ČZ a.s. v rámci evropského projektu POWERFUL. Pro výsledky měření sestavil vyhodnocovací programy, kompatibilní s postupy pro kalibraci simulačního modelu. Tuto část práce je nutno hodnotit velice vysoko, i když měření přinesla i další otázky, které nebylo možno již v rámci práce zodpovědět.

Samotný simulační model využívá modulů pro řešení nestacionárních diabatických 1D dějů v potrubních systémech se ztrátami a se složitými geometrickými okrajovými podmínkami v mezizubových prostorech šikmého evolventního ozubení o značné axiální šířce kol s výrazným podřezáním paty zubů, umožňujícími mj. spojení paralelně pracujících proměnlivých objemů přetokem netěsnostmi. Vyvinutý model umožňuje další podstatné rozšíření znalostí o dějích při téměř rázové kompresi zpětným vtokem již stlačeného plynu do mezizubového prostoru, otvírajícího se do výtlačku nejprve prostřednictvím předcházejících mezizubových objemů a posléze přímým spojením s výtlačným kanálem. Výsledek kombinace experimentů a simulací je velmi dobrým základem dalšího rozvoje modelu, o čemž svědčí i úspěšná kalibrace modelu vůči středním hodnotám naměřeného průtoku a izoentropické účinnosti i podrobné srovnání průběhu tlaku v mezizubové mezeře podle simulace a ze složeného signálu několika snímačů, rozmístěných na statoru stroje.

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 opakovaných rozsáhlých výpočtů a kalibrací.

Práce byla publikována spolu s dalšími výsledky doktoranda na motorářských konferencích tuzemských i zahraničních, zejména v SAE Papers prostřednictvím SAE World Congress Detroit. Publikované výsledky práce byly několikrát citovány a použity pro aplikační programy u Robert Bosch GmbH. i u Gamma Technologies Inc. v nejnovější verzi GT Suite/GT Power.

**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 rád doporučuji k obhajobě.

Praha 1. 2. 2019

Jan Macek