

ANALÝZA PROUDĚNÍ V LABYRINTOVÝCH UCPÁVKÁCH MALÉHO TURBOVRTULOVÉHO MOTORU

Autor: Ing. Michal Čížek

Školitel: doc. Ing. Zdeněk Pátek, CSc.

Školitel specialista: Ing. Roman Veselka

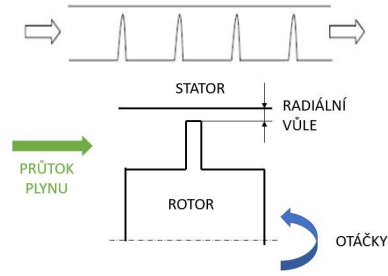
Studijní program: Strojní inženýrství

Studijní obor: Dopravní stroje a zařízení

Ústav letadlové techniky

Motivace

Tato práce byla vypracována s cílem dosáhnouti lepších výkonů malého turbovrtulového motoru díky optimalizaci labyrintových ucpávek motoru. Labyrintové ucpávky obecně slouží k nekontaktnímu těsnění pracovního prostoru motoru. Z dosavadního výzkumu vyplývá, že pro správné fungování ucpávky je nejdůležitějším faktorem radiální vůle tj. prostor mezi špičkami rotujících břitů a statorovým protikusem. Letadlový turbínový motor ale pracuje při jiných okrajových podmínkách než např. parní turbíny v energetice. Proto bylo nutné provést analýzu ucpávek na letadlovém motoru.



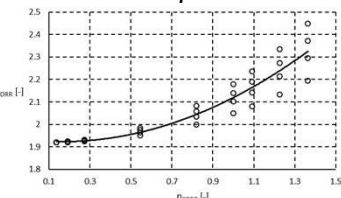
Cíle práce

1. Vytvoření modelu pro výpočet teploty plynu v labyrintové ucpávce letadlového turbínového motoru
2. Ověřit vypočtená data
3. Návrh inovativního přístupu k labyrintovým ucpávkám

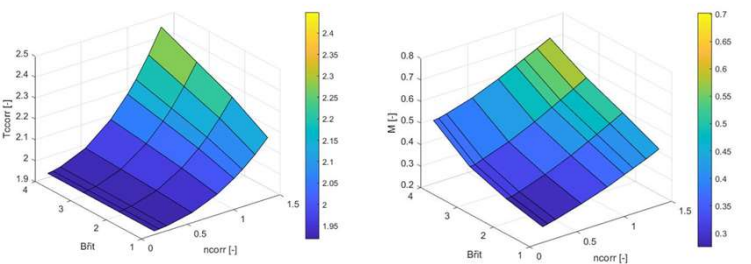
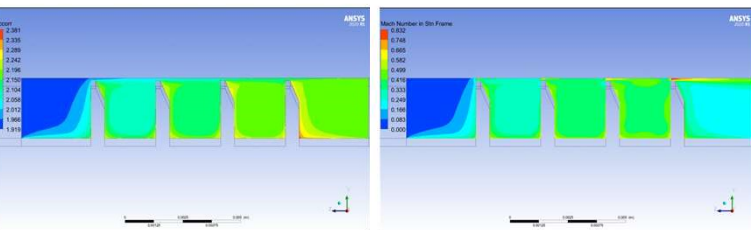
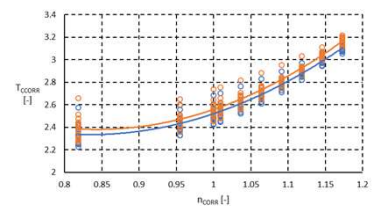
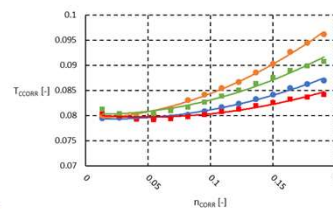
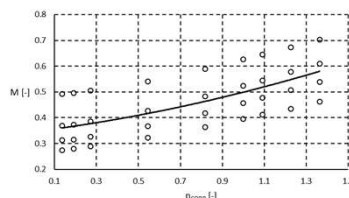
CFD analýza

CFD výpočet byl uskutečněn za použití nástroje ANSYS CFX. Nejzajímavějším závěrem z výpočtů na nekonzstantních otáčkách rotoru je průběh celkové teploty, který ukazuje velký nárůst teploty s otáčkami. Tento přírůstek je důležitý vzhledem ke skutečnosti, že zažitá praxe počítá s konstantní teplotou v labyrintové ucpávce.

• Celková teplota



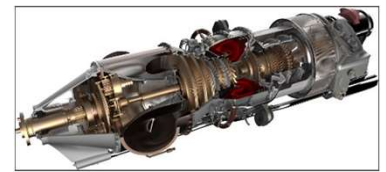
• Machovo číslo



Ověření

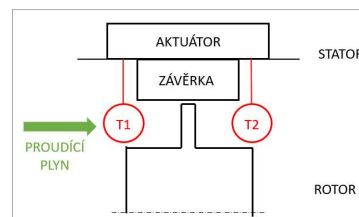
Ověření výpočtu proběhlo jednak na laboratorním zařízení, tak na skutečném turbovrtulovém motoru.

- Laboratorní zařízení
- Turbovrtulový motor



Inovativní přístup

Přírůstek celkové teploty, který byl zjištěn pomocí výpočtu byl následně ověřen jak na laboratorním zařízení, tak na turbovrtulovém motoru. Výpočet potvrdil skutečnost, že dominantním faktorem je radiální vůle. Bylo navrženo zařízení na bázi irisovy clony a aktuátoru, které by řídilo vůli v provozu.



Před a za ucpávkou by byly umístěny termočlánky a podle teploty by aktuátor řídil vůli pomocí irisovy clony. Do aktuátoru by byly nahrány vypočítané charakteristiky.

Výsledky práce

Výpočet proudění labyrintovou ucpávkou leteckého turbínového motoru ukázal na přírůstek celkové teploty v ucpávce. Toto zjištění bylo následně ověřeno pomocí měření. Výpočet též ukázal na důležitost radiální vůle v ucpávce. Následně bylo navrženo zařízení, které by díky vypočteným charakteristikám řídilo radiální vůli a umožnilo tak zvětšit výkon motoru jako celku.

Publikace autora související s disertační prací

Čížek M., Chambers of Labyrinth Seals of Turbine Engine, New Trends of Civil Aviation 2018, ISBN: 978-80-554-1530-7, 2018, pp. 54-56

Čížek M., Vampola T., Labyrinth Seal of Aircraft Turbine Engine Air Flow Calculation at High Viskosity, Acta Mechanica Slovaca, 2019, Vol. 23, No. 4, pp. 6-12, DOI: 10.21496/ams.2020.011

Čížek M., Pátek Z., On CFD Investigation of Radial Clearance of Labyrinth Seals of a Turbine Engine, Acta Polytechnica, 2020, Vol. 60, No. 1, pp. 38-48, ISSN: 1210-2709, DOI: 10.14311/AP.2020.60.0038

Čížek M., Výpočet proudění v labyrintové ucpávce leteckého turbínového motoru, Setkání uživatelů ANSYS 2019, ISBN: 978-80-907196-1-3, 2019

Čížek M., Vampola T., Popelka L., Comparison of Labyrinth Seal Cavities of Aircraft Turbine Engine, New Trends in Aviation Development 2019, 2019, DOI: 10.1109/ntad.2019.8875611

Čížek M., Vampola T., Popelka L., Labyrinth seal total temperature investigation, Aviation Journal, ODESLANO KE SCHVÁLENÍ

Čížek M., Křil V., Steinbauer P., Vampola T., Labyrinth seal CFD calculation and temperature measurement investigation, Engineering Mechanics 2020, Vol. 26, pp. 114-117, ISBN: 978-80-214-5896-3, DOI: 10.21495/5896-3-114

Čížek M., Pátek Z., Vampola T., Aircraft Turbine Engine Labyrinth Seal CFD Sensitive Analysis, Applied Sciences, 2020, Vol. 10, No. 19, pp. 6830, ISSN: 2076-3417, DOI: 10.3390/app10196830

Čížek M., Pátek Z., Vampola T., Mass Flow and Total Temperature of Labyrinth Seal Research, International Journal of Turbo & Jet-Engines, ODESLANO KE SCHVÁLENÍ