

Vyjádření školitele k disertační práci Ing. Marka Pátého na téma **Numerical Simulations of Turbine Blade Flutter**

Disertační práce Ing. Marka Pátého se zabývá numerickou simulací interakce turbínové lopatky s proudící tekutinou. Práce je rozdělena do šesti logických částí. První poměrně rozsáhlá část popisuje jev aeroelasticity a možné způsoby řešení úloh s aeroelasticitou od historických až po současné přístupy řešení. Následuje stručná část, kde doktorand přehledně popisuje cíle práce. Následuje část s popisem matematického modelu založeného na ALE formulaci pro Eulerovy rovnice pro proudění tekutiny a rovnicích pro popis dynamiky pohybu profilu. Zvláštní pozornost je věnována formulaci okrajových podmínek pro vstupní a výstupní hranici. Další část popisuje numerickou metodu, která je založena na metodě konečných objemů pro pohyblivou síť. Doktorand navrhl vlastní algoritmus pro popis pohybu sítě a velmi pečlivě implementoval a testoval způsob zvýšení řádu metody u prostorové i časové diskretizace. Za jeden ze stěžejních výsledků považují implementaci a odladění bezodrazových okrajových podmínek, které umožnily nestacionární simulace i v případech s rázovou vlnou procházející jak výstupní, tak i vstupní hranicí výpočtové oblasti. Část s výsledky simulací obsahuje případy proudění okolo kmitajícího profilu křídla a případy proudění v turbínové mříži s kmitajícími lopatkami. Výsledky jsou porovnávány s dostupnými experimentálními daty. Výsledky proudění ve špičkové části oběžné mříže jsou působivé a ukazují na kvalitu implementovaných bezodrazových okrajových podmínek. Závěr je jasný, je konstatováno splnění cílů a jsou navrženy směry pro případné pokračování práce.

Z celé práce je patrný rozsáhlý přehled doktoranda v dané problematice. Práce je po formální i obsahové stránce napsána velmi pečlivě. Prezentované výsledky dosahují mezinárodních kvalit. Doktorand během studia absolvoval roční kurz Research Master ve VKI v Belgii. V rámci tohoto kurzu se podílel na výzkumu vírových struktur v mezeře mezi špičkou oběžné lopatky turbíny a pláštěm. Výsledky tohoto výzkumu publikoval s kolegy z VKI na konferenci ASME a v impaktovaných časopisech. Jejich článek *Experimental and Numerical Investigation of Optimized Blade Tip Shapes* získal ocenění ASME Best Paper Award, které si Marek Pátý spolu s kolegy převzal na konferenci ASME Turbo Expo 2019 v americkém Phoenixu.

Marek Pátý je spoluautorem 7 statí ve sborníku, 5 článků v impaktovaných časopisech a má 6 citací ve WoS. Doktorand během studia prokázal mimořádné kvality v mezinárodním měřítku. Předložená distertační práce je ve všech ohledech nadprůměrná. Doporučuji ji k obhajobě.

V Praze 4. 10. 2022

doc. Ing. Jan Halančík, Ph.D.