

Oponentský posudek na dizertační práci na téma

Numerická simulace hluku generovaného nestabilitami ve smykové vrstvě.

Numerical Simulation of the Noise Generated by the Instabilities in Shear Layer

Doktorand: Ing. Vratislav Šálený
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

Téma práce je zaměřeno na využití matematického modelování tónového hluku generovaného proudovými nestabilitami ve smykové vrstvě v automobilových aplikacích, což je velmi aktuální problém, neboť v souvislosti se zvyšujícími se nároky na výkony automobilů jsou kladeny stále vyšší nároky na snížení hlučnosti jak vně tak uvnitř a tedy zvýšení komfortu v dopravě.

Práce obsahuje 104 stran. Je členěna do 11 kapitol včetně literatury, vlastních publikací a příloh. Jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazují. Kapitola první je úvodem o hluku a možnostech řešení, kapitoly druhá a třetí jsou věnována teorii problému hluku generovaného v netěsnostech a kavitách, možnostem numerických simulací turbulence, zpracování signálu a specifikaci cílů práce. Kapitola čtvrtá se zabývá modelováním fyzikálním, kdy objektem zkoumání je přesně definovaný tón varhanové píšťaly a následuje matematické modelování tohoto objektu. Obě metody jsou porovnány z hlediska hladiny akustického hluku a vlastních frekvencí s ohledem na výběr matematických modelů turbulence. Kapitola pátá se zabývá podrobným rozбором výsledků modelování, úpravami modelů z hlediska tlumení signálu a zhodnocením nároků na výpočtový čas. V závěru práce vyznívá velmi pozitivně hodnocení turbulentních modelů při řešení aeroakustiky, což je určitě příznivý výsledek práce.

Aktuálnost tématu

Téma je velmi aktuální z hlediska teoretického i aplikačního. Proto je předmětem zájmu teoreticky zvládnout a podrobně popsat moderními matematickými a experimentálními metodami technickou a ekologickou problematiku šíření hluku a využít poznatky při dalších aplikacích, nejen v automobilovém průmyslu.

Splnění sledovaných cílů práce

Cíle práce byly shrnuty v kapitole třetí. Je třeba vyzdvihnout vytvoření metodiky pro využití Fourierovy transformace právě pro krátké záznamy časových řad z numerické simulace a vlastní programy pro úpravu signálu. Velmi detailně je provedena validace

výsledků modelování metodami RANS a LES se speciálně vytvořeným experimentálním modelem. Jednotlivé přístupy popsané v práci umožňují zhodnotit možnosti matematického modelování šíření hluku, rozšíření modelů o vliv tlumení a časovou náročnost jednotlivých přístupů.. Splnění cílů bylo náročné jak teoreticky tak časově z hlediska simulací proudových polí pro různé okolní podmínky a validace výsledků užitím experimentálních metod.

Význam pro praxi a pro rozvoj vědy a techniky

Přínosem práce je především náročná studie přenosu hmoty, hybnosti a tepla s ohledem na možnosti numerického a experimentálního řešení aeroakustiky a její využití při specifikaci šíření hluku z experimentálně připraveného zdroje, kterým byla klasická píšťala varhan. Na vysoké úrovni byla vypracovaná metodika pro zpracování signálu jak pro fyzikálně získaná tak pro numerická data, která jsou specifická délkou záznamu a rozběhem. Významným výsledkem práce je možnost využití metodiky řešení v dalších aplikacích.

Formální úprava dizertační práce

Práce je přehledně členěna do kapitol. Po stránce jazykové je napsána velmi pěkně, dle mého názoru je zde minimum překlepů. Grafické zpracování v částech teoretických je názorné a v částech výpočtových vystihuje podstatu řešení. Práce je napsána po metodické a pedagogické stránce velmi dobře a může být brána jako kvalitní studijní materiál pro studenty magisterského a doktorského studia.

Otázky na doktoranda:

- Str. 55, 3. ř. sh. - Jaká byla metodika úpravy sítě „až nestacionární CFD simulace začaly poskytovat důvěryhodné výsledky“. Byly všechny modely počítány na stejné síti? Podle teorie by model RNG měl mít jinou síť u stěny.
- Str. 69 – proč byl vybrán model LES-SMAG jako standard pro porovnání s ostatními modely, byl vyhodnocen a srovnán s měřením?
- Jak významná je rovnice energie v daném problému a docházelo k významným změnám teploty?
- Které nesrovnalosti a nejasnosti ve výsledcích vedly autora k přechodu od ANSYS Fluent k OpenFOAM kromě modelování vlivu tlumení od stěn (FSI problém) pro LES modely turbulence?
- Pro úplnost testování a uživatelských nároků by bylo užitečné otestovat software ANSYS FSI metodu pro RNG model (jako jedinou možnost) a doplnit výsledky o pátou variantu.
- Má doktorand zkušenosti s programem Star CCM+ versus ANSYS Fluent resp. OpenFOAM se spojitosti s řešenou problematikou?

Doktorand prokázal vysoké odborné znalosti a schopnosti při řešení šíření hluku. Práce je souborem velkého množství matematických výsledků a kvalitních experimentálních dat, což prezentuje schopnosti doktoranda pracovat systematicky na řešení daného problému, teoreticky zdůvodnit vyhodnocení, upravovat vstupní data pro DFT. Použité software (i když velmi komplexní) jsou zde opravdu „jen“ nástrojem k řešení. Doktorand dosáhl stanovených cílů dizertační práce.

Výsledky vědecké práce doktoranda byly publikovány na konferencích a časopisech, předpokládám, že přímo tématika dizertační práce bude ještě publikována.

Dizertační práce je na vysoké teoretické a aplikační úrovni a obsahuje původní výsledky vědecké práce a metodiku pro řešení šíření hluku. Práci je možno považovat za základ k rozvoji tohoto vědního oboru s výhledem na rozvoj matematických modelů a jejich kombinace pro řešení podobných problémů. Práce splňuje požadavky na dizertační práci v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a proto doručuji k obhajobě na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně.

Ostrava, 05/06/2018

Prof. RNDr. Milada Kozubková, CSc.

katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Fakulta strojní, VŠB-TU Ostrava