

Posudek oponenta disertační práce doktoranda Ing. Jakuba Suchého vypracované na téma Aeroacoustic Characteristics of Boundary-Layer Regimes

Oponent: Ing. Jan Klesa, Ph.D.

Předložená disertační práce se zabývá aeroakustikou mezní vrstvy na profilu. Je zkoumána mezní vrstva na standardním profilu NACA 0012 vzhledem k velkému množství publikací na dané téma a možnosti porovnání výsledků s jinými autory. Rozsah práce je 96 stran včetně příloh. Doktorand na dané téma publikoval 5 článků indexovaných v databázích Scopus a WoS. Práce obsahuje úvod do aerodynamiky a aeroakustiky, rozbor současného stavu problematiky, definici cílů, popis hluku od nestability mezní vrstvy, popis experimentu, výsledky a jejich rozbor a závěr. Následuje seznam použitých referencí (je použito 98 zdrojů) a seznam publikací autora (je uvedeno 5 publikací). Dodatky obsahují odvození základních rovnic aeroakustiky a přehled vedlejších výsledků.

Dosažení v disertaci stanoveného cíle

Cíle disertační práce jsou stanoveny v kapitole 3.3. Cíle disertační práce jsou teoretický popis aeroakustických zdrojů v mezní vrstvě na profilu a vytvoření frekvenčního modelu pro předpověď hluku vznikajícího v nestabilní laminární mezní vrstvě. Dále bylo cílem experimentální ověření navržené teorie, tj. návrh experimentu na profilu NACA 0012 v aerodynamickém tunelu, analýza výsledků a verifikace navrženého modelu. Definované cíle práce byly dosaženy.

Úroveň rozboru současného stavu v disertace řešené problematiky

Práce obsahuje rozsáhlou a podrobnou rešerši aerodynamiky a aeroakustiky mezní vrstvy včetně přehledu jednotlivých teoretických modelů od Pradtlova zavedení až po moderní teorie. Rešerše je rozdělena na aerodynamickou a aeroakustickou část a je dostatečně podrobná pro potřeby doktorské práce.

Teoretický přínos disertační práce

Hlavní teoretický přínos disertační práce spočívá v popisu chování laminární mezní vrstvy při ztrátě její stability a přechodu do turbulentní mezní vrstvy. Na základě teoretických úvah je vytvořen frekvenční model akustických zdrojů. Model je následně verifikován na základě experimentu provedeném na profilu NACA 0012. Navržený model dává výsledky, které jsou v dobré shodě s výsledky experimentu.

Praktický přínos disertační práce

Praktický přínos disertační práce lze rozdělit do dvou oblastí. První je vytvoření modelu aeroakustických zdrojů, který je použitelný pro budoucí výzkum chování mezní vrstvy při přechodu z laminárního do turbulentního režimu. Druhým přínosem je samotný návrh a provedení experimentu. Doktorand provedl experiment na standardním aerodynamickém tunelu, který byl

pouze minimálně upraven pro aeroakustická měření, a i přes to dokázal za pomoci pokročilých technik zpracování signálu.

Vhodnost použitých metod řešení

Pro zpracování teoretické části práce byly použity vhodné metody řešení. Pro experimentální část práce byl použitý dostupný aerodynamický tunel, který není příliš přizpůsoben pro aeroakustická měření. Toto považuji za jediný nedostatek práce, který ovšem nijak nesnižuje její přínos. Jak je uvedeno dříve, doktorand dokázal ve velké míře eliminovat tento nedostatek za pomoci pokročilých metod analýzy signálu a získal z experimentu použitelné výsledky. Specializované aeroakustické tunely jsou drahé na provoz a měření v nich je obtížně dostupné.

Způsob, jak byly použité metody aplikovány

Použité metody byly aplikovány vhodným způsobem.

Prokázání odpovídajících znalostí v oboru

Doktorand prokázal dostatečnou úroveň znalostí v oboru a schopnost samostatné vědecké práce v oblasti aeroakustiky.

Formální úroveň práce

Práce je přehledná, logicky formulovaná a má dobrou formální úroveň. Případné drobné nedostatky nesnižují srozumitelnost a přínos práce.

Celkové hodnocení a otázky k obhajobě

Disertační práce se zabývá problémem aeroakustiky mezní vrstvy na profilu, konkrétně řeší frekvence zvuku vznikajícího při ztrátě stability laminární mezní vrstvy a následném přechodu do turbulentní mezní vrstvy. Hlavním cílem disertační práce je vytvoření frekvenčního modelu pro popis zvukových frekvencí vznikajících při ztrátě stability mezní vrstvy a jeho následné experimentální ověření. Práce má dobrou odbornou a formální úroveň a splňuje podmínky kladené na disertační práci. Vlastní přínos autora představuje dobrý základ pro další výzkumnou práci v oboru aeroakustiky.

Předloženou disertační práci doporučuji k obhajobě.

Otázky pro obhajobu:

1. Bylo by možné provést modifikaci aerodynamického tunelu na Ústavu mechaniky tekutin a termodynamiky pro aeroakustická měření podobně jako se používá např. v aerodynamickém/aeroakustickém tunelu NWB Braunschweig v DLR (použití výměnné měřicí sekce)?

2. Na obr. 3.1, 6.1, 6.2 nebo 6.3 je zřejmé, že naměřené závislosti frekvence na rychlosti mají pilovitý charakter (skládají se zřejmě z několika křivek). Jaké je fyzikální vysvětlení tohoto jevu?
3. Bylo by možné využití akustické kamery pro zlepšení kvality experimentálních dat v porovnání s mikrofony zabudovanými v profilu?
4. Pro experimenty byl použitý tradiční profil NACA 0012 kvůli dostupnosti teoretických a experimentálních dat. Jaká je přenositelnost výsledků na modernější a v současnosti používané profily (např. Worthman řady FX, NASA řad LS a MS, profily řady AG od prof. Dreyly nebo profily řady MH od Martina Hepperleho)?

V Praze 26.2.2024

Ing. Jan Klesa, Ph.D.