

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Numerické simulace problémů aeroelasticity pomocí harmonické metody
Jméno autora:	Tomáš Krejča
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	U12101
Oponent práce:	Doc. Ing. Jan Halama, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	U12101

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání diplomové práce patří k náročnějším. Ze zadání, ani ze samotné práce však není jasné, které části autor sám naprogramoval a kde již použil existující kód.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Všechny body zadání, tj. řešerše metod pro řešení problémů aeroelasticity, popis, naprogramování a odladění metody Harmonic balance pro případ rovinného proudění okolo leteckého profilu byly splněny.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení je správný. Autor nejdříve otestoval metodu Harmonic balance pro případ skalární transportní rovnice a pak řešil případ proudění okolo profilu. Výsledky získané metodou harmonic balance ověřil pomocí nezávislé numerické metody. Autor však v práci neuvádí, zda ověřoval nezávislost numerického řešení na použité síti pro případ proudění okolo profilu.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň je místy nižší, zejména v části popisující princip metody Harmonic balance, kde na několika místech jsou chyby v rovnicích a chybná terminologie.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	D - uspokojivě
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Rozsah práce je adekvátní. V práci se však vyskytují chyby v zápisech rovnic a opakovaně se vyskytují gramatické chyby. Autor evidentně neprovedl kontrolu gramatiky.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	C - dobře
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	
Výběr zdrojů je v pořádku. Místy by bylo vhodné více citovat použité zdroje. To platí zejména v části 2.5, kde u odvození metody Harmonic balance nejsou citovány příslušné zdroje.	

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

K práci mám následující připomínky

- V textu pod obr. 3 by místo „tuhých těles“ mělo být uvedeno „elastických těles“
- V rovnici (1.5.2) a (1.5.4) by místo výšky h měl být diferenciál dh
- Není jasné, co vyjadřuje vztah (2.4.1)
- Mezi rovnicemi (2.4.2) a (2.4.3) je text „a z této frekvence lze získat obraz“, který nedává smysl, hned poté následuje text „ $F(\omega)$ vyjadřuje kolik oscilací ...“, který rovněž nedává smysl
- Úvod kapitoly 2.4 na straně 19 obsahuje hodně chybných vyjádření, tento text zbytečně snižuje úroveň práce
- V rovnici (2.4.6) je koeficient a_0 , zatímco v (2.4.8) je $a_0/2$ a chybí tam operátor „plus“
- Není jasné, proč část 2.4.1 končí rovnicemi (2.4.10) a (2.4.11)
- K rovnici (2.4.16) chybí komentář
- U rovnice (2.4.19) chybí popis vektorů W
- U rovnice (2.4.22) chybí popis vektoru C a matice FN , dále chybí komentář ohledně matice inverzní k matici FN
- V rovnici (2.5.2) je použit index i pro harmonickou složku, přestože v předchozím textu byl použit index k a symbol i byl použit pro odmocninu z^{-1}
- V rovnici (2.5.3) v argumentech chybí index i a dále v rovnici chybí součet všech harmonických složek
- V rovnici (2.5.5) na druhém řádku by měl být místo symbolu Q symbol R
- V rovnici (2.5.6) zřejmě chybí součet přes všechny harmonické složky
- V rovnici (2.5.10) je chyba, správně by se mělo jednat o rovnici v časové oblasti (měla by obsahovat psací Q a R)
- Rovnice (2.5.12) nesouhlasí s rovnicí (11) v [4]
- V kapitole 4 není jasné, jakou část kódu programoval autor
- V grafu na obrázku 8 je pro $t=1/3$ a $t=2/3$ v bodě $x=0$ (vstup) je řešení $s=0$, i když by mělo být nenulové
- V obrázku 23 by bylo vhodné body grafu spojit i čarou, protože není jasné, které body patří k horní resp. dolní části profilu

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Práce se zabývá zajímavým tématem spektrální metody pro řešení časově periodického případu proudění nestlačitelné tekutiny. Dosažené výsledky byly porovnány s nezávislou metodou. Celkový dojem práce kazí text, který obsahuje faktické i gramatické chyby. Je škoda, že jedna z klíčových částí textu, kapitola 2.5, která popisuje princip spektrální metody, obsahuje nejvíc nejasností a chyb. Přes uvedené nedostatky je zřejmé, že autor je schopen praktické aplikace metody Harmonic balance a že si je vědom výhod i nevýhod této metody. Práci doporučuji k obhajobě a mám následující dotazy:

1. Jak lze vypočítat inverzní matici k matici FN v rovnici (2.4.22)?
2. Uveďte správný tvar rovnice (2.5.10).
3. Uveďte jakou část kódu jste sám naprogramoval.
4. Proč je $s=0$ v bodě $x=0$ v grafu na obrázku 8 pro $t=1/3$ a $t=2/3$, i když by mělo být nenulové?
5. Na obrázku 26 se zdá, že metoda PIMPLE dává větší „rozkmít“ úplavu než metoda Harmonic balance. Zkoušel jste to porovnat? Máte pro tento rozdíl nějaké vysvětlení?
6. Na obrázku 23 se zdá, že i pro 9 harmonických složek je stále výraznější rozdíl v průběhu tlaku mezi PIMPLE a Harmonic balance. Zkoušel jste výpočet pro ještě vyšší počet harmonických složek? Proč má v tomto grafu průběh tlaku okolo profilu „zakmitaný“ charakter?

7. Ověřoval jste nezávislost numerického řešení na zvolené síti pro případ proudění okolo profilu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 19.8.2022

Podpis: Doc. Ing. Jan Halama, Ph.D.

