

## Posudek

vedoucího oponenta  
diplomové bakalářské práce

Autor: Jana Babováková

Název práce: Oscilace mechanických systémů s implicitními konstitutivními vztahy

Jméno oponenta: Vladimír Janovský

Matematická úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Výsledky:

originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Použité metody:

nestandardní standardní obojí

Aplikovatelnost:

přínos pro teorii přínos pro praxi přínos pro praxi i teorii bez přínosu nedovedu posoudit

Věcné chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a pojednávanému tématu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Tiskové chyby:

téměř žádné vzhledem k rozsahu a pojednávanému tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Práci

doporučuji nedoporučuji

uznat jako diplomovou. Návrh klasifikace přikládám na zvláštním papíru.

Připomínky a vyjádření oponenta:

Jádrem práce jsou kapitoly 2 a 3, které analyzují pohybovou rovnici hmotného bodu pod vlivem vnitřních sil (elastických sil a sil tlumení) a zadané vnější síly. Vnitřní síly jsou definovány implicitními konstitučními vztahy. Autorka v Úvodu uvádí typické příklady těchto konstitučních vztahů. Výsledkem práce jsou výroky o existenci a jednoznačnosti (Věta 2.1, Věta 3.2, Věta 3.3). Jsou uvedeny podrobné důkazy.

V kapitole 4 se autorka zabývá numerickým řešením problémů výše uvedeného typu. Uvažuje model suchého zipu (dry friction oscillator) s možnou monotónní relaxací. Autorka uvádí algoritmus a (bohužel jediný) numerický experiment. V implicitní formě konstitutivního vztahu vystupují kromě klasických stavových proměnných (pozice, rychlost) také nové stavové proměnné (elastická síla, Coulombova síla). Tyto dodatečné stavové proměnné nesou důležitou informaci.

I když nemám nic proti kapitole 1 (Lineární modely se smíšenou silou), přesto na mne působí jako vytržená z kontextu celé práce. Možná tato kapitola nalezne uplatnění v analýze linearizované stability modelů z kapitol 2 a 3.

Poznámka: Existuje rozsáhlá literatura „inženýrského typu“, viz např. [1], s klíčovými slovy „po částech hladké dynamické systémy“ nebo „Filippovy systémy“. Jiný rigoróznější přístup jsou diferenciální inkluze, viz např. [2]. Oba přístupy spolu souvisejí. Implicitní formulace konstitutivních vztahů představuje další (a možná lepší) alternativou.

**Doporučuji, aby práce byla uznána jako diplomová.**

Otázky:

1) Důkazy Věty 2.1 a Věty 3.3 jsou založeny na formulaci aproximativních úloh (FIk) na str. 11 resp. (PCn) na str. 22. Nelze těchto aproximativních úloh využít k numerickému řešení tj. numerické integraci (kde  $k$  je velké, pevné) v původních stavových proměnných (pozice, rychlost) s tím, že příslušné inverze lze počítat metodou Newtonova typu? Výsledná metoda bude samozřejmě implicitní.

2) Jaká je fyzikální motivace „souhrnné síly“, str. 27 l. 16\_.

3) Ad Numerické výsledky: V numerickém experimentu autorka předpokládá nulovou budící sílu  $F(t)=0$ . V literatuře (např. [1]) jsou zmiňovány numerické experimenty s periodickým buzením, které genericky vedou ke vzniku limitních cyklů. Přitom vznikají “klouzavá řešení” (sliding motions), viz [1], Definition 2.23, str.76.

Konkrétně: Jak dopadnou numerické experimenty s Vaším algoritmem pro buzení  $F(t)=\sin(\omega * t)$ , kde  $\omega=2$ ,  $\omega=1/3$ ,  $\omega=1/6$ , bez a s relaxací?

Místo, datum, podpis oponenta:  
Praha 8.9.2012

Vladimír Janovský

Některé překlepy

str 4 (1.2), str 29 (4.11), str 32 l. 6<sup>+</sup>, l. 12<sub>-</sub>, l. 6<sub>-</sub>

Ad Poznámka (Alternativní přístupy):

Filippovovy systémy, např.

[1] M. di Bernardo at al.: *Piecewise-smooth Dynamical Systems. Theory and Applications*, Springer, 2008.

Diferenciální inkluze, např.

[2] M.Kunze: *Non-Smooth Dynamical Systems*, Springer, Lecture Notes 1744, 2000