

Oponentský posudek bakalářské práce

Autor práce: **Erik Dolejš**
Název: **Odhadování struktury hysterezních materiálů prostřednictvím Preisach-Mayergoyzova prostoru**
Obor: **Matematické inženýrství**
Zaměření: **Aplikované matematicko-stochastické metody**
Vedoucí práce: **Ing. Václav Kůs, PhD.**

Téma práce

Práce se zabývá matematickým modelováním pro vyhodnocování elastických vlastností materiálů, u nichž lze pozorovat mechanickou hysterezi. Je uvažován zejména Preisach-Mayergoyzův (PM) model, kterým jsou různými optimalizačními metodami aproximována reálná měření. Různé varianty jádrových odhadů hustoty pravděpodobnosti hysteronů ve zkonstruovaných PM prostorech jsou pak na základě divergenčních měř odlišností srovnávány s případem dokonale elastického materiálu, k čemuž je zaveden nový index elasticity. V praxi je tak možné obecně sledovat postupné narušení elastických vlastností konstrukcí, konkrétně pak disipátorů energie v tlumičích otřesů koncipovaných pro moderní budovy do seizmicky aktivních oblastí. Navržené algoritmy byly testovány na reálných datech poskytnutých spolupracovníky z Univerzity v Granadě.

Struktura práce

Práce je přehledně členěna do pěti navazujících kapitol, logicky reflektujících metodický postup řešení problému. V každé své části přináší dostatečné vysvětlení potřebných teoretických modelů a podrobný popis algoritmů. Preisach-Mayergoyzovým modelem počínaje, dále optimalizační algoritmy jako Jaya či simulované žíhání, jádrové odhady hustoty pravděpodobnosti, návrh indexu elasticity a v neposlední řadě dosažené výsledky na reálných datech. Teoretické i praktické pasáže jsou doplněny výstižnými obrázky a jsou uvedeny rovněž pseudokódy pro klíčové algoritmy. Nedílnou součástí práce je i software v prostředí Matlab, kterým lze přes přehledné uživatelské rozhraní generovat a identifikovat PM prostory z naměřených dat.

Dosažené výsledky a jejich přínos

Práce přináší velmi sofistikovaný návrh porovnání komplikovaných hysterezních křivek, což vyžaduje netriviální matematické přístupy. Pomocí pokročilých optimalizačních a statistických metod je možné postihnout rozvoj poškození materiálu skrze navržený index elasticity, reflektující aktuální stav tlumících konstrukčních prvků precizněji, než klasické přístupy. Uvedené výsledky svědčí o autorově porozumění problematice a implementačních schopnostech. Celá metodologie zpracování dat je přínosnou alternativou ke klasickým metodám nedestruktivního testování, které mohou být nejen pro případ zemětřesných tlumičů hůře aplikovatelné nebo nedostatečně průkazné.

Formální záležitosti a připomínky

Přestože je práce vesměs korektní a elegantní, jsou i pasáže, které nebyly podrobeny důsledné kontrole ohledně syntaxe, konzistence značení, či dostatečného vysvětlení pojmů. Konkrétněji, např. v kapitole 1.1 autor zavádí otevírací a zavírací hodnoty (β a α) obecného vstupu $u(t)$, přičemž později (viz str. 18) při definici použitých rozdělení značí α a β parametry rozdělení a pro hodnoty

zavíracího a otevíracího tlaku (zřejmě myšleno vstupu $u(t)$) zavádí značení nové. V kapitole 2.4 nemusí být každému jasné, co přesně představuje 4D hystereze. V kapitole 4 jsou zřejmě chybně zmiňovány pojmy „diagonála trojúhelníku“, „svislá přepona“, „svislá pravá odvěsna“, či „vodorovná přepona“. Na tomto místě by autor měl lépe vysvětlit i „promítnutí PM prostoru na přeponu“ - na obr. 4.1(a) je promítáno na svislou osu s rozsahem (0-150), přičemž dále používané „nové rozložení bodů“ na obr. 4.1(b) by odpovídalo rozsahu (150-0). Orientace nové osy je zřejmě uvažovaná ve smyslu vzdálenosti hysteronů od dokonalé elasticity (?), čemuž by odpovídala věta z prvního odstavce kapitoly 4.2 „Tento jádrový odhad také probíhá shora dolů, aby byla opět zachycena snižující se elasticita hysteronů v PM prostoru“. Čtenáři může rovněž uniknout, jak se získá maximální hodnota indexu elasticity ve vzorci (4.2), když je index elasticity definován tou samou rovnicí. Ohledně prokázání přínosu práce je ale podstatnější připomínka, kterou formuluji jako následující dotaz.

Dotaz

Na str. 13 autor předesílá v druhé polovině práce porovnání navrženého indexu poškození s běžně používanými indexy poškození. Na str. 39 pak uvádí „Jak je vidět z obou podobných hysterezních křivek #1 a #2 na obr. 5.1, klasické indexy poškození založené pouze na přímých výpočtech z tvaru hysterezní křivky této citlivosti zpravidla nedosahují.“ A nakonec v samotném závěru „stejně jako s běžně používanými metodami vyhodnocení stavu tlumičů se ukázalo, že největší změna mezi prvním a druhým testem a také že navržený index se s postupnými testy měnil monotónně.“

Ve výše citovaných větách lze nalézt rozpory. Jak byla posuzována podobnost hysterezních křivek #1 a #2 na obr. 5.1? Pouhým okem se zdají být naopak rozdílné, tak, jak naznačuje vývoj indexu elasticity v tabulce 5.2. Jakým způsobem jsou definovány klasické indexy poškození? Proč mají zpravidla menší citlivost na počáteční fáze ztráty elasticity?

Klasifikace

Na základě výše uvedeného doporučuji přijmout bakalářskou práci studenta Erika Dolejše k obhajobě a navrhuji její hodnocení klasifikačním stupněm

- A (výborně) -

V Praze, dne 21. 8. 2020

Ing. Milan Chlada, Ph.D.
(oponent)