

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/~~ka~~: Filip Kostka

Název práce: Kvazidynamické modely tektonických zlomů: segmentace zemětřesení

Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika

Rok odevzdání: 2013

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Ondřej Souček, RNDr., Ph.D.

Pracoviště: Matematický ústav Univerzity Karlovy, 186 75 Praha 8, Sokolovská 83

Kontaktní e-mail: soucek@karel.troja.mff.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Hodnocená práce se zabývá problematikou modelování evoluce skluzu na tektonické zlomové ploše, jejím primárním cílem je pak objasnění a modelování fenoménu segmentace zemětřesení.

Úloha je formulována v tzv. kvazidynamickém přiblížení, jež umožňuje ve zjednodušené geometrii zlomu explicitně analyticky popsat elastickou interakci v neporušeném mediu v okolí zlomu. Mechanický kontakt na zlomové ploše je pak popsán pomocí experimentálně nalezeného ‚rate-and-state‘ modelu tření, který kombinuje jednak přímý rychlostní (rate) efekt, jednak nepřímý (state) efekt vnitřní stavové proměnné popisující dynamické stáří zlomu.

Rate-and-state modely jsou nejprve představeny v úvodní kapitole spolu se sérií základních experimentů, jež slouží k jejich formulaci a verifikaci. Jsou prezentovány jak modely klasické (model Dieterichův, Ruinův, Perrinův), tak nedávný model Nagatův, jež tyto klasické modely reviduje a doplňuje netriviální dodatečný mechanismus do evoluce stavové proměnné.

Ve druhé kapitole jsou vlastnosti Nagatova modelu diskutovány nejprve na zjednodušeném modelu s jedním stupněm volnosti („jezdec na pružince“) a je provedena jednoduchá analýza lineární stability modelu. Závěry této analýzy, zejména pak existence kritické tuhosti pružiny, pod níž se nachází oblast nestabilit, jsou pak potvrzeny v sérii pečlivých numerických experimentů, spolu s přehlednou vizualizací těchto fenoménů pomocí redukovaného popisu ve dvourozměrném fázovém prostoru. Dále je diskutován (numerický) stabilizační efekt tzv. tlumícího členu, jenž parametrizuje v daném modelu efekt vyzařování seismických vln.

Ve třetí části práce je formulován a numericky implementován zjednodušený model nekonečně dlouhého tektonického zlomu s hloubkově závislými reologickými parametry v kvazidynamickém přiblížení. Pro parametrizaci třecího zákona na ploše je opět použit Nagatův model. Po ověření modelu srovnáním s dříve publikovanými výsledky (pro Ruinův model tření) se autor zabývá studiem efektu přítomnosti oblastí s anomálním koeficientem tření (tzv. asperit) a studuje efekty jejich reologických a geometrických vlastností na evoluci skluzu na zlomové ploše. I pro relativně jednoduché nehomogenity je již pozorován a diskutován značně komplexní obraz prostoročasové evoluce skluzu na zlomu, zejména pak kýžená segmentace, tedy v prostoru a čase oddělená aktivace jednotlivých částí zlomové plochy.

Předložená práce je velice kvalitní, nadstandardního rozsahu a splňuje všechny nároky kladené na bakalářskou práci.

Poznámky a připomínky: přikládám na samostatném listu

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- 1.) Str. 29 poslední odstavec – ‚Zelená trajektorie se chová stejně jako v netlumeném případě, napětí netlumeně osciluje a nastává stick-slip.‘ V detailu 2.25 se zdá, že daná trajektorie (zelená, $V_0 = V_1 \times 1.5$) je přeci jenom tlumena – daná orbita je ‚rozmazána‘ ve fázovém prostoru. Jakým způsobem byla stabilita a netlumenost pohybu posuzována, bylo stanoveno nějaké kvantitativní kritérium?
- 2.) Str. 43, kap. 3.2. Mohl by autor okomentovat širěji, proč se používá normálové napětí konstatní takřka podél celé hloubky zlomu, ačkoli na první pohled by se zdálo rozumnější použít lithostatické (a více-méně hloubkově lineárně závislé) napětí?
- 3.) Zkoušel autor sám, případně, odvážil by se odhadnout, jaký efekt na zejména kvalitativní charakteristiky modelu má nový člen v Nagatově formulaci oproti dříve používaným modelům Dietericha apod. ?
- 4.) Modelováním přímého rychlostního efektu pomocí logaritmu rychlosti je člověk vystaven nebezpečí případného nefyzikálního chování modelu v oblasti nízkých rychlostí, kde by teoreticky bylo možno dosáhnout záporného (a tedy nefyzikálního) koeficientu tření. Jakým způsobem bylo zaručeno/kontrolováno, zda k tomuto vybočení mimo meze fyzikální platnosti daného modelu nedošlo?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako ~~diplomovou~~/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

V Praze, 23.8. 2013

RNDr. Ondřej Souček, Ph.D.

Filip Kostka, Kvazidynamické modely tektonických zlomů: segmentace zemětřesení, Fyzika, Obecná fyzika, 2013.

Práce vzhledem ke svému nadstandardnímu rozsahu obsahuje některé překlepy a typografické chyby, z nichž ty závažnější uvádím z důvodu, že práce by po jejich opravení mohla sloužit i jako kvalitní studijní text.

1. Na povinné straně s českým a anglickým abstraktem chybí jméno vedoucího bakalářské práce.
2. Str. 5, 2. ř. nad (1.4) - chybný popis obrázku.
3. Str. 10, vzorec (1.18) místo $(\Theta_0 - \frac{L}{V})$ má být $(\frac{\Theta_0 V}{L} - 1)$
4. Str. 12, ř. 14. místo $\mu_{ss} = (a - b) \ln(V/V_0)$ má být $\mu_{ss} = \mu_* + (a - b) \ln(V/V_0)$
5. Str. 15, nad (1.32) odkaz na špatný vzorec, má být zřejmě: ... inverzí substituce (1.28)
6. Str. 24, popis k obr. 2.2 - vlevo má být velocity-weakening, vpravo velocity strenghtening
7. Str. 41, vzorec (3.1) a str. 42 vzorec (3.3) - tlumící člen má být $-\eta(\dot{\delta}(z, t) - V_{pl})$
8. Str. 45, Sekce 3.3.1, první věta: “Pro tento případ nastavíme a-b záporné na krajích a kladné uprostřed, takže oblast o velikosti A bude rozdělena na dvě symetrické velocity-strenghtening (VS) oblasti na krajích a velocity weakening (VW) oblast uprostřed.” Je-li a-b na krajcích záporné, jedná se naopak o velocity-weakening oblasti. Hodilo by se taktéž na tomto místě precizní zavedení pojmu asperita.
9. Obrázky 3.6 - 3.17. b), 3.21 - 3.23 b), 3.25 - 3.32 b) - chyba jednotky v popisu časové osy - místo sekund mají být roky.