

Posudek diplomové práce “Vliv mechanických vlastností kůry na napětí v subdukované litosféře”, podané Bc. Jakubem Pokorným na Univerzitě Karlově, Přírodovědecké fakultě, Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky, za účelem získání titulu Magistr ve studijním programu Geologie, oboru Aplikovaná geologie, specializaci Užitá geofyzika.

Posudek vypracoval RNDr. Ondřej Šrámek, Ph.D. z Katedry geofyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy, ondrej.sramek@gmail.com

Bc. Jakub Pokorný se v předložené práci (jejíž název by mohl lépe vystihovat obsah práce) zabývá systematickým numerickým modelováním vlivu reologických vlastností kůry na dynamické chování subdukující litosféry. Autor nejdříve zkoumal vliv mocnosti kůry a hodnoty viskozity kůry v modelech s konstantní viskozitou korního materiálu. Poté studoval modely subdukce se složitější napěťově závislou viskozitou mechanismu dislokačního creepu. Ač téma ani metoda práce jistě nejsou konceptuálně nové, výsledky této pečlivé parametrické studie jsou užitečným rozšířením stávajících poznatků o dynamickém chování subdukce v závislosti na reologii korního materiálu, a posouvají nás kupředu na trnité cestě vedoucí k pochopení složité dynamiky subdukci.

V kapitole 1 je popsán matematický model plášťového tečení a subdukce litosféry, s důrazem na reologický popis materiálu a na fázové přechody v plášti. Stálo by za to lépe vysvětlit vztah mezi Peierlsovým tečením a použitým reologickým vztahem s limitorem napětí, stejně tak osvětlit mechanismus jiného limitoru napětí užitého pro popis materiálu kůry a souvislost s pojmem pseudoplasticita. Kapitola 2 popisuje setup numerického modelu, hraniční podmínky a hodnoty parametrů. V krátké kapitole 3 jsou shrnuty základní poznatky o struktuře a složení oceánské kůry a položeny v souvislost s reologií materiálu kůry. Část popisující výsledky numerických modelů – tedy hlavní část práce (kapitoly 4 a 5) – vyžaduje vysokou pozornost a soustředění čtenáře. Je to dáno charakterem studie, kdy autor systematicky prohledává část modelového prostoru a porovnává výsledky různých modelů. Nenapadá mě, jak tuto partii přiblížit způsobem čtivějším. Čtenář se pravděpodobně uchýlí zejména ke studiu obrázků, které se v práci správně vyskytují bohatou měrou. A to obrázky jak evoluční (vývoj jednoho modelu v čase), tak souhrnné parametrické (zakreslující charakteristiky mnoha modelů v jednom obrázku, např. obr. 18) zejména tyto napomohou objasnit chování modelových sekvencí. Výsledky numerického modelování, zejména hlavní trendy jsou v poslední kapitole kompaktně shrnuty na třech stránkách, což užitečně uzavírá poněkud náročné předchozí dvě kapitoly. Text je dobře uspořádaný a jasný (s občasným překlepem či chybou), obrázky jsou adekvátní (snad jen obr. 17, 20 a 21 bylo možné upravit přehledněji), relevantní literatura je řádně citována.

Podle mého názoru Bc. Pokorný touto prací prokazuje schopnost systematicky vědecky pracovat: Naučil se matematicky zformulovat problém viskózního tečení v geofyzikálním případě subdukující litosféry, použil komplexní software k numerickému vyřešení této úlohy, výsledky přehledně zpracoval a vyhodnotil, a v neposlední řadě prezentoval formou této práce. Práci navrhuji přijmout.

Body k diskusi

1. V rovnicích užíváte 3 různé časové derivace: D/Dt , d/dt , $\partial/\partial t$. Můžete osvětlit jejich rozdíl? Neměly by v rovnici 8 figurovat na pravé straně spíše Dp/Dt a $D\Gamma/Dt$?
2. Co je “homologická teplota”? (první odstavec oddílu 1.2.1)
3. Jak by vypadalo obrázkové schéma viskózního mechanismu vyjádřeného rovnicí 16?
4. U vrstvy kůry můžeme očekávat relativně nízkou teplotu a vysoké napětí při deformaci. Proč neobsahuje reologický popis kůry těmito podmínkám odpovídající Peierlsovo tečení? Jinými slovy, proč používáte jinou formulaci limitoru napětí pro kůru a pro plášť?
5. Rovnice 11 (i ostatní rovnice): Jak spolu souvisí dynamický tlak P a hydrostatický tlak p ?
6. Parametru μ v rovnici 20, kterému říkáte gradient napětí s tlakem, se často říká součinitel tření. Můžete, prosím, okomentovat proč?

7. V poznámce pod čarou na straně 11 zmiňujete fázový přechod v 500 km. Proč tento není zahrnut v numerickém modelu, tak jako přechody ve 410 km a 660 km? Jak je to s fázovými přechody dalších minerálů pláště? (Neboť plášťový materiál zřejmě není čistý olivín.)
8. Chápu, že na délkové škále horizontálního rozměru litosférické desky v důsledku ochlazování roste tloušťka litosféry (vývoj geoterm v modelu ochlazování nekonečného poloprostoru). V úvodu do oddílu 3 píšete, že takto roste i tloušťka kůry. Můžete, prosím, osvětlit?
9. V práci podle mě chybí diskuse porovnání výsledků vašich modelů se seismickými pozorováními reálných subdukcí (včetně alespoň několika ilustrativních obrázků). Jak odpovídají různá chování, popsána ve vašich numerických modelech, interpretacím seismické tomografie pláště?
10. V závěru píšete, že budoucí modely by měly detailněji prozkoumat řadu dalších faktorů. Kterým faktorem byste začal?

Komentáře

- český abstrakt, 5. řádek: chybí mezera za čárkou ve větě
- strana 1, 2. řádek: věk Země na 2 desetinná místa lépe udávat jako 4.6 Gy (4.568 Gy)
- strana 1, 5. řádek: lépe napsat “oceánské litosférické desky”
- strana 1, 15. řádek: užitečně napsat, že ten první fázový přechod je exotermní
- strana 4, pod rovnicí 2: “...rychlost rotace,…” Co rotuje?
- strana 5, pod rovnicí 3: radiální vektor už byl definován pod rovnicí 2, a vektorový součin už měl být definován také tam
- strana 5: “...teplem vzniklým díky...” lépe psát “...energií uvolněnou při...”
- strana 6, 5. řádek pod rovnicí 8: lépe psát “...dána tepelnou advekcí...”
- strana 9: “Peierslovo” by mělo být “Peierlsovo”
- strana 11: v geofyzikální literatuře se teď namísto “magnesiowüstite” obvykle píše “ferropericlasé”
- rovnice 22: z notace rovnice by mělo být explicitně poznat, že ona derivace dP/dT se chápe podél fázové křivky – což teď není
- strana 11: “660km” číslo a jednotka by měly být odděleny mezerou
- konec úvodu do oddílu 4: bylo by dobré v textu zdůraznit, že hovoříte o limitu napětí ve svrchním plášti.
- strana 41, 7. řádek od konce: “tejně” má být “stejně”
- strana 55, řádek 2: “deky” má být “desky”
- strana 56, 2. řádek posledního odstavce: “vcházející” má být “vycházející”

Ondřej Šrámek
v Praze dne 30. května 2018