

Recenze bakalářské práce

Student: Václav Vomáčko

Název práce: Mikrostrukturální návrh a analýza 2D architektury se záporným Poissonovým číslem: experimentální/počítačový přístup

Hodnocení obsahové a formální stránky práce

Práce se zabývá výpočetním návrhem a experimentálním ověřením mechanických vlastností materiálů s periodickou 2D mikrostrukturou. Cílem je určit parametry mikrostrukturálního vzoru tak, aby vznikl materiál se záporným Poissonovým číslem (označovaný jako auxetický materiál).

První 3 kapitoly práce obsahuje rešerši o auxetických materiálech. Ta je zpracována poměrně přehledně s dostatečným množstvím odkazů na literaturu. Následně jsou v kap. 4 navrženy 3 typy potenciálně auxetické mikrostruktury a jejich parametrizace, které budou v práci zkoumány. Těžiště práce leží v kap. 5, věnované výpočetnímu modelu, který kombinuje metodu konečných prvků pro lineární pružnost a výpočetní homogenizaci. Jedná se o tzv. upscaling, kdy z výsledků jednoduchých dynamických testů aplikovaných na vzorek složený z dané mikrostruktury jsou získány efektivní parametry charakterizující makrostrukturu. V kap. 6 je popsáno experimentální ověření vypočtených vlastností na základě optického měření mechanické odezvy vzorků vyrobených pomocí 3D tisku. V závěru jsou srovnány výsledky dosažené výpočetně a experimentálně, je provedeno jejich zhodnocení a vybrána struktura potenciálně vhodná pro auxetický materiál.

U teoretické části mám připomínky zejména ke kap. 5., kde není na první pohled jasné, kde je popisována standardní teorie a co vlastním přínosem autora. Bylo by velmi vhodné toto objasnit v úvodu kapitoly, který chybí.

Některé sekce (zejména 5.1 a 5.3) jsou zpracovány příliš heslovitě, formou poznámek k uvedeným rovnicím. To znesnadňuje zejména porozumění postupu výpočetní homogenizace. Hlavním prvkem použitým pro spojení mikro- a makroškály, je tzv. Hill-Mandelův princip. Jeho popis je bohužel velmi strohý a není ani uvedena citace, kde by bylo možné získat více informací. Z textu např. není jednoznačné, zda vektor efektivní poměrné deformace $\hat{\epsilon}$ je počítán jako průměr přes Ω nebo je zadán pomocí parametru k .

K výpočetnímu řešení modelu byl vyvinut kód v jazyce Python, přičemž pro tvorbu sítě byla použita konečněprvková knihovna FEniCS. Nerozumím důvodu, proč nebyla tato knihovna použita také pro další fáze výpočtu (zejména pro sestavení algebraického systému).

Při výpočtech bylo nutné zvolit vhodně hodnoty parametrů h , n_x , n_y . Není jasné, zda byly vybrány na základě úsudku nebo pomocí nějakého kvantitativního kritéria.

Dále text obsahuje některé nepřesnosti (např. charakterizace auxetických materiálů v kap. 1 a 3, operace sloučení lokálních matic, aplikace kinematických okrajových podmínek), gramatické chyby (na řadě míst shoda podmětu s přísudkem) a drobné překlepy. Tyto spolu s dalšími poznámkami vepsanými do textu práce předávám autorovi.

Celkové hodnocení práce

Navzdory výše uvedeným nedostatkům se domnívám, že student prokázal vynikající schopnost řešit danou problematiku jak po stránce výpočetní tak experimentální. Práce je ucelená a je zpracována poměrně pečlivě. Téma práce je vysoce aktuální a přínosné pro průmyslovou praxi, neboť demonstruje efektivní přístup k návrhu nových materiálů s požadovanými mechanickými vlastnostmi.

Doplňující dotazy

1. V kap. 5.2.12 je uvedeno, že soustava bez okrajových podmínek má nekonečně mnoho řešení. Jaké okrajové podmínky postačují pro jednoznačnost řešení?
2. Proč byla použita hodnota $k=0,01$? Má na výsledek (získané makroskopické moduly E , ν , G) nějaký vliv?
3. V závěru je uvedeno, že model nedokáže predikovat zvýšení modulu G při záporném Poissonově čísle. Jaké rozšíření modelu by bylo nutné pro zachycení tohoto jevu?

Závěr: Práce splňuje zadání a požadavky na udělení akademického titulu Bc. Doporučuji ji proto k obhajobě.

V Liberci 24. 7. 2018



Mgr. Jan Stebel, Ph.D.

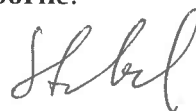
Návrh hodnocení bakalářské práce

Bakalářskou práci na téma

**Mikrostrukturální návrh a analýza 2D architektury se záporným Poissonovým
číslem: experimentální/počítačový přístup,**

kterou předložil pan **Václav Vomáčko**, hodnotím známkou **výborně**.

V Liberci 24. 7. 2018



Mgr. Jan Stebel, Ph.D.