

Posudek školitele

Ing. Michal Mračko nastoupil 1. října 2015 na prezenční formu doktorského studia v oboru *Mechanika tuhých a poddajných těles a prostředí* studijního programu *Strojní inženýrství* na Fakultě strojní ČVUT v Praze. Zároveň byl přijat na pracovní poměr na pozici doktorand v Ústavu termomechaniky AV ČR, v.v.i., kde dodnes působí v oddělení *Rázy a vlny v tělesech*. Doktorand během svého studia projevil zájem o aplikovaný a základní výzkum v oboru numerických metod, a to převážně o metodu konečných prvků pro modelování úloh šíření elastických vln v poddajných tělesech a explicitní časovou integraci.

V rozmezí let 2016-2023 publikoval nebo byl spoluautorem 6 publikací typu Jimp. Z toho některé jsou zařazeny do kategorie Q1. *Byl hlavním autorem i korespondující osobou jedné publikace v impaktovaném časopise*. Dále publikoval 2 příspěvky ve sbornících mezinárodních konferencí a zapojil se do přípravy dalších pěti příspěvků do sborníků mezinárodních konferencí. Je spoluautorem jedné přihlášky mezinárodního patentu věnující se tlumení šokových vln pomocí struktur vyrobených 3D tiskem z více materiálů. Dále je spoluautorem jedné technické zprávy podléhající obchodnímu tajemství. Doktorand se aktivně účastnil řady úspěšných grantových projektů MŠMT (*CeNDYNDMAT CZ.02.1.01/0.0/0.0/15 003/0000493*) a GAČR (GA22-00863K, GA19-04956S, GA19-02288J) a mnoha mobilních projektů (DAAD-16-12, ETA-15-03, EstAV-21-02). Během těchto mobilních projektů strávil tři týdny na pracovištích zahraničních partnerů. V současné době se aktivně zapojuje do řešení projektu agentury LISA ESA jako expert na numerické simulace dynamiky a termomechaniky.

Ing. Michal Mračko předložil k oponentuře disertační práci *Finite element method based computational time reversal in elastodynamics*. Tato práce je dobře strukturována a je kvalitně a čitelně zpracována. Celá práce je psána v anglickém jazyce a po grafické stránce vykazuje vysokou úroveň. Práce je formulována jakožto ucelený souhrn vědeckých výstupů vzniklých během doktorského studia doktoranda. Cílem disertační práce bylo vyvinout metodologii pro rekonstrukci zdroje v časové oblasti za použití metody výpočetní časové reverzace. Byly navrženy numerické postupy pro tuto časovou reverzaci elastických vln. Pro prostorovou diskretizaci byla použita metoda konečných prvků a pro přímou časovou integraci pohybových rovnic byla nasazena explicitní integrace druhého řádu konvergence, která plně zaručuje reverzovatelnost úlohy.

V práci byla provedena rešerše aktuálního stavu poznání k oblasti numerických metod pro reverzaci elastických vln v poddajných tělesech. Byly popsány aktuálně používané a akceptované metody a přístupy pro numerické řešení úloh elastických vln v poddajných tělesech společně se základy teorie šíření lineárních elastických vln napětí. Následně byl vyvinut a implantován vhodný numerický řešič. Kvalita a přesnost řešiče byla otestována a verifikována vhodnými testy, kde byly známy analytická řešení nebo byly dostupné experimentální výsledky. Následně byla navržena komplexní metodika pro úspěšné řešení reverzované úlohy, kde se speciální pozornost věnovala předpisu okrajových podmínek, jakožto informací známých z experimentů. Pomocí tohoto přístupu pak pomocí navržené metodiky bylo možné identifikovat polohu akustického zdroje události ale i informace o časových průbězích kinematických veličin tohoto akustického zdroje. Dále byla testována citlivost výsledků na změnu okrajových podmínek, počet snímačů, vlivu počtu odrazů a také citlivost na změnu materiálových parametrů elastického chování. Vyvinutá metodologie byla také otestována numericky a verifikována na experimentálních datech. Bylo prokázáno, že s dostatečně naladěným numerickým modelem je rekonstrukce zdroje nejen proveditelná, ale také správná. Díky představenému výzkumu je praktické nasazení výpočetní metody časové reverzace perspektivnější a metoda může být zahrnuta do konceptu zvaného digitální dvojče. Na druhou stranu, samotná metoda je velmi citlivá na vstupní parametry a z principu náročná na výpočet, což jsou aspekty, se kterými je nutné se vypořádat. Tím se také otevírají možnosti pro další výzkum.

Práce je ukončena diskuzí o získaných výsledcích a poznatků. Kladně hodnotím i vytyčení a úspěšnou přípravu nejbližších cílů dalšího výzkumu této problematiky.

Disertační práce doktoranda dostatečně prokazuje tvůrčí invenci a schopnost účinné, samostatné tvůrčí práce. Práce odpovídá požadavkům kladeným v tomto oboru. S předložením disertační práce k obhajobě *souhlasím*.