

**Oponentský posudek doktorské disertační práce Ing. Martina Kollera**  
**Ultrasound characterization of elastic properties and internal friction in materials prepared by plasma-based techniques.**

Předložená disertační práce Ing. Martina Kollera je zaměřena na ultrazvukovou charakterizaci grafenových destiček, a keramických a kovových kompozitů, připravených metodami spark plasma sintering a robocasting. Dizertant se zaměřil zejména na aplikaci laserové rezonanční spektroskopie (RUS). Považuji tuto práci za *velice aktuální* a to jak z hlediska volby charakterizační metody, tak z hlediska volby zkoumaných materiálů.

Práce je koncipována jako komentovaný soubor 8 prací publikovaných v impaktovaných časopisech (IF až 6.3), z toho v pěti případech je dizertant prvním autorem, na dvou druhým. Ve většině prací je dizertant také korespondujícím autorem a většina článků již má citace na Web of Science. U jednotlivých prací je podrobně popsán příspěvek jednotlivých spoluautorů včetně jejich souhlasu s uvedenou informací. Z toho vyplývá, že podíl dizertanta na práci a přípravě článků byl významný.

Cíl disertace – charakterizace nových materiálů připravených nekonvenčními metodami pomocí ultrazvukových metod – je podrobně rozpracován ve zmíněných pracích. Dizertant se zaměřil na studium anizotropie elastických vlastností sintrovaných grafenových destiček a keramických kompozitů s grafenovou zpevňující fází, kompozitů s maticí na bázi  $\text{CoNiAl/Ti}$  zpevněných intermetalickými fázemi a wolframu legovaného mechanicky různými komponenty. Dále charakterizoval anizotropii akustické a elastické vlastnosti komplikovaných geometrických struktur (scaffolds). V neposlední řadě pak řešil detekci tepelně aktivovaných procesů na základě změn elastických koeficientů a vnitřního tření. Dizertační práce je experimentálně velice rozsáhlá a přináší konkrétní výsledky. Lze konstatovat, že *disertační práce stanovený cíl splnila*.

Se stanoveným cílem souvisí i volba experimentálních technik a teoretických metodik k řešení problematiky. Dizertant v práci ukázal jednoznačné porozumění principu základní použité metodiky RUS a prokázal její vhodnou aplikaci v souvislosti se zmíněnou problematikou. Na přípravě zkoumaných materiálů se dizertant přímo nepodílel, ale v dizertaci prokázal znalost detailů jednotlivých procesů a prokázal, že vlastnosti vyrobených struktur dokáže vhodně využít. Lze konstatovat, že *volba metodiky byla naprosto adekvátní stanoveným cílům*.

Přestože vlastní komentář k předložené práci je relativně stručný, práce se opírá o velmi vysoký počet 234 referencí z oblastí jak metodických, tak experimentálních a technologických. Z toho jen v úvodním přehledu je referencí 174. Dizertant tak *jednoznačně prokázal své hluboké teoretické znalosti i schopnost vědecky pracovat*.

Vzhledem k formě disertace – komentovanému souboru vlastních publikací – nemá disertace klasickou strukturu. První část disertace popisuje teoretické základy, dělené na podkapitoly o elastických a anelastických vlastnostech materiálů, RUS a technikách přípravy materiálů. V druhé části pak popisuje vlastní studované materiály a získané výsledky: tato část je již dokumentována jednotlivými publikacemi. Tato kapitola je rozdělena do tří oblastí (grafenové materiály, kompozita na bázi kovů a akustické a elastické vlastnosti komplikovaných geometrických struktur). Každá tato část má jasnou strukturu, (i) úvod do problematiky, zkoumaný materiál a techniky; (ii) kopie vybraných publikací; a (iii) zhodnocení a diskuse získaných výsledků. Tímto způsobem je přehledně uvedeno, jaké výsledky dizertant během své práce dosáhl.

Vzhledem k tomu, že komentované články byly publikovány v angličtině, je celá dizertace psána v anglickém jazyce. Mohu konstatovat, že je sepsána podrobně, jasně a přehledně, a bez evidentních gramatických chyb (i když v tomto bodě nejsou mé jazykové znalosti na takové úrovni, abych mohl sloužit jako arbitr). I proto, že publikované články prošly v jednotlivých časopisech důkladným oponentským řízením, lze hodnotit získané výsledky jednoznačně kladně.

*K práci nemám vážné připomínky.* K diskusi při obhajobě bych měl následující náměty:

- 1) *Při přípravě materiálu pro studium kompozitních materiálů Heuslerových slitin bylo využito mechanické mletí na snížení velikosti původních lupínků kovu. Z obrázku 1 v publikaci C je patrné, že po mletí mají částice nerovnoměrný tvar. Na druhé straně částice prášku Ti byly kulové. Jaký má tvar částic vliv na homogenitu a vlastnosti materiálu po aplikaci SPS (porozita, elastické vlastnosti, RUS charakteristiky)?*
- 2) *V článku E je zmíněno, že aktivační energie vnitřního tření se shoduje s aktivační energií přechodu mezi tvárným a křehkým chováním. Existuje opravdu přímý vztah mezi těmito dvěma jevy? Jaká je současná představa o společném mechanismu obou dějů?*

#### **Závěr:**

Prohlašuji, že jsem práci podrobně prostudoval. Konstatuji, že předložená dizertace přináší originální výsledky, svým obsahem vyjadřuje vědeckou kvalifikaci disertanta a jednoznačně splňuje podmínky stanovené na doktorskou práci. **Doporučuji proto práci k dalšímu řízení a po úspěšné obhajobě navrhnout Ing. Martinu Kollerovi udělení vědecké hodnosti PhD.**

V Praze dne 13. 10. 2020

Prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc.  
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Praha