

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího       posudek oponenta  
 bakalářské práce       diplomové práce

Autor/ka: Bc. Jan Knapp

Název práce: Investigation of Hydrogen Interaction with Vacancies, Dislocations and Grain Boundaries in Titanium

Studijní program a obor: Fyzika (N1701) – Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů

Rok odevzdání: 2017

Jméno a tituly oponenta: RNDr. Martin Vlach, Ph.D.

Pracoviště: KVOF, MFF UK, Ke Karlovu 3, Praha 2, 121 16

Kontaktní e-mail: [martin.vlach@mff.cuni.cz](mailto:martin.vlach@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 oponenta:

Diplomová práce vznikla v letech 2015 – 2017 v rámci základního fyzikálního výzkumu titanu, jakožto důležitého technologického materiálu s dobrými mechanickými vlastnostmi. Předmětem práce bylo studium defektů (a jejich interakce s atomy vodíku) v Ti pomocí různých metod, zjm. pozitronovou anihilační spektroskopií, která byla kombinována s výzkumem pomocí termogravimetrie, rtg. difrakce a měření mikrotvrlosti. Ke splnění úkolu diplomové práce rozpracovává autor adekvátní metodiku založenou na cílenou aplikaci experimentálních postupů. Práci lze sice řadit do kategorie základního výzkumu, nicméně volba tematiky a cíle řešení jsou velmi aktuální a mohou i mít aplikační výstupy. Zvolený přístup umožnil přispět ke komplexnějšímu posouzení a objasnění mechanismů souvisejících s defekty v Ti, které mají významný vliv na fyzikální vlastnosti materiálu. Navíc za vyšších teplot Ti absorbuje velmi ochotně vodík. Současné poznatky ukazují, že existuje silná přitažlivá interakce mezi absorbovaným vodíkem a mřížovými defekty s volným objemem. Získané výsledky o interakci vodíku s defekty v Ti jsou originální, i když podklady pro tyto myšlenky logicky pochází od vedoucího práce.

Text práce je rozdělen do devíti částí. V první se autor zabývá základními charakteristikami vodíku, titanu, binárních systémů Ti-H, intersticiálních slitin a hydridů. Tato část vyjadřuje současnou úroveň poznání. Následující čtyři kapitoly jsou věnované experimentálním technikám (rtg. difrakce – XRD, mikrotvrlost – HV, diferenční skenovací kalorimetrie – DSC, pozitronová anihilační spektroskopie – PALS), výpočtovým metodám a balíkům (zjm. VASP a Pos330), metodě přípravy jemnozrnných materiálů (UFG a ECAP) a použitým variantám dopování vodíku (elektrochemicky a ve vodíkové atmosféře). Následující tři kapitoly tvoří páteř celého textu. Bc. Jan Knapp na více než 40 stranách podává a diskutuje výsledky své práce, dokládá je grafy a vyobrazení. Podrobná diskuze výsledků získaných měření je provedena nejen srovnáním s převzatými výsledky, ale hlavně s výsledky modelu na systému Ti-VAC-H. Devátá kapitola shrnuje hlavní dosažené výsledky. Po ní následuje seznam použitých zkratk, literatury a seznam obrázků a tabulek.

K práci mám následující připomínky:

- V práci se vyskytuje několik překlepů (např. hned v poděkování "Sivie Maskova" místo „Silvie Mašková“), několik pravopisných chyb či chybějících čárek a teček a také formálně nekonzistentní užití fyzikálních jednotek (např. °C, eV, K atp.), které se objevují někde v kurzívě či bez, resp. bez mezery či s mezerou před zápisem jednotky. S ohledem na častý výskyt je tento (ne)formalismus kontraproduktivní.
- Úvodní část práce „Introduction“ velmi pěkně popisuje poznatky o vodíku, titanu, systému Ti-H, odpovídajících intersticiálních slitinách a hydridech a má též nesporný didaktický význam. Nicméně tato kapitola o rozsahu téměř 25 stran je dle mého názoru (byť se text čte pěkně) zbytečně podrobná s ohledem na potřeby práce.
- Poněkud rušivě působí používání „výplňových“ vět na začátku řady odstavců, kde autor často opakuje, co je předmětem práce a jak je důležité dané studium, a také je text doslova „prošpikován“ odkazováním na jiné části práce (vč. kapitol, které teprve následují). Za nadbytečné také považuji podkapitolu „Summary“ v kapitolách 6, 7 a 8, neboť nepřináší podstatné závěry, text se odkazuje na literaturu jiných autorů a na obrázky, dále jsou v těchto podkapitolách zmiňována či opakována zcela zbytečná tvrzení (např. že měření DTA je rychlejší než měření PALS). Naopak by textu prospělo, kdyby tyto „závěry“ byly vloženy plynule do předcházejícího textu. Stejně tak považuji za nadbytečné, že v kapitole 6, týkající se popisu výsledků a jejich diskuze, je najednou jakýsi „návrat“ a popis

fázových diagramů (kap. 6.2.2). To by s ohledem na lepší konzistenci textu mělo patřit do úvodní části práce.

- Nenašel jsem v textu odkaz na Fig. 3.1 a 3.2 (i když z logiky textu je tato situace minoritní). Na straně 67 je přehozené číslování obrázků (Fig. 7.3 vs. Fig. 7.2) a vzápětí nekonzistentní číslování dalších – autor se odkazuje v následujícím textu na Fig. 7.9, ale Fig. 7.4 je odkazován až na dalších stranách. Na straně č. 75 je odkaz na „Fig. ??“ (tedy bez uvedení daného, konkrétního obrázku – pravděpodobně se jedná o Fig. 8.2), obrázky Fig. 8.2 a Fig. 8.3 jsou nevhodně malé. Stejně nekonzistentní je odkazování na obrázky na stranách 82–85, kde autor skáče mezi odkazy. Pro čtenáře se tak text stává méně přehledným.
- Autor čísluje kapitoly standardizovaným způsobem, ovšem v kapitole 5 je toto číslování najednou jiné (5.0.1, 5.0.2).

Výše uvedené připomínky a komentáře nepovažuji za závažné, počet nepřesností nesnižuje odbornou kvalitu sepsaného textu. V práci uvedené poznatky jsou originální a rozšiřují znalosti o mechanismech probíhajících v Ti za přítomnosti defektů, zjm. týkající se přítomnosti absorbovaného vodíku a mřížových defektů s volným objemem. Velmi vhodně je i zvolena kombinace měřicích metod. Po přečtení textu lze jen doporučit, aby získané výsledky a závěry práce byly rozšířeny, a vzhledem ke své aktuálnosti také vhodně souhrnně publikovány. Bc. Jan Knapp je spoluautorem několika konferenčních příspěvků a publikací v Journal of Physics: Conference Series. Byť by práci prospěla větší pečlivost při finální korektuře, prokázal student dobrý přehled v dané problematice. Předkládaný text svojí kvalitou zcela určitě splňuje kritéria diplomové práce studenta Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy. Obhajobu diplomové práce s klidným svědomím doporučuji.

#### **Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

- Podle cílů a obsahové náplně bylo v diplomové práci využito několik metod, vč. výpočtových. V úvodu práce je sice v poděkování uvedeno několik jmen, ale z předloženého textu není často zřejmé, jaké konkrétní výsledky (grafy) jsou dílem autora (za pomoci vedoucího práce) a jaké jsou případně dílem jiných osob a spolupracovníků. Mohl by autor tyto skutečnosti ve stručnosti ozřejmit?
- Mohl by autor prezentovat důvody změn mikrotvrlosti HV1 u vzorku elektrochemicky dopovaného vodíkem (Fig. 6.23) a dát do souvislosti s výsledky odpovídajících měření XRD a PALS v kapitole 6.3.1? Důvody jsou sice víceméně zřejmé, ale autor je v práci dostatečně nepodává/nediskutuje a jen de facto popisuje jednotlivé grafy.
- Autor v kapitole 8.3 zmiňuje, že provedl DTA měření nejen v prezentované rychlosti 10 K/min (Fig. 8.12), ale také v rychlosti 5 K/min. Mohl by autor ukázat tento výsledek a srovnat s rychlostí 10 K/min?
- Mohl by autor z důvodů nekonzistentního odkazování na obrázky na str. 82–85 prezentovat detailnější a adekvátní rozbor grafu uvedeného na Fig. 8.16 (ve smyslu, o jaké procesy se jedná atp.)?

**Práci** doporučuji nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

**Navrhuji hodnocení stupněm:** výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/opponenta:

Praha, 25. 5. 2017