

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Jan Knapp
Název práce: Vodíkem indukované defekty v titanu
Studijní program a obor: Fyzika. Obecná fyzika
Rok odevzdání: 2015

Jméno a tituly oponenta: RNDr. Martin Vlach, Ph.D.
Pracoviště: Kabinet výuky obecné fyziky (KVOF), MFF UK
Kontaktní e-mail: 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:

Bakalářská práce vznikla v akademickém roce 2014/2015 v rámci základního fyzikálního výzkumu konstrukčních materiálů s použitím nejen v chemickém průmyslu, ale i moderní medicíně. Titan a jeho slitiny lze považovat za slibný materiál pro zmíněné aplikace díky zvýšené odolnosti vůči korozi. Předmětem práce bylo studium vlivu vodíku absorbovaného do titanové mříže na defekty v titanu. Titan (s různými postupy dopování vodíku) byl zkoumán pomocí pozitronové anihilační spektroskopie a měření mikrotvrlosti se srovnáním výsledků získaných pomocí diferenční skenovací kalorimetrie.

Ke splnění úkolu bakalářské 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. Zvolený přístup umožní přispět ke komplexnějšímu posouzení a objasnění mechanismů probíhajících ve slitinách na bázi Ti. Získané výsledky jsou jedinečné a originální, i když podklady pro tyto myšlenky zcela jistě (a pochopitelně) pochází od vedoucího práce.

Text práce je rozdělen do devíti kapitol. V úvodní části autor popisuje základní charakteristiky titanu, krátce se též věnuje problematice fázových přeměn. Třetí kapitola vymezuje experimentální metodiku práce, popisuje použítá experimentální zařízení i postupy pozorování a měření. Následující kapitola, kde jsou popsány výchozí stavy materiálů, je vhodnou přípravou pro následující kapitolu, která tvoří páteř celého textu. Ta je již zaměřena na výsledky a srovnání titanu s různými koncentracemi vodíku (vč. dopování různými metodami). Student zde 21 stránkách diskutuje jednotlivá měření, vše dokládá grafy. Uvedené poznatky jsou vědecky zajímavé a rozšiřují naše znalosti týkající se vlivu vodíku na vlastnosti Ti a teplotní stabilitu vznikajících fází. Poslední část práce shrnuje hlavní dosažené výsledky, následuje seznam použité literatury, seznam tabulek a použitých zkratk.

K práci mám následující nepodstatné připomínky:

- V práci se občas vyskytují gramatické a syntaktické chyby (např. tečka za slovem viz). V textu se vyskytuje nekonzistentní užívání kurzívy u fyzikálních veličin (text vs. obrázky a rovnice), použití (nepoužití) mezer u jednotek veličin, užití velkých a malých písmen (titan vs. Titan) či názvosloví (klastry vs. clustery). U označení stupňů Celsia ($^{\circ}\text{C}$) autor pravděpodobně používá „nulu (0)“ v horním indexu. Podobně se u několika obrázků a rovnic vyskytuje „divný“ znak (např. rovnice (2.15) či obr. 32). Také lze v textu nalézt několik chybějících teček na ukončení vět (např. str. 12 a 13) či neuvedení jednotek u dob života volných pozitronů (např. str. 11). Autor také neuvedl na úvodní straně práce správně tituly vedoucího práce.
- V kapitole 4 se objevuje nekonzistentní značení obrázků. V příslušné části je popisován obr. 16, nicméně v logice textu je umístěn již před obrázky č. 14 a 15.
- Autorovi bych si dovolil vytknout rozdělení tab. 3 a 4 na dvě části (dvě stránky). To činí text méně přehledným. Přitom se v případě těchto tabulek jedná o zásadní shrnutí výsledků PAS, HV a RTG. Podobnou nepřehledností „trpí“ také obr. 30, 31 a 38, kde nelze jednoduše rozlišit křivku volných pozitronů, příspěvků od zdroje a křivek ohřevu a chlazení.
- Drobnou výtku mám k popisu leštění a přípravě vzorků pro měření HV, kde autor sice popisuje vlastní proceduru, ale popis je neúplný (např. chybí informace o oplachu vzorku) a nevhodně je užit výraz „velikost zrn“ – lépe vyjadřující pojem je tzv. zrnitost.
- U on-line citace chybí odkaz na konkrétní internetovou stránku a data publikování. Ověření citace je tak minimálně z pohledu čtenáře nepohodlné.
- Autor uvádí seznam zkratk a tabulek, ale neuvádí například seznam obrázků.
- Autor v závěrech práce zmiňuje, že ve vzorcích bylo absorbované množství vodíků dostatečně velké, že bylo měřitelné na přesných laboratorních vahách s přesností 1 mg. Přitom termogravimetrická křivka pro titan dopovaný vodíkem po dobu 50 h (viz obr. 38) prokazuje hmotnostní úbytek do 1 mg. Ze zkušenosti s měřením malých úbytků hmotností (jako je únik vodíku ze vzorků) lze však na speciálních laboratorních vahách dosáhnout přesnosti alespoň 0,1 mg (často i 0,05 mg). Autor pravděpodobně neuvedl správný údaj o přesnosti použitého zařízení.

Výše uvedené připomínky a komentáře považuji za nepodstatné a podružné. Vzhledem k objemu získaných poznatků lze říci, že student prokázal náležitý přehled v dané problematice, což v souvislosti se složitostí zkoumaného problému zvládl velmi dobře. Oceňuji zajímavé a podnětné měření titanového vzorku s tenkou vrstvou Pd, byť tato část výzkumu nevedla k pozitivním zjištěním. To je ale v současném výzkumu tenkých vrstev a dopování materiálů vodíkem také velmi podstatná informace. Výsledky práce byly částečně publikovány v recenzovaném konferenčním sborníku (J. Phys.: Conf. Series). Po přečtení textu lze jen doporučit, aby i další získané závěry práce vzhledem ke své aktuálnosti byly také v krátké době časopisecky publikovány.

Předkládaná práce kvalitou zcela splňuje kritéria bakalářské práce studenta MFF UK. Obhajobu bakalářské práce s klidným svědomím doporučuji.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Podle cílů a obsahové náplně bylo v bakalářské práci využito ke studiu vlivu vodíku na Ti několik metod – pozitronová anihilační spektroskopie, měření mikrotvrlosti, diferenční skenovací kalorimetrie a difrakce rentgenového záření. Z předloženého textu není zřejmé, jaké výsledky jsou dílem autora (za pomoci vedoucího práce) a jaké případně dílem jiných osob. Zejména se jedná o RTG měření. Pokud jsou tyto výsledky popsány v práci jen a pouze autora, považuji dotaz samozřejmě za bezpředmětný.
- Autor na str. 15 uvádí, že vytvrzení Ti je při teplotách žhání nad ~ 770 °C způsobeno zejména vlivem kyslíku a také zpětnou transformací $\beta \rightarrow \alpha$. Kyslík je ovšem považován v titanových slitinách za stabilizátor fáze α . Navíc ze srovnání křivek mikrotvrlosti a DSC v obr. 35 a 37 je vidět, že k této transformaci dochází v čistém Ti již při teplotách blízkých 800 °C, a teplotní interval přechodu je ovlivněn právě koncentrací jiných atomů, které do materiálu pronikají a jsou rozpuštěny (např. vodík či kyslík). Může autor své tvrzení o pronikání kyslíku do mřížky titanu doložit například literárním odkazem či výsledky jiných autorů, neboť v práci je tento závěr uváděn jen jako pouhé konstatování, příp. provedl autor alespoň odhad vlivu jednotkové koncentrace kyslíku v Ti na změnu vytvrzení?
- Autor uvádí, že jeden ze zkoumaných materiálů byl čistý titan, který byl vyžhán na teplotě 1000 °C po dobu 2 hodin (ve vakuu). V obrázku 36 je patrný rozdíl v hodnotách mikrotvrlosti (u teploty žhání 900 °C) mezi takto připraveným materiálem a výchozím Ti. Jak si autor tento rozdíl vysvětluje?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 29. 5. 2015

.....
RNDr. Martin Vlach, Ph.D.