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 vedoucího: Jakub Čížek
Pracoviště: KFNT MFF UK
Kontaktní e-mail: jakub.cizek@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 vedoucího/oponenta:
Bakalářská práce se zabývá studiem absorpce vodíku v titanu a interakcí absorbovaného vodíku s defekty krystalické mříže. Titan je důležitý strukturní materiál, který poměrně snadno absorbuje vodík. Pochopení vlivu vodíku na defekty v titanu je proto důležité pro použití titanu ve vodíkových technologiích a také pro vyřešení problémů s degradací mechanických vlastností titanu (zkřehnutí) způsobenou vodíkem.
Jan Knapp ve své bakalářské práci použil pozitronovou anihilační spektroskopii (PAS) pro studium defektů vytvořených v titanu dopováním vodíkem. Charakterizace defektů pomocí PAS byla kombinována s fázovou analýzou pomocí difrakce rtg. záření a studiem vlivu vodíku na mechanické vlastnosti pomocí měření tvrdosti. Teplotní stabilita absorbovaného vodíku byla prokoumána pomocí diferenciální skenovací kalorimetrie.
Jan Knapp během řešení své bakalářské práce nejdříve optimalizoval proceduru dopování titanu vodíkem. Následně provedl dopování vodíkem na různé koncentrace. Dopování vodíkem bylo prováděno dvěma různými způsoby: (i) elektrochemicky a (ii) dopováním z plynné fáze. Elektrochemické dopování umožňuje dosáhnout vysokou fugacitu a vede k vytvoření podpovrchové vrstvy s velmi vysokou koncentrací vodíku, která se postupně pomalu rozšiřuje směrem do vzorku. Dopování z plynné fáze za zvýšených teplot vede k přibližně homogennímu rozložení vodíku v celém objemu vzorku. Jan Knapp také ověřil, že podobných výsledků jako při elektrochemickém dopování je možné dosáhnout dopováním z plynné fáze při nižších teplotách s použitím velmi vysokého tlaku. Ve všech případech bylo prokázáno, že dopování vodíkem vede ke vzniku δ-hydridu TiH_2.
Jan Knapp dále pomocí PAS měření zjistil, že dopování titanu vodíkem vedlo ke vzniku dvou typů mřížových defektů: (i) dislokací vnesených do vzorku plastickou deformací při vzniku částic δ-hydridu a (ii) vakancí, které se shlukují do drobných klastrů. Velikost klastrů roste s rostoucí teplotou dopování díky vyšší mobilitě vakancí. Větší shluky vakancí (voidy) představují potom zárodky pro vznik mikrotrhlin, které byly ve vzorcích dopovaných vodíkem pozorovány světelným mikroskopem.
Janu Knappovi se podařilo úspěšně zvládnout veškerou experimentální metodiku, tj. dopování vzorků vodíkem, žíhání, kalení a leštění vzorků, metalografii, měření tvrdosti, difrakci rtg. záření, PAS a diferenciální skenovací kalorimetrii. Velmi úspěšně také zvládl poměrně náročné zpracování naměřených dat a jejich interpretaci. Při řešení bakalářské práce prokázal schopnost kriticky pracovat s odbornou literaturou a uvést vlastní data do kontextu s výsledky získanými jinými autory. Bakalářská práce je napsána jasně a srozumitelně. Předkládané závěry jsou dostatečně podloženy experimentálními daty a logicky a fyzikálně správně zdůvodněny.
Závěrem lze konstatovat, že v rámci této bakalářské práce se Janu Knappovi podařilo získat velmi zajímavé a nové výsledky o absorpci vodíku v titanu a jeho interakci s defekty. O kvalitě této práce svědčí i to, že část výsledků byla již přijata k publikaci v časopise Journal of Physics: Conference Series. Předpokládám, že i další výsledky budou v brzké době publikovány. Práci doporučuji uznat jako bakalářskou práci a hodnotit ji stupněm výborně.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:
Jako námět do diskuze navrhuji
1. Zmínit možnosti jak zjistit obsah vodíku v titanu.
2. Jakým způsobem je možné vodík z titanu odstranit a jaký vliv by to mohlo mít na jeho mikrostrukturu?

Práci
☒ doporučuji
❑ nedoporučuji
uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:
☒ výborně ❑ velmi dobře ❑ dobře ❑ neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:
9.6. 2015, Praha