

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autor: Bc. Matej Jakubik

Název práce: Investigation of hydrogen interactions with defects  
in high-entropy alloys

Studijní program a obor: Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů [FKSMP]

Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly vedoucího: RNDr. Petr Hruška, Ph.D.  
Pracoviště: Katedra fyziky nízkých teplot (KFNT)  
Kontaktní e-mail: petr.hruska@matfyz.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:**

Předmětem diplomové práce bylo studium mikrostruktury objemových vysoko-entropických slitin (HEA) přechodových kovů IV.B a V.B skupiny (Hf-Nb-Ta-Ti-V-Zr), jejich dopování vodíkem z plynné fáze a charakterizace vodíkem-indukovaných defektů. Celkově autor práce, Matej Jakubik, prozkoumal slitiny 4 různých složení: ekvimolární 3-prvkové a 5-prvkové, a neekvimolární 4-prvkové a 5-prvkové. Každé složení je možné charakterizovat jinou hodnotou tzv. misfit parametru, který vyjadřuje velikost distorzí krystalové mřížky typických pro HEA. Mikrostruktura slitin byla zkoumána především pomocí skenovací elektronové mikroskopie v kombinaci s prvkovou analýzou a mapováním. Jako doplňkové metody byly použity rentgenová difrakce a měření doby života pozitronů. Absorpce vodíku byla realizována v PCT aparatuře, následná desorpce vodíku byla monitorována kombinací rentgenové difrakce, diferenciální skenovací kalorimetrie a měření zbytkového tlaku.

Samotná práce je rozdělena do 4 kapitol. První kapitola se věnuje úvodu do problematiky dopování kovů vodíkem včetně jeho interakce s defekty a dále stručnému úvodu k vysoko-entropickým slitinám. Následující druhá kapitola popisuje použité experimentální metody. Ve třetí kapitole, tvořící bezmála 40% práce, jsou nejprve prezentovány naměřené výsledky. Ty jsou následně stručně diskutovány v rámci čtvrté kapitoly. Jednoznačně jako silnou stránku hodnotím experimentální část, ve které se studentovi podařilo shromáždit velké množství dat se zajímavým potenciálem v oblasti výzkumu HEA dopovaných vodíkem. Zároveň je potřeba vyzdvihnout ty experimentální práce, které prováděl Matej Jakubik zcela samostatně, tj. metalografickou přípravu vzorků a jejich analýzu pomocí skenovací elektronové mikroskopie. Dále byl schopen navrhnout a řídit navazující experimenty. Naopak velkou slabinou je příliš stručná diskuze, která se věnuje pouze jednoduchým a na první pohled zjevným závěrům. Diplomová práce je silně technicky zaměřená, většina pozornosti je soustředěna na popis experimentálních výsledků, a to i na úkor jejich hlubší interpretace, která by je zasadila do širšího kontextu.

Formální stránku práce hodnotím jako průměrnou. Samotná grafická úroveň je na výborné úrovni a mám výhrady pouze k velkému množství převzatých obrázků v prvních dvou kapitolách. Jsem toho názoru, že část z nich mohl a měl student vytvořit sám, např. obrázky 1.10, 2.6, 2.12, nebo 2.19. Jazyková úroveň je průměrná až podprůměrná. Vzhledem k faktu, že je práce napsána v angličtině, lze přejít gramatické a stylistické chyby, nicméně čitelnost některých pasáží je velmi obtížná. Navzdory tomu je struktura práce jasná a přehledná, její rozsah (71 stran) i počet citací (114) hodnotím jako adekvátní zvolené problematice.

Závěrem bych znovu chtěl vyzdvihnout velké množství experimentální práce, kterou Matej Jakubik odvedl. Dosažené výsledky jsou originální a tvoří důležitou součást výzkumu vysoko-entropických slitin na KFNT. Vzhledem k předchozím komentářům doporučuji diplomovou práci uznat a ohodnotit ji jako velmi dobrou.

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

K autorovi mám následující otázky a poznámky:

1. V závěru je uvedena zajímavá myšlenka, že kvůli robustnosti vysoko-entropických slitin, je zvolený počet 4 různých složení příliš nízký na to, aby bylo možné některé poznatky zobecnit na celou skupinu těchto materiálů. Prosím o rozvedení této myšlenky a její podpoření konkrétními čísly. Kolik hypoteticky existuje 4- a 5-prvkových, ekvimolárních a neekvimolárních kombinací?

2. V návaznosti na předchozí otázku se ptám studenta na názor, který parametr podle něj bude mít velký vliv na absorpci vodíku ve vysoko-entropických slitinách. Jakým směrem by případně vedl navazující experimenty?
3. Z výsledků práce je patrné, že chování studovaných vysoko-entropických slitin dopovaných vodíkem je v mnohém podobné jako je tomu v případě běžných kovů. Je možné tuto podobnost demonstrovat na 1-2 příkladech (srovnání HEA vs běžný kov)?
4. Ve druhé kapitole je dost prostoru věnováno pozitronové anihilační spektroskopii, ačkoli její výsledky jsou v práci spíš okrajové. Mohl by autor uvést příklad na základě dostupné literatury, jakou perspektivu má tato metoda pro výzkum vysoko-entropických slitin?
5. Poznámky k seznamu literatury:
  - Obrázek 1.10 odkazuje na citaci [64]. Samotný článek ale tento obrázek neobsahuje.
  - Obrázek 2.6. odkazuje na špatnou přednášku č. 1 namísto správné přednášky č. 3. Odkazy [79] a [77] jsou v tom případě totožné.
  - Odkaz [8] obsahuje chybu v názvu „ $\text{LaNi}_{5/2}$ “ (správně  $\text{LaNi}_5$ ).
  - Odkaz [20] obsahuje webový odkaz na článek, chybí zde autoři práce, časopis i rok vydání.
  - Formát citací je v seznamu literatury nejednotný. U některých položek jména autorů obsahují pouze iniciály, v některých jsou plná jména, např. odkaz [45] obsahuje pouze příjmení autorů, v odkazu [41] jsou jména všech autorů psaná velkými písmeny. Rok, číslo časopisu a rozsah stránek jsou uvedené v různých pořadích.

### Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

### Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/opponenta:

v Praze 29. 5. 2024

.....  
RNDr. Petr Hruška, Ph.D.