

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Bc. Josef Fischer
Název práce: Fázové transformace ve slitinách na bázi Mg-Zn
Studijní program a obor: Fyzika, učitelství fyziky - matematiky pro SŠ
Rok odevzdání: 2013

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: doc. RNDr. Ivana Stulíková, CSc.
Pracoviště: KVOF
Kontaktní e-mail: ivana.stulikova@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/opponenta:

Bc. Josef Fischer se ve své diplomové práci věnoval tématu, které je zajímavé nejen z hlediska fyzikálního ale i technického. Studoval fázové změny probíhající ve 2 slitinách na bázi Mg-Zn, ve kterých se ve výchozím stavu vyskytují oblasti kvazikrystalická fáze s pětičetnou symetrií, což je jev v kovech poměrně ojedinělý. Vzhledem k zaměření svého studia si musel mnohé základní fyzikální poznatky dostudovat a seznámit se od základu i s technikami použitých experimentálních metod. Jako hlavní experimentální metody si zvolil měření žíhacích křivek tvrdosti a zbytkové rezistivity. Podílel se i na přípravě vzorků pro transmisní elektronovou mikroskopii. Právě s paralelním výzkumem vývoje mikrostruktury by býval mohl své výsledky konfrontovat a založit na něm jejich plausibilní interpretaci. Této možnosti však nevyužil.

Do samotné experimentální práce se velmi rychle zapracoval a pod vedením pracoval velmi spolehlivě a získal původní výsledky, které jsou cenné i v širším kontextu výzkumu hořčikových slitin. Komunikaci přerušil na delší dobu po ukončení experimentální části práce a při sepisování práce si počínal až příliš samostatně. Její text a obsah jsem poprvé viděla až po odevzdání práce.

- Naprosto nevyhovující jsou citace použité literatury v celém textu práce. Ráda bych autora upozornila, že povinnou citační normou pro diplomovou práci je ISO 690. Často cituje nerecenzované internetové zdroje typu Wikipedie, což nebudí důvěru v odborném textu nebo necituje originální prameny.. Diplomant zásadně cituje pouze prvního autora, mnoho citačních údajů je neúplných, diplomant by měl zachovávat alespoň minimální slušnost ke čtenářům a ušetřit je takových výlevů jako „[Vlach 2009] Martinova disertačka; přesnou citaci dodělat“. Na citace označené v seznamu jako [Hall], [Frei], [Roberts] a [Polmear] jsem v textu práce odkaz nenalezla. Naopak citace uvedená na str. 30 a 32 jako [N1] v seznamu literatury chybí.
- Paginace uvedená v Obsahu nesouhlasí se skutečností.

V první části práce (13 stran) autor shrnul některé teoretické základy potřebné pro řešení problematiky. Přestože se jedná o kompilaci mnohokrát zpracovaných textů, nevyhnul se zde některým prohřeškům, např.

- str. 7, ř. 4: „termodynamických fázových transformací“ – slovo termodynamický je v tomto případě redundantní.
- str. 8, ř. 23: jednotka „Joul“ – jednotky se označují malými písmeny a celým jménem fyzika (Joule)
- str. 9, ř. 23, ř. 26: není definován význam dF případně dG
- str. 11: ř. 24: použití slangového výrazu „nedefinovat“
- str. 15: na obr. 1-2, kterým chce autor ozřejmit význam rovnic (1.21 -1.23) je molární směšovací volná entalpie označena indexem „směš“, zatímco v uvedených rovnicích autor používá index „Sněm“.
- str. 18, ř. 6: „Dodejme, že bod fázového přechodu druhého druhu se nazývá Curieovým bodem.“ – Curieovým bodem je označována pouze změna v magnetických či feroelektrických vlastnostech látky.

Didaktický význam může mít část popisující problematiku kvazikrystalů. Tento text je zcela původní. Terminologicky však autor osciluje mezi pojmy kvazikrystal a quasikrystal (v úvodu).

Současnému stavu studované problematiky se diplomant věnuje na 8 stranách textu. Nelze ji však doporučit k dalšímu využití pro značný počet nepřesností či pro nesprávné hodnocení shromážděných výsledků.

- str. 26 a str. 27: řádové chyby při uvedení hustoty hořčiku
- str. 26, ř. 19: Pojem tvrdost podle Brinella, tvrdost podle Vickerse, označení HV12 nejsou definovány. V uvedené citaci jsem tento číselný údaj nenalezla.
- str. 26, ř. 28: Pojem deformační zpevnění není definován

- str. 28, tabulka 2-2: Anglické termíny se do českého textu nehodí
- str. 29, ř. 4-8: Autor popisuje domnělý rozpor vysvětlení nízké tepelné odolnosti AZ slitin nízkou teplotou tání γ - fáze nebo precipitací této fáze. Chtěla bych autora upozornit, že teplotní oblasti precipitace souvisí s difúzním koeficientem daného prvku v mříži základního kovu. Hodnota difúzního koeficientu souvisí ovšem s teplotou tání, tj. v tomto případě s teplotou tání γ –fáze, takže obě tvrzení spolu přímo souvisí a není v nich rozpor.
- str. 29: fáze ϕ a τ nejsou popsány, není definováno, co je „as cast“ stav, není definováno α -Mg, poslední věta na této straně nedává smysl.
- str. 30, ř. 5-7: Diplomant chybně uvádí jakýsi rozpor v tvrzení stejných autorů v jejich pracích [15] a [20], jejichž vznik se liší jedním rokem. Zřejmě neporozuměl dobře textu, protože ve starší z obou prací pouze autoři uvádějí, že se jim pomocí RTG analýzy nepodařilo určit strukturu pozorovaných fází, zatímco v mladší z obou prací ji určili pomocí transmisní elektronové mikroskopie (Q-fáze). Údaje v tabulce 2-4 jsou tedy nepřesné.
- str. 30, ř. 14: pojmem „nárůst zrn“ zřejmě diplomant míní pojem „nárůst velikosti zrn“
- str. 30, nesprávné číslování tabulek, po tabulce 2-4 následuje tabulka 2-6
- str. 31: tabulka 2-5: řádové chyby v mřížových parametrech – má být $a=1,416$ nm pro τ -fázi a $a=1,05438$ nm pro γ -fázi
- str. 33, ř. 3: „... Ca a Sr způsobí výrazné zlepšení mechanických vlastností [12]“ – Práce [12] odkazuje na jiný citační odkaz, kde je uvedeno, že se zlepšují vlastnosti v creepu legurou Ca a Sr. Naopak výsledky práce [12] ukazují na snížení charakteristických hodnot deformačních testů při legování Ca vůči základní slitině MgAlZn. Pouze legování Sr vede ke zlepšení mechanických vlastností při pokojové teplotě.
- str. 33, ř. 6: „Přítomnost Ca v MgAl slitinách dále způsobí zlepšení mechanických vlastností při vyšší teplotě [13].“ – Diplomant se plete, v citované práci se jedná o slitiny MgZn bez legury hliníku.
- str. 33, ř. 8: Pojem „hraniční zrno“ je neznám, diplomant měl zřejmě na mysli pojem oblast hraniční fáze. V práci [13] je však naopak ukázáno, že podstatného zpevnění je docíleno přítomností jemných a hustě se vyskytujících částic sekundární(ch) fáze(i) uvnitř zrn.
- str. 33, ř. 9: „Přidáním malého množství Ca do MgAl lze snížit tuhost, kujnost [12] a dále zvýšit tvrdost [13].“ - Diplomant zde srovnává nesrovnatelné a to je vliv Ca na vlastnosti slitin MgAl a MgZn.
- str. 33, ř. 18: ... „rovnoměrné rozprostření „ – autor měl zřejmě na mysli termín „homogenní rozdělení“

Popis použitých experimentálních metod a základní informace o studovaných materiálech jsou shrnuty na 18 stranách textu.

- Autor by měl sjednotit terminologii a nepoužívat střídavě pojmy izotermní a izotermický, zvláště když jeden z pojmů objasňuje schematickým obrázkem, v jehož popisu používá druhý z termínů (obr. 3-2, str. 36). Stejně tak opis tohoto typu žíhání jako „režim se stálou teplotou“ použitý v Úvodu je nesprávný. Záměna pojmů izochronní za izochorický (str. 53, str. 57) je pak už fyzikální chybou. Termíny jako „vykalení“ (str. 35) a „atomové složení materiálu“ (str. 37) nesvědčí o pečlivosti při tvorbě této práce. Občas se v textu též vyskytují věty, které nedávají smysl jako např. na str. 38: „Pro stálou teplotu měření můžeme tedy považovat pro všechny stavy, v nichž se studované materiály po dobu experimentu vyskytnou.“ případně se věty opakují jako na str. 40, ř. 13-16.
- str. 38, ř. 20-21: Není pravda, že teplota kapalného dusíku (zřejmě je myšlena teplota varu kapalného dusíku) je za běžných podmínek stabilní, např. rozpouštění plynů v kapalném dusíku zvyšuje jeho teplotu varu. Autor tuto skutečnost připouští na str. 41, ř. 16-18, z textu však čtenář nabude dojmu, že tento vliv je zanedbatelný.

- str. 43, poslední řádek: Není pravda, že se během tepelného zpracování tvarový faktor vzorku nemění (viz teplotní roztažnost kovů). Předpokládáme však, že se nemění po zpětném ponoření do lázně kapalného dusíku.
- str. 45, ř. 11: „Vtlačení diamantu do materiálu zanechá prázdný prostor – vryp.“ – je nevhodná formulace.
- str. 45, ř. 12-14: „Rozložení zrn různých fází, vady krystalové mřížky a nerovnoměrnost povrchu mohou způsobit, že se bude hranice vrypu od čtverce lišit.“ – Příčinou nesymetrických vtisků jsou však hlavně textura a v případě hrubozrnného materiálu orientace zrn materiálu vůči působící síle.
- str. 45, ř. 16: Pojmem „tížící síla“ diplomant zřejmě myslel působící sílu.
- str. 48, tabulka 4-3, str. 50, tabulka 4-4: Uvedené hodnoty rezistivity mají nesprávnou jednotku, to u jedné z hlavních sledovaných veličin je kardinální chybou.
- str. 49, obr. 4-1, obr. 4-2, str. 51 obr. 4-3 a obr. 4-4, str. 60, ř. 6: Autor si plete pojmy metalický a metalografický a vůbec nekomentuje, co je na uvedených obrázcích vidět.

Samotné výsledky práce jsou shrnuty na 8 stranách textu. Diplomant nevyužil získaných výsledků k jejich diskusi, v některých případech jsou pokusy o vysvětlení pozorovaných skutečností fyzikálními omyly. Pět řádků o paralelním výzkumu mikrostruktury pak vůbec nezachycuje stav problematiky v době sepisování práce a také vůbec nevysvětluje pozorované závislosti a skutečnosti. Hlavní část práce tedy bohužel zůstala pouze na úrovni uspořádaného laboratorního deníku. Některé výsledky, které diplomant získal, dokonce ani uvedeny nejsou, jako např. detailní scanování tvrdosti v ploše vzorku a výsledky izochronního žíhání při snižující se teplotě.

- Pojmem „iniciální stav“, který se od těchto míst v textu vyskytuje, zřejmě diplomant míní „počáteční stav“.
- Text opět na některých místech postrádá smysl, např. na str. 53, poslední řádek: „Průběh křivek je jednodušší, než při bez izochronního žíhání.“
- str. 53, ř. 5-6: „Maxima kolem teplot 320 °C a 370 °C vyjadřují rozpouštění částic do matriční fáze.“ Diplomant se katastrofálně mýlí. Kladná stádia v žíhacím spektru svědčí o čištění matrice, tedy se nemůže jednat o rozpouštění částic sekundární(ch) fáze(i) do tuhého roztoku.
- str. 53, ř. 12-14: „To svědčí o tom, že v materiálu probíhalo jen k jednomu procesu (nejspíš k rozpouštění některé z fází anebo ke snižování koncentrace defektů) – jedná se ovšem jen o odhad, který by bylo potřeba ověřit například pomocí TEM.“ - Jde o naprosto evidentně nesprávnou interpretaci. Negativní relativní změny rezistivity svědčí o nižší koncentraci rozptylových center pro vodivostní elektrony, tedy o snižování koncentrace příměsí v matici zřejmě v důsledku precipitace částic z přesyceného tuhého roztoku.
- Na obr. 5-5 je nečitelná jednotka veličiny na ose y, stejně tak na obrázku označeném [3328 – *Resist, porov*], což má být zřejmě obr. 5-10.
- str. 57, ř. 3-4: „Od druhého stadia, kolem teploty 260 °C, dochází obohacování matriční fáze rozpouštěním příměsí.“ - Záporné hodnoty v grafu 5-7 svědčí o zvýšení koncentrace rozptylových center pro vodivostní elektrony. Rozpouštění příměsí do tuhého roztoku při teplotách žíhání nad 260°C je však modifikováno dvěma precipitačními stádii, s maximem u cca 320°C a cca 370°C.

V Závěru se diplomant dopouští několika zjednodušujících tvrzení např. v odstavci 2 a 6.

Text práce považuji za nezdařilý, obsahově i formálně nehotový, hodnotím však velmi kladně diplomantův přístup k experimentální práci a jeho spolehlivost a pečlivost v získání uvedených výsledků.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Proč je hodnota tvrdosti podle Brinella na str. 26 uváděna v MPa a hodnota tvrdosti podle Vickerse je bezrozměrné číslo? Jak souvisí oba údaje?
- Diplomant by měl vysvětlit smysl věty na str. 33: „V MgZnY slitinách může Q-fáze zpevňovat materiál a to zpevněním Lavesovy fáze MgZn₂ (hexagonální; $a = 0,53$ nm, $c = 0,85$ nm).“
- Proč je vhodné měnit polaritu proudu při každém měření odporu čtyřbodovou stejnosměrnou metodou? (autor tento fakt popisuje na str. 43).
- Diplomant použil v proceduře měření elektrického odporu stejnosměrnou čtyřbodovou metodou srovnávací vzorek, jak vyplývá z obr. 3-5. Proč? K čemu těchto hodnot využil?
- Na str. 52, ř. 8-10 diplomant píše: „Tento pokles (*míněn pokles resistivity*) je pravděpodobně způsoben snižováním koncentrace defektů v matriční fázi. Také je možné, že zde dochází k precipitaci.“ Obě věty působí antagonisticky. Autor by měl vysvětlit, zda při precipitaci dochází nebo nedochází ke snižování koncentrace defektů v matici.
- Jaké chyby jsou uvedeny u hodnot tvrdosti HV1? Proč nejsou uvedeny chyby u hodnot měření relativních změn resistivity?
- Diplomant by se měl pokusit komentovat naměřený průběh izochronní žíhací křivky tvrdosti materiálu MgZnAl po provedeném izotermickém žíhání 300°C/8 hodin.

Práci doporučuji nedoporučujiuznat jako diplomovou/~~bakalářskou~~.**Navrhuji hodnocení stupněm:** výborně velmi dobře dobře neprospěl/aMísto, datum a podpis vedoucího/~~opponenta~~:

Praha, 2.9.2013