

Posudek školitele doktorské disertace práce Mgr. Michala Hájky „Studium fázových transformací v technických slitnách na bázi Al“

Předložená práce se zabývá studiem fázových změn v technických slitnách typu Al-Mg-Si a Al-Cu-Mg-Si určených pro obrábění. Celoevropské požadavky na ochranu životního prostředí postupně vytěsňují olovo, které se do těchto slitin (spolu s vizuálním) přidává pro tvorbu lámanavé třísky. Základní výzkum ukázal, že vhodnou alternativou je přísada cinn. Olovo neovlivňuje rozpadové řady systémů Al-Cu, Al-Mg-Si příp. Al-Cu-Mg a Al-Cu-Mg-Si v běžné užívaných hliníkových slitnách. Autor se proto zaměřil na to, zda a jakým způsobem přísada cinn ovlivní fázové transformace resp. vytvoření těchto konstrukčních materiálů, protože tyto vlastnosti by mohly mít vliv na případně nutné modifikace v jejich výrobních postupech. Zdá se, že v budoucnosti bude nutné výzkum rozšířit i na další hliníkové slitiny, neboť v procesu recyklace by se cinn ve stopovém množství mohl objevovat v celé řadě dalších slitin na bázi Al. Toto téma bylo v nedávné minulosti řešeno v rámci projektu GAČR „Studium vlastností modelových slitin hliníku na bázi Al-Cu-Mg bez olova určených pro obrábění“ a „Studium vlivu nízkotavitelných kovi Sn, Pb a Bi na únavové vlastnosti Al slitin“. Nositelům projektů byl Výzkumný ústav kovi v Panenských Březanech, spolunositelům pak matematicko-fyzikální fakulta UK. Autorovi práce se jako doktorandovi podářilo rychlé se zapojit do experimentální práce ve výzkumném týmu řešitelů.

Pan Mgr. Hájek jako hlavní experimentální metodu studia zvolil elektrickou rezistometrii využívající měření změn zbytkové rezistivity vyvolané isochroniím a isothermií v zřetelím vzorků při vhodných teplotách. Doplnil ji měřením tvrdosti ve stejných stavech materiálů. Porovnal výsledky získané na slitnách obsahujících olovo a na jejich bezolovnatých variantách. Interpretace výsledků práce využívá výsledků studia mikrostruktury pomocí transmisní elektronové mikroskopie provedené doc. M. Cieslarem, CSc z MFF UK v rámci řešení zmíněných grantových projektů. Ověřil jsem si, že Mgr. Hájek, který se podílel na přípravě vzorků pro přímé pozorování mikrostruktury, dostal od doc. Cieslára, konzultanta posuzované práce, svolení k uvedení vybraných výsledků studia mikrostruktury. Považuji však přesto za prohřešek, že Mgr. Hájek ve své práci tyto výsledky necituje a ani jinak se o podíl doc. RNDr. M. Cieslára, CSc. nezmiňuje.

Doktorand si při své experimentální činnosti počínal velmi samostatně, získané experimentální výsledky jsou originální a přispěly k optimalizaci výběru stavů pro přímé pozorování mikrostruktury. Část měření provedl i na zahraničním pracovišti, kde se velmi rychle orientoval a zapracoval. Jeho samostatnost se projevila také v tom, že text své doktorské práce, kromě vybraných partií kapitol 2. a 3., se mnou nekonzultoval. Didaktický význam jeho činnosti pak spatřuji v tom, že využil svých poznatků z doktorského studia k publikování zdatiého článku (spolu s RNDr. Pelcovou, Ph.D.) určeného pro širokou odbornou a zvláště pedagogickou veřejnost v časopise Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, ročník 47 (2002) č. 2, str. 125-139. Seznamuje v něm s možnostmi, omezeními a výhodami použití elektrické rezistometrie v materiálovém výzkumu a zdatile dokumentuje tato fakta na recentních vlastních výsledcích.

Členění práce je vhodné provedeno a odpovídá zcela potřebám uvedených odborných sdělení. Teoretickou část, která je poměrně rozsáhlá (více než 30 stran textu), považuji ze velmi zdatilou. Autor se v ní zaměřil především na sumarizaci poznatků o původu a modelech elektrického odporu pevných látek s bližším zaměřením na vliv částic jiné fáze na elektrický odpor. Má i nemalý didaktický význam jako shrnující text v českém jazyce zahrnujícím poznatky ze současné světové literatury. Doplňena je přehledem o současném stavu poznání rozpadu přesycených tuhých roztoků slitin Al-Cu, Al-Cu-Mg, Al-Mg-Si a Al-Cu-Mg-Si se zaměřením na vliv cinnu. Pokud je mi známo, je autor předložene práce spolunautorem

minimálně 5 původních vědeckých článků jak ve sbornících z konferencí tak, a to převážně, v mezinárodních odborných časopisech. Všechny tyto práce se zabývají vlivem cínu na fáze přeměny v hliníkových slitinách. Není mi jasné, proč tyto poznatky autor nečiní v přehledu o současném stavu problematiky.

Experimentální metodika je popsána v další části práce. Na jejím rozvoji se autor práce sám podílel, zvláště pak na modernizaci řídicího softwarového vybavení. Vlastní experimentální výsledky jsou vhodným a dostatečným způsobem uvedeny spolu s diskusí na 25 stranách. Kromě závěru a seznamu použité literatury připojil autor ještě shrnutí diskuse. Seznam použité literatury je rozsáhlý, zahrnuje i velmi nedávné poznatky a svědčí o autorově dobrém literárním přehledu.

Vzhledem k tomu, že mne Mgr. Hájek seznámil až s předloženým textem práce, mám k textu práce následující připomínky a dotazy:

- nespřávně je uveden pojem zbytkové rezistivity jako rezistivita při teplotě 0°C – str. 8.
- na str. 31 chybí desetinná čárka při uvedené velikosti mřížového parametru *b* fáze *S* resp. *S'*.

- rušivě působí údaje o velikosti mřížových parametru střídavě v jednotkách nm a střídavě v jednotkách Å.

- kapitola 6.14 má chybný název; má zřejmě znít: Změny tvrdosti při izotermickém žhání
- porovnání relativních změn rezistivity vyvolané žháním v různých materiálech (str. 49) nemá smysl, neboť rezistivita různých materiálů ve výchozím stavu je zřejmě rozdílná
- zatímco chyba určení relativních změn rezistivity je srovnatelná s velikostí znaky bodu v grafickém znázornění pozorovaných závislostí, není tomu tak při určování hodnot tvrdosti. Autor měl chyby určení jednotlivých hodnot tvrdosti uvést. Na isochromních křivkách tvrdosti se u všech studovaných materiálů objevuje vzrůst tvrdosti nad 420°C .

440°C. Čím si autor tento vzrůst vysvětluje?

- Při interpretaci výsledků autor používá argumentu vysoké vazebné energie mezi vakanci a atomem cínu. Měl by však uvést hodnoty této energie i pro kombinaci vakance-atom Mg resp. vakance-atom Si, příp. údaje o afinitě atomů Mg a Si v Al.

V teoretické části se autor práce dosti podrobně věnuje kinetice rozpadu při isotermickém žhání a uvádí tabulku hodnot exponentu v Avramiho rovnici pro různé morfologie precipitátů a podmínky precipitace – tabulka 2.2. Proč autor nevyhodnotil své experimentální výsledky z tohoto hlediska?

Autor jednoznačně experimentálně prokázal vliv maleho množství cínu na rozpadové řady v technických slitinách typu Al-Mg-Si a Al-Cu-Mg-Si a přesvědčivě zdokumentoval různorodost probíhajících dějů v různých typech těchto slitin. Ke kvalitě práce přispěla nemaleho měrou i jeho dobrá práce s literaturou. I když nemohl díky složitosti zkoumaných systémů a dalších technicky důležitých minoritních přísad plně vysvětlit všechny pozorované změny, prokázal, že je schopen samostatně vědecké práce. Jeho výsledky přispěly k rozvoji poznání v aktuální vědecké i technické tematice. Při sepsání práce i další svou činností projevil nejen své odborné ale i didaktické schopnosti. Předloženou práci jednoznačně doporučuji k obhajobě.

V Praze 18.8.2006

Milana Štekllová
doc. RNDr. Ivana Štekllová, CSc.