

Hodnocení bakalářské práce – posudek oponenta

Jméno studenta: Minh La
Název práce: Sintrování multikomponentních slitin vytvrzených nitridy
Odevzdání práce: 2021

Předkládaná diplomová práce studenta Minh La se zabývá studiem vlivu zpracování zvolené vysokoentropické slitiny v dusíkové atmosféře na její charakteristiky. Vzhledem k tomu, že se jedná o bakalářskou práci, hodnotím velice kladně fakt, že práce není jen rešerší literatury (které je zde na poměry BP mimochodem na velice vysoké úrovni), ale je založena na experimentech, které jsou očividně součástí rozsáhlejšího výzkumu. Rovněž vědecký přínos práce je nesporný a bude mít velký praktický význam.

Co se týče kritiky, má práce nedostatky jak formálního, tak bohužel i obsahového charakteru. Z formálního hlediska je chyb povícero, což přičítám faktu, že jde o první autorovu práci takového rozsahu. Jako příklad systematického nedostatku mohu uvést velké množství gramatických chyb (např. neshoda přísudku s podmínkem) a dokonce i hrubek; na vědecká sdělení toto však nemá vliv. V práci je i mnoho dalších prohřešků formálního charakteru, které by vyžadovaly větší autorův vstup (například rozumnější značení vzorků, členění sekcí apod.).

Při čtení práce jsem kromě formalit objevil i chyby obsahového rázu, které v některých případech dokonce hraničí i s faktickou správností některých tvrzení. Tuto skutečnost naopak považuji za větší nedostatek, neboť některé takové chyby zasahují i do diskuse fyzikálních příčin. Mínusem je z mého pohledu i fakt, že diskuse výsledků je bohužel spíše strohým popisem numerických výsledků. V přehledu literatury student poměrně často ideově přeskakuje, zejména kapitola o historii slitin tímto poměrně trpí. Rovněž klíčová součást celé práce má být zkoumání vlivu nitridace atmosférou při mletí; v celé práci je však jen maličká zmínka, že jedna část slinovaných vzorků byla mleta za atmosféry argonu + dusík, bez jediné další informace.

V rámci pomoci studentovi a umožnění sebereflexe příkládám na samostatné strany tohoto posudku seznam problematických míst, kterými studentovi doporučuji se inspirovat do další akademické tvorby. Práci jako takovou však vnímám velice kladně, hodnotím ji stupněm B a práci doporučuji k obhajobě.

Pro vlastní obhajobu mám na studenta následující dotazy:

1. Hf, Ti i Zr jsou HCP kovy. Odpovídající fáze však měla FCC mřížku, což bylo v jedné části práce přisuzováno právě obsahu N_2 . V jiné části práce bylo řečeno, že přítomnost dusíku posunula transformační teploty směrem k vyšším hodnotám. Toto by však naopak znamenalo stabilizaci fáze HCP. Můžete, prosím, komentovat tento zdánlivý rozpor?
2. Na straně 33 popisujete přípravu tenkých lamel iontovým paprskem. K jakému účelu byly následně použity tyto lamely? Nikde v práci jsem toto nenašel.
3. Uvádíte, že příčinou vyšší pórovitosti slitiny slinuté za teploty 1100 °C je fakt, že slitina hůře "zabíhá do okrajů". K tomu nejprve dvě věci: zabíhavost je termín z metalurgie, přičemž u SPS by se kapalná fáze (i dle Vašeho tvrzení v sekci 4.3.1) neměla vyskytovat, a rovněž konstatování, že porozita nebyla v celém rozsahu práce

nijak kvantifikována. Důležitější je zde však zjevný rozpor s tvrzením o pár stran dále, kde se přesně o této slitině píše, že měla “minimální porozitu”. Můžete, prosím, komentovat tato dvě nesouhlasná tvrzení, případně popsat metodiku hodnocení porozity?

V Praze, 16. června 2021

Ing. Jan Čížek, Ph.D.

Seznam problematických míst pro inspiraci

- Oceli nejsou “nerezové”, ale korozivzdorné. Obdobně pro další Vámi použité zvláštnosti typu “tvrdokov karbidu wolframu”.
- Ocel není prvek periodické tabulky, ocel je slitina.
- Graf v obrázku 1 rozhodně neukazuje vliv počtu prvků, ale vliv zastoupení druhého prvku v binární slitině. Neprohodil jste obrázky 1 a 2?
- Tvrzení, že “pouze Cantorova slitina vytváří jednofázovou mřížku” je nepřesné, existuje mnoho dalších jednofázových HEA.
- U ekvimolárních slitin je dobrým zvykem uvádět pořadí prvků dle abecedy.
- Některá jazyková vyjádření působí někdy až úsměvně (golfové tyče). Pro DP doporučuji práci nechat přečíst rodilého mluvčího?
- Nemáte seřazenou literaturu, například po zdroji [16] následuje zdroj [45].
- Naprosto kritická informace, že základ Vaší práce je postup výroby HEA z kombinace čistých prášků, namísto atomizované slitiny, se objevuje jen jako vágní poznámka kdesi dole na straně 18.
- Formálně jsou mechanické legování i metoda SPS součástmi (podmnožinami) práškové metalurgie. Proto by sekce 4.2 a 4.3 měly formálně být podřazené sekci 4.1.
- Pojem tahové napětí je v tomto případě nesprávné, evidentně jste měl na mysli mez kluzu.
- Tvrzení, že jednou z výhod práškové metalurgie je fakt, že prášek je “využit naplno”, nemusí být správné. Existuje velká řada postupů PM, kde naopak dochází ke ztrátám materiálu, mimo jiné právě i u stále populárnějšího slinování laserem (3D tisk).
- Jazyková perla: “hojně jsou využívány kovy s vysokou afinitou ke kyslíku, čímž utvořené oxidy negativně ovlivňují výsledné vlastnosti.” Toto zní, jako byste tu oxidaci chtěl a pak se divil, že zhoršuje vlastnosti. Přičítám to spíše neobratnému jazykovému vyjádření?
- Laboratorní mlýny opravdu neumí vyrobit 5000 kg prášku za hodinu. Asi jste myslel 5 kg?
- Opatrně s interpretací toho, co znamená “zvětšení 20× až 30000×”, ne nutně to vždy musí znamenat stejnou velikost snímku v mikrometrech či rozlišovací schopnost. To se mj. ukazuje např. u obrázku 8b, kde je informace o zvětšení 4000× zbytečná i díky možnosti digitálního škálování. Naopak měřítko není viditelné, což je v těchto případech to jediné, co má výpovědní hodnotu.
- V práci je zmíněn “malý přídavek ethanolu”. Předpokládám se tím myslí PCA. Zcela však chybí informace, ve které fázi procesu mletí tam byl přidán, či jeho množství. Rovněž chybí informace o použitém poměru prášku a kuliček (BPR).
- EDX určitě nepracuje s “iontovým paprskem”, primárním zdrojem je svazek elektronový a jeho interakce se zkoumaným vzorkem.
- Zvolené značení vzorků je velice nešťastné a nelogické. Přitom by se krásně nabízelo značit vzorky např. 1100, 1300, 1600, nebo 1, 3, 6, nebo Low, Intermediate, High, apod.

- V kapitole 7 se zničehonic objevuje zmínka o provedené analýze obrazu. Veškeré experimentální techniky by však měly být popsány v sekci 6.2.
- Trochu mi uniká smysl obrázku 16, kde je zobrazena kombinace Hf + Nb a kombinace Zr + Nb. Proč je v obou niob? Nechtěl jste tyto obrázky spíš ukázat v kombinaci oné dvojice a trojice prvků, každou odpovídající dvěma různým mřížkám?
- U obrázku 19 ukazujete korelaci tvrdosti a velikosti zrna. Zde jen připomínám relativně velkou chybu ve stanovení velikosti zrna.
- Mez kluzu byla stanovena výpočtem jako 2500 MPa. To je vynikající hodnota, předpokládám toto bude v budoucnu ověřeno tahovou zkouškou?
- Toto bude opět zřejmě jen jazykový problém, ale v samém závěru práce jste napsal přílišnou věc: zničehonic to vypadá, jako byste se celou dobu pokoušel vyrábět čistou slitinu bez dusíku a ten dusík byl jen nečistota z atmosféry! Vyloženě jste použil slovo znečištění.
- Větu “všechny předem stanovené cíle bakalářské práce byly splněny” do práce rozhodně nedávejte. Jestli byly cíle splněny nebo ne, není na Vašem rozhodnutí, od toho je tu vedoucí, oponent a komise.
- Je velká škoda, že v práci nebyl nijak komentován vliv slinovací teploty na obsah oxidické fáze, která zjevně klesala s rostoucí teplotou.
- Otázka je, jak jste přišel na to, že pozorujete dusíkové precipitáty? V SEM snímcích to totiž spíše vypadá na regulární zrna obsahující dusík formou intersticiálního roztoku, která ovšem nevznikla precipitací?
- Co je zvláknování z taveniny, které zmiňujete na straně 13?
- Na straně 17 píšete, že do teplot 800 °C lze očekávat strukturu HCP, ale přitom obrázek 4 ukazuje, že by slitina za takových podmínek měla obsahovat minimálně 40–50% BCC. Co je tedy pravda?