

Doc. Ing. Branislav Hadzima, PhD.

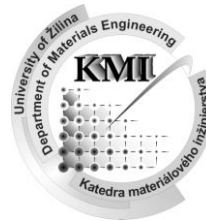
Katedra materiálového inžinierstva Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline

Univerzitná 1, 010 26 Žilina

Tel.: ++421 41 513 6006

Fax.: ++421 41 565 2940

e-mail: [branislav.hadzima@fstroj.uniza.sk](mailto:branislav.hadzima@fstroj.uniza.sk)



## OPONENTSKÝ POSUDOK DOKTORSKEJ DIZERTAČNEJ PRÁCE

Názov práce: Komplexní studium jemnozrnných polykrystalů Cu a slitiny CuZr  
připravených metodami equal channel angular pressing a high pressure torsion

Autor: RNDr. Ondřej Srba

Školiteľ: doc. RNDr. Miloš Janeček, CSc.

Školiace pracovisko: Matematicko – fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Študijný program Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum

Študijný odbor: Fyzika

Predložená dizertačná práca je orientovaná na problematiku hodnotenia procesu prípravy a vybraných vlastností ultrajemnozrnných materiálov technicky čistej medi resp. zliatiny Cu-Zr pripravených metódami intenzívnej plastickej deformácie (SPD). Hodnotenie procesu prípravy resp. vlastností materiálov pripravených SPD technikami je v popredí výskumu najmä v období posledných dvoch desaťročí, avšak stále existuje veľké množstvo nepreskúmaných oblastí, čoho dôkazom je aj predkladaná dizertačná práca. Ide teda o vysokoaktuálnu tému v študijnom odbore najmä z hľadiska tvorby nových materiálov so špecifickými vlastnosťami.

RNDr. Ondřej Srba sa vo svojej práci zameriava na prípravu ultrajemnozrnej štruktúry metódou pretlačania cez uhlový kanál nemenného prierezu (ECAP) a metódou krútenia za vysokého tlaku (HPT). Na hodnotenie vlastností použil nadpriemerne veľké množstvo experimentálnych techník a riešením dizertačnej práce vzniklo veľké množstvo originálnych výsledkov. Výsledky práce zároveň nadväzujú na predchádzajúci výskum uskutočnený na školiacom pracovisku.

Dizertačná práca predstavuje spis na 167 stranách. Po formálnej stránke práca vyhovuje predpisom, pri jej riešení bolo použitých 168 literárnych prameňov, čo je postačujúce množstvo na predkladaný typ práce. Veľká časť literárnych prameňov pochádza z obdobia posledných 10 rokov. Práca je rozdelená do 7 hlavných kapitol, pričom prvú kapitolu kapitolu predstavuje úvod práce a poslednú zoznam použitej literatúry. Spracovanie hodnotenej práce je na výbornej stylistickej úrovni, s minimálnym počtom preklepov resp. gramatických chýb, ktoré ale v žiadnom neovplyvňujú vynikajúcu úroveň práce z hľadiska úpravy. Z hľadiska grafickej úpravy je práca vhodne dopĺňovaná náčrtmi, schémami, fotografiami. Úprava obrázkov nie je síce jednotná z grafického a jazykového hľadiska, ale všetky obrázky a schémy sú čitateľné a použité vhodne. Z formálneho hľadiska chyba v práci

zoznam použitých symbolov s uvedením jednotiek jednotlivých veličín, ktoré nie sú uvádzané v texte práce.

Prvá časť práce (2. kapitola) je zameraná teoreticky. Autor práce vysvetľuje podstatu spevnenia materiálov s popisom základných mechanizmov. V ďalšej časti tejto kapitoly sú popísané metódy prípravy jemnozrnných materiálov intenzívnou plastickou deformáciou so zameraním na ECAP a HPT. Záver kapitoly je venovaný popisu niektorých vlastností materiálov pripravených SPD technikami a hodnoteniu korózných vlastností použitím elektrochemických metód. Na rozdiel od predchádzajúcich textov v teoretickej časti sa autor v časti o popise korózných vlastností viac zamerával na popis metodík hodnotenia a chýba tu popis korózných vlastností materiálov pripravených metódami SPD. Aj keď je táto oblasť slabo preskúmaná a vplyv nie je jednoznačný, existujú vo vedeckej literatúre zmienky o vplyve SPD techník na elektrochemické vlastnosti. Autor však stručne popisuje tieto vplyvy v inej časti práce.

Po úvodnej teoretickej kapitole uvádza RNDr. Srba ciele práce, ktoré sú doplnené motivačnými komentármi, ktoré viedli k ich zostaveniu. Ciele sú definované jednoznačne, jasne a spĺňajú podmienky pre predkladaný typ práce.

Experimentálna časť práce začína 4. kapitolou, kde sú uvedené podmienky prípravy materiálu a popis jednotlivých použitých metód hodnotenia vlastností pripravených materiálov. K tejto časti práce mám nasledovné otázky a pripomienky:

- str. 55, r. 6-8 – *Aký bol hlavný účel homogenizačného žihania pripravených materiálov? Bola vyhodnotená štruktúra materiálu po odliatí?*
- str. 61, r. 7 – „Konečný rozměr aktivní části vzorku byl 6 mm x 1 mm x 18,5 mm s přesností 0,5 mm.“ – *Odchýlka presnosti výroby bola rovnaká vo všetkých smeroch?*
- str. 67, r. 5 zdola – „Jako měřicí elektroda byla použita rotační hlavice, jako pomocná byla použita platinová elektroda a referenční nasycená kalomelová elektroda.“ – *Kde bola použitá meraná vzorka z Cu resp. CuZr? Počas merania vzorka rotovala? Ak áno, akou rýchlosťou?*
- str. 67, posledný riadok – „Tyto roztoky byly vybrány záměrně, neboť měď a její slitiny jsou nejméně korozně odolné v roztoku s chloridovými ionty.“ *Korózna odolnosť medi a jej zliatin je v prostredí s chloridovými iónmi lepšia ako napr. v prostredí oxidujúcich kyselín alebo amoniaku. Aký bol hlavný dôvod voľby roztokov s chloridovými iónmi?*

V piatej kapitole práce autor uvádza výsledky experimentov, ktoré zároveň aj diskutuje. Je tu uvedené veľké množstvo získaných experimentálnych výsledkov, čo ukazuje na vysoké pracovné nasadenie dizertanta. Jednotlivé výsledky sú usporiadané logicky a z experimentálnych meraní vyplývajú jednoznačné závery. Z tehnického hľadiska dizertačnej práce chýbajú štatistické údaje pri niektorých meraniach veličinách (napr. rozptyl pevnostných, deformačných a elektrochemických charakteristík). Veľmi zaujímavou podkapitolou s originálnymi výsledkami je porovnávajúca výsledky dosiahnuté metódami ECAP resp. HPT. K tejto kapitole mám nasledujúce otázky a pripomienky:

- str. 81 – nie je uvedená mikroštruktúra východiskového stavu zliatiny CuZr pred pretláčaním cez ECAP kanál.

- str. 110 – 120 – v práci je používaný výraz „pasivačné vrstvy“. Vzhľadom na ich stabilitu a veľkosť pasívnej prúdovej hustoty by bolo lepšie používať výraz „vrstvy koróznych produktov“. Zmena terminológie však nemá vplyv na popisované výsledky.
- str. 111, r.1 – „... a môže dojsť až k zastavení samotného procesu.“ – *Vrstva koróznych produktov (resp. pasívna vrstva) nemôže nikdy zastaviť korózný proces. Vysvetlite princíp ochrany materiálov vznikom vrstvy koróznych splodín.*
- str. 111 – 112 – pravdepodobnou príčinou existencie poklesu prúdovej hustoty pri  $E \sim 180 \text{ mV}_{\text{SCE}}$  je vznik vrstvy koróznych produktov  $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Vznik tejto vrstvy závisí od pH roztoku a koncentrácie  $\text{Cl}^-$  iónov. *Merali ste pri hodnotení elektrochemických charakteristík pH roztokov?*
- str. 111 – 117 – chybné uvádzané jednotky polarizačného odporu, reálnej a imaginárnej impedancie systému. Namiesto  $[\Omega \cdot \text{cm}^{-2}]$  má byť  $[\Omega \cdot \text{cm}^2]$

V poslednej 6. kapitole dizertačnej práce sú popísané závery, ktoré vyplývajú z výsledkov vykonaných experimentov. Závery práce sú popísané jednoznačne a jasne, sú vhodným zhrnutím celej dizertačnej práce a sú v plnej miere akceptovateľné.

K k predloženej práci ako celku dávam nasledujúci námet na všeobecnú diskusiu: *Uvedte ďalšie metódy intenzívnej plastickej deformácie a stručne popíšte ich výhody a nevýhody. Vysvetlite, prečo ste si pre výskum vybral práve metódy ECAP a HPT. Tiež predpokladám, že v priebehu riešenia práce došlo k pokroku v technológii SPD techník, a preto odporučte aké metódy by ste v súčasnosti zvolil pre výskum a uveďte dôvody ich výberu.*

Záverom konštatujem, že stanovené ciele dizertačnej práce boli v celom rozsahu splnené. Práca má vynikajúcu odbornú úroveň s uvedením veľkého množstva kvalitných výsledkov a autor práce preukázal schopnosť samostatne vedecko-výskumne pracovať. Predložená práca spĺňa všetky požiadavky na doktorskú dizertačnú prácu.

Prácu **doporučujem** k obhajobe a po úspešnej obhajobe **odporúčam** RNDr. Ondřejovi Srbovi udeliť akademický titul „*Philosophiae doctor*“.

V Žiline, 05.03.2012