



prof. Dr. RNDr. Miroslav KARLÍK

224 35 85 07

Miroslav.Karlik@fjfi.cvut.cz

OPONENTSKÝ POSUDEK DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor práce: RNDr. Ondřej SRBA

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

Materiály připravené extrémní plastickou deformací vykazují zvýšenou pevnost při pokojové teplotě a zlepšení mechanických vlastností a teplotní stability do určitých zvýšených teplot. Studium jejich mikrostruktury a vlastností je významné jak z hlediska základního, tak i aplikovaného výzkumu. Zaměření disertační práce, kterou předložil RNDr. Ondřej SRBA, je proto vysoce aktuální.

Předkládaná práce měla tyto cíle:

- 1) Nalézt optimální parametry přípravy ultra-jemnozrnných polykrystalů mědi a slitiny CuZr metodami protlačování lomeným kanálem (equal channel angular pressing – ECAP) a krutu za vysokého tlaku (high pressure torsion – HPT).
- 2) Podrobně charakterizovat vznik a vývoj ultra-jemnozrnné mikrostruktury a mechanické vlastnosti takto připravovaných vzorků standardními i netradičními experimentálními metodami.
- 3) Studovat teplotní stabilitu studovaných materiálů a charakterizovat vliv precipitátů na stabilizaci mikrostruktury slitiny CuZr.
- 4) Proměřit a porovnat korozní vlastnosti obou studovaných materiálů po deformaci metodou ECAP.
- 5) Porovnat vlastnosti čisté mědi připravené metodami ECAP a HPT.

Mikrostruktura a vlastnosti čisté mědi a slitiny CuZr připravených dvěma metodami extrémní plastické deformace, ECAP a HPT, byly charakterizovány nadstandardním počtem experimentálních metod. Mechanické vlastnosti byly určovány pomocí měření mikrotvrdomosti a deformační zkoušky jednoosým tahem, struktura zrn byla pozorována standardní světelnou mikroskopií i pomocí difrakce zpětně odražených elektronů (electron back scatter diffraction – EBSD) v rastrovacím elektronovém mikroskopu. Dislokační substruktura a precipitáty byly pozorovány transmisním elektronovým mikroskopem (TEM), hustota dislokací byla měřena rentgenovou difrakcí či pozitronovou anihilací, která sloužila i k určení koncentrace vakancí. Elastické vlastnosti materiálů byly studovány metodou rezonanční ultrazvukové spektroskopie (RUS), jejich korozní vlastnosti metodou elektrochemické impedanční spektroskopie.

Předložená disertační práce má 167 stran textu a je klasicky členěna do 7 kapitol. Rozsah teoretické části (1 kapitola, 52 stran) a vlastní experimentální části včetně diskuse výsledků (2 kapitoly, 102 stran) je vyvážený. V seznamu literatury je 168 citací.

Hlavním přínosem práce je získání komplexního souboru experimentálních dat charakterizujících mikrostrukturu, substrukturu a teplotní závislosti mechanických vlastností čisté mědi a slitiny CuZr v různých stádiích extrémní plastické deformace metodami ECA a HPT. Rozsah získaných výsledků je značný. Všechny vytčené cíle se autorovi podařilo splnit. Právě nadstandardní množství různých experimentálních technik, použitých při řešení této práce, umožnilo získat globální pohled na vývoj mikrostruktury i vlastností studovaných materiálů.

V práci jsem našel některé drobné nepřesnosti a překlepy, jako například:

- 1) V obrázku na str. 13 uvádíte pevnost, přitom odpovídající rovnice jsou pro mez kluzu.
- 2) Ve vztahu (6) by měla být druhá odmocnina frakčního objemu f , nikoliv třetí.

K diskusi při obhajobě bych měl následující náměty:

- 1) Škoda, že na straně 87 není uveden detailní snímek precipitátu CuZr ve velkém zvětšení. Bylo by zajímavé pozorovat typ kontrastu částic, jejich koherenci a případně i napěťové pole, které tyto částice v matici vyvolávají.
- 2) Řada experimentů byla provedena na jiných pracovištích, často i v cizině (Clausthal, Freiberg, Moskva, Žilina). Co všechno jste dělal sám?
- 3) Proč se hustota dislokací u čisté mědi s počtem průchodů ECAP rychle zvyšuje, zatímco u slitiny CuZr je nárůst pozvolný? A proč je hustota dislokací po 8 průchodech u slitiny CuZr oproti čisté mědi jen poloviční?

Závěr

Doktorská disertační práce RNDr. Ondřeje SRBY je zpracována na velmi aktuální téma studia vývoje mikrostruktury a vlastností ultra-jemnozrnných materiálů připravených metodami extrémní plastické deformace metodami protlačování lomeným kanálem (equal channel angular pressing – ECAP) a krutu za vysokého tlaku (high pressure torsion – HPT). Cíle práce byly beze zbytku splněny. Přístup doktoranda k řešení dané problematiky byl svědomitý a systematický, což se projevilo nejen v uplatnění nadstandardního počtu vzájemně se doplňujících experimentálních technik, ale i na rozsahu bohatě ilustrované práce. Doktorand prokázal schopnost samostatně pracovat tvůrčím způsobem a dosažené výsledky kvalitně prezentovat.

Práce splňuje všechny obsahové i formální požadavky, stanovené na doktorské disertační práci v §47 Zákona o vysokých školách č.111/98 Sb. Proto doporučuji, aby byla přijata k obhajobě.

V Praze, dne 29. února 2012

Miroslav KARLÍK