

Oponentský posudek na doktorskou disertační práci

„Neutron diffraction studies of martensitic transformation and deformation processes in shape memory alloys“

Autor: Ing. Peter Molnár, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze

Disertační práce Ing. P. Molnára „Neutron diffraction studies of martensitic transformation and deformation processes in shape memory alloys“ se zabývá možností využití metody neutronové difrakce k strukturní charakterizaci a některých vlastností martensitických monokrystalů patřících do třídy tzv. materiálu s tvarovou pamětí. Jednalo se pak zejména o studium procesu dvojčatní a chování martensitických variant vlivem postupného vnějšího zatěžování.

Práce je vhodně rozdělena do 8 kapitol. V obecném úvodu, který zahrnuje 5 kapitol autor zdařilým způsobem popisuje základní jev martensitické transformace u materiálů s tvarovou pamětí, krystalografii takových materiálů, termodynamiku martensitické transformace, některé strukturní a magnetické vlastnosti feromagnetického krystalu NiMnGa (který byl pak studován metodou neutronové difrakce) a také popisuje samotnou metodu neutronové difrakce na monokrystalech. Jako cíl doktorské práce si autor vytkl ověřit možnosti použití a pak použít metody neutronové difrakce na monokrystalech ke studiu některých vlastností martensitických monokrystalů s tvarovou pamětí a případu dvojčatní v martensitické fázi. V této souvislosti bych autora poopravil v tom smyslu, že jedním z cílů nemohlo být metodu neutronové difrakce vyvinout, protože ta je už dávno vyvinutá, ale použít ji ke zkoumání netradičním způsobem. Experimentální metodika byla nejdříve testována na modelovém vzorku nemagnetického monokrystalu CuAlNi, na kterém byl ukázán proces dvojčatění a chování martensitických variant po zátěži způsobené kombinací teplota + tlak. Zkušenosti získané na monokrystalu CuAlNi byly pak využity ke studiu strukturního magnetického NiMnGa monokrystalu, který také patří k materiálům s tvarovou pamětí a kde na rozdíl od CuAlNi byl krystal zatěžován magnetickým polem + tlakem.

Výsledky disertační práce získané na magnetickém NiMnGa monokrystalu jsou shrnuty v závěrečné kapitole. Autor disertace zjistil, že martensitická reorientace do beznapětového stavu aplikováním magnetického

pole není úplná ani při poměrně vysokých hodnotách kolem 2.5 T. Autor určil chování martensitických variant v závislosti na velikosti aplikovaného magnetického pole pro různé hodnoty vnějšího konstantního tlaku. Přitom ukázal, že při tlaku blízkém a vyšším než 3 MPa, tlak je už příliš velký a nedochází už k magnetickému ovládnutí reorientace strukturních variant. Významným příspěvkem disertanta jsou výsledky studia dvojčatění a ovlivňování magnetickým polem u vzorků po cyklické mechanické zátěži. Zvláštností experimentálního studia byla možnost provádění tzv. in-situ difrakčních experimentů, kdy aplikace magnetického pole a mechanické zátěže byly prováděny přímo během difrakčních měření. K tomu použil zvlášť zkonstruovanou malou trhačku, kterou bylo možné umístit do goniometru. V této souvislosti bych rád připomněl, že je škoda, že autor (a školitel ho na to neupozornil) neuvádí chyby měření, které jsou velice důležité zejména u dat, kdy dochází k malým změnám pozorovaného efektu (například u obrázků 7.17, 8.11, 8.14, 8.16).

Co se týče struktury, estetického a přehledného provedení lze konstatovat, že disertace je napsaná vcelku pěkně. Disertace by tak mohla posloužit jako publikace k získání základních vědomostí o dané problematice. Bohužel, zaregistroval jsem v ní poměrně hodně překlepů a nesprávných formulací, které vznikly nekvalitním překladem. Např. vektory jsou psány jako skaláry a to, že nějaký parametr je vektor si člověk musí domyslet, pokud to není písemně zdůrazněné v textu (viz. např. str. 34).

Uvedu několik příkladů: Obrázky 5.4 a 7.3 jsou identické a jednou je to tříkruhový a podruhé čtyřkruhový difraktometr. Podobně, obrázky 8.4b a 8.6b jsou identické a přitom obr. 8.6b neodpovídá popisu. Intenzity na obr. 7.7 neodpovídají intenzitám na obr. 7.8a.

Přesto, že je v práci poměrně hodně formálních chyb, z důvodu odvedení velkého množství kvalitní experimentální práce a dosažení kvalitních vědeckých výsledků, které byly publikovány v mezinárodních odborných časopisech a prezentovány na význačných mezinárodních konferencích, jako je EUROMAT, je možno disertační práci hodnotit jako úspěšnou.

Výsledky disertace evokují několik dotazů na disertanta:

- Jaké výhody u experimentů tohoto druhu má neutronová difrakce v porovnání s rentgenovou difrakcí, případně s difrakcí synchrotronového záření? Lze tyto experimenty provádět se synchrotronovým zářením.
- Jak se disertant při studiu martensitické transformace vypořádal se změnou teploty vzorku, ke které vždy dochází při této fázové transformaci.

- Na str. 69 autor píše, že díky vlastnostem neutronů, efekt dvojčatění během martensitické transformace vyvolané vnějším tlakem byl pozorovaný poprvé. O jaké vlastnosti se jedná, které to právě umožnily pozorovat?
- Jak efekt cyklování ovlivňuje samotný efekt tvarové paměti?
- Jak by odpovídající efekty vypadaly v případě použití deformace do tahu, místo do tlaku?

Konstatuji, že doktorand splnil velice náročné zadání v plné míře, pronikl do základů nového oboru a zvládl po stránce metodické i interpretační experimentální metodu. Odvedl velké množství experimentální práce a v rámci disertace získal některé originální vědecké výsledky. Předložená práce jako celek je logicky a formálně dobře uspořádaná, po stránce obsahové správná a lze ji tak možno doporučit k obhajobě.

Závěr:

Autor disertace prokázal schopnost samostatné vědecké práce. Proto podle § 47, odst. 4, zákona č.111/1998 Sb. o vysokých školách doporučuji disertační práci Ing. P. Molnára přijmout k obhajobě.

V Řeži dne 22. 2. 2008



RNDr. Pavol Mikula, DrSc.
Ústav jaderné fyziky AV ČR v. v. i.
250 68 Husinec - Řež