



Technologický a inovačný park - UPJŠ

Centrum Progresívnych Materiálov (CPM)

Prof. RNDr. Rastislav Varga, DrSc.

vedúci CPM, TIP-UPJŠ

Tr. SNP 1, 040 11 Košice

tel.: +421 55 234 3523

e-mail: rastislav.varga@upjs.sk, www.upjs.sk/pracoviska/tip



Oponentský posudok na dizertačnú prácu Ing. Michala Rameša: „Magnetická anizotropie Heuslerových slitín predovšetkým na bázi Ni-Mn-Ga“

Aktuálnosť zvolenej témy:

Autor sa v práci zaoberá stanovením magnetickej anizotropie predovšetkým v materiáloch s javom tvarovej pamäte indukovaným magnetickým poľom. Tieto materiály sú veľmi perspektívne pri konštrukcii moderných aktuátorov pohybu. Aj preto je téma práce v súčasnosti vysoko aktuálna.

Metódy spracovania dizertačnej práce:

Autor v práci teoreticky predstavil obsahlu zbierku metód na určenie magnetickej anizotropie. Následne v experimentálnej časti používa časť týchto metód merania magnetickej anizotropie (napr. určenie anizotropie z plochy nad hysteréznou slučkou, z FMR merania, zo zákona o priblížení k nasýteniu a pod.), ktoré sú vhodne prispôsobené tvarom a rozmerom použitých vzoriek (nanočastice, nanovlákná, tenké vrstvy, objemové vzorky). Pred určením magnetokryštalickej anizotropie odstraňuje demagnetizačné vplyvy v dôsledku rôznych tvarov vzoriek. Tieto postupy poukazujú na to, že autor sa bez problémov pohybuje v problematike merania a správneho stanovenia rôznych typov anizotropií v magnetických materiáloch.

Dosiahnuté výsledky dizertačnej práce a nové poznatky:

Magnetokryštalická anizotropia do veľkej miery určuje amplitúdu a smer javu magnetickej tvarovej pamäte. Veľkosť magnetického poľa potrebného na vyvolanie javu magnetickej tvarovej pamäte je tiež ovplyvňovaná aj tvarom a rozmermi materiálu.

Za najväčší prínos autora preto považujem, že ukázal, ktoré metodiky sú vhodné pre konkrétny tvar a rozmery materiálu, pri ktorých je potrebné brať do úvahy aj tvarovú, resp. výmennú anizotropiu.

Ďalším dôležitým výsledkom je vyšetrenie vplyvu prímies Fe, Co, Ni a Cu do materskej zliatiny NiMnGa na veľkosť magnetokryštalickej anizotropie, čo umožňuje „ladiť“ jav magnetickej tvarovej pamäte podľa požiadaviek jednotlivých aplikácií.

Podobne je podľa mňa dôležitý aj poznatok o vplyve rýchlosti chladenia pripravovanej zliatiny na magnetickú hysteréziu zliatin na báze NiMnGa s malou prímесou Bóru.

Prínos pre ďalší rozvoj vedy a techniky

V práci mi chýba kapitola typu „Prínosy pre prax a rozvoj vednej disciplíny“, kde zvyčajne autor prezentuje možnosti využitia získaných poznatkov v praxi, resp. ako by sa dali tieto poznatky rozšíriť alebo využiť aj v ďalších odvetviach vedy. Ja osobne považujem získané poznatky za veľmi dôležité jednak pri ďalšom detailnom akademickom štúdiu javu (magnetickej) tvarovej pamäte, ale hlavne za kľúčové pri dizajnovaní materiálu pre reálne aplikácie.

Pripomienky a poznámky k dizertačnej práci

Práca je po štylistickej aj grafickej forme spracovaná na vysokej úrovni s primeraným počtom chýb a preklepov. K práci mám zopár formálnych pripomienok:

1. V českej práci autor používa anglické popisy v obrázkoch (Obr. 5, 7, ...).
2. Premenné by mali byť definované hneď pri prvom použití (napr. K_1 na str.16, c_1 v (6), n_v na s.34, a pod.)
3. Autor používa rovnaké skratky (M pre magnetizáciu ako aj pre martenzit, α pre smerový kosínus (s.17) a exponent (s.37)).
4. Autor používa rôzne skratky pre magnetizáciu (M -v rovnici 1 a I v rovnici 5). V skutočnosti je I magnetická polarizácia ($I=\mu_0M$).
5. Autor striedavo a náhodne používa CGS a SI sústavu (napr. rovnica 1 platí iba v CGS sústave, všetky hysterézne slučky- emu vs. T)
6. V kapitole 1.3.3 aj 3.2 by pomohli obrázky.
7. V kapitole 4.4 a 4.5 autor odkazuje čitateľa s niektorými výsledkami na literatúru. Tieto mohli byť radšej uvedené v práci.
8. Jednotka relatívnej magnetizácie v obr.37-41 je divná.
9. Záver je dosť stručný a pripomína skôr abstrakt.

Otázky na diskusiu k riešenej problematike

1. S. 10: Autor tvrdí, že prvotnou podmienkou javu tvarovej pamäte je fázová transformácia s prechodom z fázy s vyššou do fázy s nižšou symetriou. Ako je to v prípade dvojčatenia? Bude sa v prípade magnetickej indukovanej reorientácie jednať o jav tvarovej pamäte?
2. S.50, tretí odstavec zdola: Mohol by autor vysvetliť ako je to s určením demagnetizačného faktora s použitím merania Ni vzorky rovnakých rozmerov, tvaru a orientácie osí?
3. Mohol by autor ukázať v obr.21b, ktorá je vetva hysteréznej slučky MgO (zelená) v prípade rastúceho poľa a v prípade klesajúceho poľa?
4. Prečo majú hysterézne slučky na obr.40 motýlikový tvar?
5. Čo môže spôsobovať nárast koercivity vzorky S3 pod 100K v obr. 39?

Splnenie sledovaných cieľov dizertačnej práce

Cieľom práce bolo prispieť k objasneniu jednotlivých vybraných typov anizotropie hlavne v Heuslerových zliatinách na báze Ni-Mn-Ga. Ďalšou úlohou bolo experimentálne študovať magnetokryštalickú anizotropiu na rôznych formách vzoriek a kriticky zhodnotiť

dosiahnuté výsledky s ohľadom na tento tvar. Výsledky predložené v práci potvrdzujú, že ciele dizertačnej práce boli splnené.

Celkové zhodnotenie dizertačnej práce

Predložená dizertačná práca Ing. Michala Rameša je uceleným spisom, ktorý splňa podmienky kladené na dizertačné práce. Výsledky práce boli prezentované na viacerých medzinárodných konferenciách a publikované v rešpektovaných impactovaných časopisoch. Uvedené otázky a pripomienky vôbec neznižujú vedeckú hodnotu práce, sú skôr námetom na diskusiu k danej problematike. Autor preukázal primerané schopnosti samostatne vedecky pracovať, schopnosť orientácie v odbornej literatúre, experimentálne schopnosti i schopnosť získané výsledky interpretovať. Preto navrhujem udeliť autorovi akademický titul „Philosophiae doctor“, PhD, po úspešnej obhajobe dizertačnej práce.

V Košiciach 24.11.2022

prof. RNDr. Rastislav Varga, DrSc.

CPM TIP UPJŠ