

Oponentský posudek

habilitační práce RNDr. Martina Vlacha, PhD.

“Characterization of precipitation processes in Al(-Mn)-Sc-Zr and Mg-Tb(-Nd) alloys and thin Pd-H films”

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova

Posudek vypracoval: prof. Ing. Václav Sklenička, DrS c.

Ústav fyziky materiálů, Akademie věd České republiky

Již samotný název habilitační práce předurčuje její zaměření, které spočívá ve třech tematických celcích a prezentaci výsledků jejich výzkumu a charakterizaci precipitačních procesů v konstrukčních slitinách hliníku a hořčíku (zejména na bázi Al-Sc-Zr a Mg-RE) a studiu vlivu vodíku na mřížkové defekty v tenkých kovových (zejména Pd) filmech. Jak autor uvádí, práce je založena především na kompilaci 23 recenzovaných článků v mezinárodních časopisech. Všechny dotčené publikace byly vytvořeny autorskými týmy. Soudě podle pořadí autorů, největší vklad RNDr. Martina Vlacha, PhD. představuje řešení úlohy Sc a Zr v hliníkových slitinách, kdy je prvním autorem ve všech relevantních publikacích (celkem 9 publikací). Je však třeba připomenout, že uchazeč je zároveň spoluautorem 68 odborných článků v recenzovaných časopisech či sbornících konferencí, z toho 50 registrovaných záznamů v mezinárodní databázi Web of Science. S ohledem na úspěšně proběhlá recenzní řízení uvedených 23 publikovaných a použitých prací se v dalším soustředím na hodnocení přínosu rozhodujících výsledků studia zvolených témat habilitační práce a jejich prezentace.

Základem experimentálního výzkumu Al a Mg slitin jsou měření fyzikálních veličin (elektrická rezistometrie, diferenční skenovací kalorimetrie doplněná kontrolou mechanických vlastností) a při výzkumu tenkých Pd filmů pak použití diferenční skenovací kalorimetrie a XRD měření na synchrotronu HASYLAB (DESY, Hamburk, Německo) a ESRF (Grenoble, Francie).

Jak již naznačuje dříve zmíněný autorský podíl, lze za těžiště vlastní experimentální práce uchazeče považovat studium Al slitin legovaných Sc a Zr. Díky propojení s výsledky paralelního výzkumu využívajícího dalších metod (XRD, EBSD, TEM, SEM, PAS) publikoval v této oblasti 6 článků v impaktovaných časopisech a celkem se jeho habilitační práce odkazuje v této oblasti na 9 publikací. Získal celou řadu poznatků o stabilitě a vývoji mikrostruktury při změnách fázového složení ve slitinách Al(-Mn)-Sc-Zr (např. detailní charakterizace vlivu deformace za studena a za tepla či vlivu způsobu přípravy na tepelné, mechanické a elektrické vlastnosti slitin typu Al(-Mn)-Sc-Zr. Prokázal též posun

rekrytalizace až k teplotám ~ 550 °C při vhodné kombinaci příměsí Mn, Sc a Zr v Al slitinách. Na základě srovnání s nejnovějšími poznatky uchazeč se spoluautory v recenzovaných publikacích detailně charakterizoval rozpadovou řadu systémů Al–Sc–Zr(–Ti) a Al(–Mn)–Sc–Zr, včetně charakterizace raných precipitačních stádií (vytváření shluků Sc již při teplotách ~ 150 °C) a tvorby obalu bohatého na Zr kolem jádra bohatého na Sc (~ 240 °C). Uchazeč měřením nepřímými metodami přispěl k prokázání závěrů, že v rozpadové řadě systému Al–Mn–Sc–Zr nedochází k interakci Mn s rozpadovou řadou systému Al–Sc–Zr minimálně do teploty ~ 550 °C a přispěl také k rozšíření poznatků o počátečních rozpadových stádiích systému Al–Sc–Zr. Výsledky dále prokazují, že deformace neovlivňuje následnou precipitaci částic Al₃Sc, urychluje ale precipitaci částic Al₆Mn, která probíhá ve dvou stádiích (nejdříve na hranicích zrn a poté uvnitř zrn).

Další části předkládané práce jsou věnovány problematice Mg slitin a charakterizaci vlivu vodíku na tenké Pd filmy. Zde je uchazeč v habilitační práci spoluautorem dalších 14 publikací přiložených v posuzované práci. Ve výzkumu vývoje sekundárních fází a jejich vlivu na užité vlastnosti Mg slitin se vzácnými zeminami se RNDr. M. Vlach, PhD zapojil do kolektivu, který dlouhá léta spolupracuje na mezinárodní úrovni. Zabýval se především studiem vlivu tepelného zpracování na zbytkový elektrický odpor podmíněný změnami mikrostruktury a na tepelnou bilanci při tvorbě a rozpouštění sekundárních fází. Vědecké aktivity uchazeče se soustředily zejména na binární a ternární modelové slitiny s Tb a Nd. Výsledky studia těchto slitin jsou zcela originální a poskytly spolu s paralelním výzkumem přímými (TEM, SEM) i nepřímými metodami (PAS) možnost ověřit modelové představy o vlivu hustoty, velikosti a orientace částic sekundárních fází na mechanické vlastnosti Mg slitin. V silně plasticky deformovaných slitinách (HPT) nastává precipitace přesyceného tuhého roztoku při nižších teplotách díky extrémně malému zrnu a vysoké hustotě hranic zrn a jejich speciálnímu charakteru, což jsou faktory zvyšující difuzivitu příměsí. Zcela opačný vliv pak má příprava studovaných slitin pomocí práškové metalurgie. Tento typ přípravy neovlivňuje ani rozpadovou řadu slitiny MgTbNd ani aktivační energii vzniku metastabilních fází, posouvá však tyto procesy k vyšším teplotám žhání a zároveň brání zhoršování mechanických vlastností vyžháných vzorků. Naprosto původní je pozorované přirozené stárnutí v binárních slitinách Mg–Tb, které bylo ověřeno třemi nezávislými experimentálními metodami. Pozornost si zaslouží též prokázání tvorby metastabilní fáze D019 ve tvaru destiček orientovaných v matici ternární slitiny MgTbNd po rozpouštěcím a vhodném precipitačním žhání. O existenci této fáze v raných precipitačních stádiích Mg slitin se vzácnými zeminami se totiž v posledních několika letech ve světové literatuře pochybovalo.

Výzkum vývoje mikrostruktury Pd filmů v závislosti na koncentraci dopovaného vodíku probíhal též v mezinárodním měřítku. Strukturní změny těchto filmů byly zkoumány převážně metodou PAS, doplňkově pak pomocí TEM, XRD a DSC. Vědecké aktivity uchazeče se soustředily v jedné z přiložených publikací na charakterizaci tepelných vlastností plasticky deformovaných Pd filmů s různou koncentrací vodíku, ale těžiště práce uchazeče spočívalo v charakterizaci změn mřížových parametrů nanokrystalických, polykrystalických a epitaxních Pd filmů na základě in-situ XRD měření během kontinuálních změn koncentrace vodíku. Měření prováděl uchazeč převážně na synchrotronech HASYLAB (DESY, Hamburg).

Německo) a ESRF (Grenoble, Francie). Výsledky studia prokázaly, že zvyšující se koncentrace vodíku v Pd způsobuje plastickou deformaci filmů a následně dochází ke zvýšení koncentrace defektů v Pd. Charakterizována byla také kritická koncentrace vodíku pro různě připravené filmy, při níž dochází k odtržení (tzv. buckling) Pd filmu ze substrátu. Pozornost si zaslouží závěr, že nejlepší přilnavost ze studovaných Pd filmů má epitaxní film (safírový substrát) připravený za teploty 800 °C, kde nedochází k odtržení ani při koncentracích xH blížících se k 1.

Závěr

Z provedeného hodnocení samotných výsledků studia třech v habilitační práci zvolených tematických celků vyplývá, že bylo dosaženo řady originálních poznatků, které významně přispívají k našemu současnému poznání dotčených jevů. Předložená habilitační práce velmi kvalifikovaným, přehledným, formulačně zdařilým a koncisním způsobem získané poznatky prezentuje. V práci jsem neshledal žádné nedostatky a proto doporučuji habilitační komisi pro jmenování pana RNDr. Martina Vlacha, PhD. docentem pro obor **fyzika – fyzika kondenzovaných látek** předloženou habilitační práci přijmout.

V Brně 4. dubna 2017

