

OPONENTSKÝ POSUDEK

disertační práce pana **RNDr. Rostislava Králíka**,
doktoranda Katedry fyziky materiálů MFF UK v Praze,

zpracované na téma

Influence of Sc on properties of model Al-Li based alloys prepared by twin-roll casting

Vliv Sc na mikrostrukturu a vlastnosti plynule odlévaných modelových slitin na bázi Al-Li

Oponent: RNDr. Jiří Buršík, CSc., DSc., ÚFM AVČR, Brno

Práce je vypracována v anglickém jazyce, obsahuje 113 číslovaných stran textu s obrázky a 188 citací. Z citovaných zdrojů vyplývá, že disertant mohl z hlediska použitých experimentálních metod i třídy studovaných materiálů využít své předchozí zkušenosti získané na pracovišti, které se podobnou problematikou zabývá již řadu let. Téma disertace je ve světle hledání energeticky i materiálově optimalizované výroby lehkých konstrukčních materiálů vysoce aktuální.

Práce se zabývá modelovou slitinou Al-Cu-Li-Mg-Zr a studiem vlivu přidání Sc na výsledné vlastnosti. Sc je prvek zjemňující mikrostrukturu a vedle možného zlepšení mechanických vlastností se dá očekávat pozitivní efekt i v podobě možnosti zjednodušení nebo zkrácení některých kroků termomechanického (TM) zpracování. V komplexních hliníkových slitinách má každý prvek svůj význam pro tvorbu finální mikrostruktury. Optimální složení pro určitou aplikaci v praxi je pak, stejně jako optimální TM zpracování, výsledkem dlouhého vývoje. Z toho vyplývá nutnost podrobného rozboru vlivu i malé změny složení na mikrostrukturu v každém kroku přípravy. V předkládané práci se porovnávají tři postupy přípravy materiálu z taveniny velmi odlišné z hlediska rychlosti tuhnutí i typického objemu získaného materiálu: odlévání do formy – mold casting (MC), plynulé odlévání mezi válce – twin-roll casting (TRC) a rychlé tuhnutí – melt spinning (MS). Dále je mikrostruktura sledována v průběhu vícestupňového homogenizačního/rozpouštěcího žíhání, po následné deformaci (symetrické/nesymetrické válcování nebo tváření CGP – constrained groove pressing) a finálním temperováním (T6 nebo T8). Materiály připravené různými postupy jsou v závěru hodnoceny z hlediska mikrotvrdosti a parametrů deformačních tahových křivek.

Cílem práce bylo navržení vhodného TM zpracování modelové slitiny Al-Cu-Li-Mg-Zr-Sc a zhodnocení role Sc v celém procesu přípravy materiálu. K dosažení cíle disertant vhodně použil metody analytické řádkovací a transmisní elektronové mikroskopie (SEM a TEM), zvládl i náročnější metodu přípravy vzorků (fokusaný iontový svazek) a různé techniky pozorování a analýzy včetně *in situ* TEM při ohřevu. Rešerše literatury je důkladná. Získané výsledky jsou podrobně diskutovány a jejich interpretace je přesvědčivá. Práce přináší řadu originálních výsledků se zřetelným praktickým využitím, zejména ukazuje, že (i) délka úvodního homogenizačního žíhání pro TRC materiály s mikrolegurou Sc může být podstatně zkrácena, (ii) nahrazení tradičního válcování procedurou CGP příznivě ovlivňuje texturu a zvyšuje tažnost finálního produktu a (iii) finální homogenizační a rozpouštěcí žíhání mohou být rovněž zkrácena a efektivně realizována v jednom společném kroku.

Z formálního hlediska má práce velmi dobrou grafickou úpravu s nízkým počtem chyb a je psána pěknou angličtinou. Poněkud nekompaktní je členění první kapitoly, kde se střídají části rešerše materiálů s metodami přípravy (lití, deformace). V číslování podkapitol schází položka 1.3.

Seznam použitých zkratk na konci práce by byl pro čtenáře přínosnější v abecedním řazení. Rozměr 50 mm v obr. 3.2 tahového vzorku na str. 27 nekoreluje s ostatními číselnými údaji. Přesnost některých EDS analýz s chybou $\pm 0,01$ wt.% (str. 32, 37) je nutno brát s rezervou. V popisu zpevnění precipitáty θ' na str. 84-87 a v obr. 4.50 je potřeba v označení dát pozor na záměnu s fází θ .

Poznámky a náměty k diskusi při obhajobě:

- Při přípravě MS byly pro slitinu s/bez Sc použity trysky jiných rozměrů (str. 28). Záměr, know-how operátora nebo irelevantní?
- Porovnání MC vzorků prováděné v SEM (obr. 4.14 a 4.16 na str. 50 a 53) je dokumentováno snímky sekundárních elektronů pro vzorky bez Sc (obr. 4.14a a 4.16a), ale pro vzorky obsahující Sc (obr. 4.14e a 4.16e) je použit signál zpětně odražených elektronů (BSE). Průkaznější by bylo použít všude signál BSE, který lépe zviditelní různé fáze. Snímek 4.16a při bližším pohledu obsahuje drobné útvary uvnitř zrna vpravo. Mohlo by jít o precipitáty?
- Dokumentace zvýšené koncentrace Cu u hranic eutektických buněk v litém stavu pouze v materiálu se Sc pomocí EDS mapy prvku (obr. 4.14g vs 4.14c) je sugestivní, ale kvantitativní linescan přes hranici v obou srovnávaných vzorcích by měl podstatně vyšší výpovědní hodnotu. Není k dispozici?

Práce prokazuje předpoklady RNDr. Rostislava Králíka k samostatné tvořivé práci na vysoké odborné úrovni. Deklarované cíle byly splněny. Podle citací uvedených v práci a dostupných zdrojů byly výsledky částečně publikovány. Předloženou disertační práci hodnotím jednoznačně kladně a doporučuji, aby po úspěšné obhajobě byl RNDr. Rostislavu Králíkovi přiznán akademický titul Ph.D.

V Brně dne 4. 7. 2024

RNDr. Jiří Buršík, CSc., DSc.

ÚFM AVČR, Brno