

Výzkum raných stadií precipitace ve slitině Al-2.5wt.%Mg

Současný stav

Slitiny Al-Mg (řada 5xxx) jsou obvykle používány ve stavu po rozpouštěcím žihání na teplotě okolo 430°C. Během používání, ale dochází ke stárnutí slitiny, které se projevuje prudkým snížením plasticity a odolnosti vůči korozi [1]. Pro eliminaci těchto nežádoucích jevů je potřebné pochopení procesů, které probíhají během stárnutí Al-Mg slitin na atomární úrovni.

Rozpad přesyceného tuhého roztoku (SSS) probíhá v systému Al-Mg následující sekvencí fází [2,3] SSS → GP zóny → β'' (Al_3Mg $L1_2$ struktura) → β' (Al_3Mg_2 hexagonální struktura) → β (Al_3Mg_2 kubická plošně centrovaná struktura). GP zóny a fáze β'' , β' jsou metastabilní, zatímco β je termodynamicky rovnovážná fáze. Raná stadia precipitace (vznik GP zón a jejich transformace na částice β'' fáze) jsou řízeny vakacemi, které v materiálu zůstaly po zakalení, a jsou pravděpodobně vázány k atomům Mg. Protože raná stadia precipitace probíhají již při pokojové teplotě nebo jen lehce zvýšených teplotách, jsou to procesy rozhodující pro stárnutí Al-Mg slitin.

Tyto procesy jsou způsobeny shlukováním atomů Mg rozpuštěných v matici difúzí na dlouhou vzdálenost umožněnou přítomností zakalených vakancí. Vznikají tak atomární shluky bohaté na Mg, které se následně uspořádávají a transformují na GP zóny, které poté představují zárodky částic β'' fáze. Klastry bohaté na Mg způsobují nárůst tvrdosti slitiny, ale struktura, velikost, chemické složení a kinetika vzniku aglomerátů bohatých na Mg není zatím dostatečně prozkoumaná.

Cíle projektu a postup řešení

Cílem tohoto projektu je prozkoumat mechanismus stárnutí a raných stadií precipitace ve slitině Al-2.5wt.%Mg (AA5052). Vznik atomárních klastrů a role vakancí v těchto procesech bude prozkoumána pomocí pozitronové anihilační spektroskopie (PAS). Budou použity dvě navzájem komplementární metody PAS: měření dob života pozitronů, které umožňuje charakterizovat typ poruch krystalické mřížky ve vzorku (např. vakancí) a zjistit jejich koncentraci, a koincidenční měření Dopplerovského měření anihilačního píku, které přináší informaci o lokálním chemickém okolí poruch (tj. např. o tom zda jsou vakance vázány k atomům Mg). Měření dob života pozitronů bude prováděno na digitálním spektrometru [4] s časovým rozlišením 145 ps, koincidenční měření Dopplerovského rozšíření bude realizováno na spektrometru [5] vybaveném dvěma HPGe detektory s energetickým rozlišením 0.9 keV na energii 511 keV. Studium mikrostruktury bude doprovázeno testováním vývoje mechanických vlastností pomocí měření mikrotvrdosti.

Vzorky Slitiny Al-2.5wt.%Mg budou nejdříve podrobeny rozpouštěcímu žihání za účelem rozpuštění Mg v Al matici. Rozpouštěcí žihání bude zakončeno rychlým zakalením na pokojovou teplotu, čímž dojde ke vzniku přesyceného tuhého roztoku v zakaleném vzorku. Následně bude vzorek podroben izochronímu žihání, při kterém bude docházet k rozpadu přesyceného tuhého roztoku. Z izochroní žihací křivky budou zjištěny oblasti teplot, kdy dochází ke vzniku jednotlivých fází rozpadové sekvence. Následně bude vzorek izotermicky žihán na těchto teplotách a bude sledována kinetika vzniku jednotlivých fází.

Časový plán

- červen-srpen 2019:
příprava a rozpouštěcí žíhání vzorků slitiny Al-2.5wt.%Mg
- září 2019:
charakterizace vzorků po rozpouštěcím žíhání
- říjen 2019 -prosinec 2019:
studium rozpadu přesyceného tuhého roztoku během izochronního žíhání vzorků po rozpouštěcím žíhání, určení teplotních oblastí vzniku jednotlivých fází
- leden – březen 2020:
studium kinetiky vzniku jednotlivých fází během izotermického žíhání na teplotách zjištěných z izochronní žíhací křivky
- duben 2020:
analýza výsledků, sepsání a odevzdání zprávy, ukončení projektu

Literatura

- [1] D. Hamana, M. Boucheur, A. Derafa, Effect of plastic deformation on the formation and dissolution of transition phases in Al-12 wt.% Mg alloy, *Materials Chemistry and Physics* 57 (1998) 99.
- [2] P. van Mourik, N.M. Maaswinkel, T.H. De Keijser, E.J. Mittemeijer, *J. Mater. Sci.* 24 (1989) 3779.
- [3] S. Nebti, D. Hamana, G. Cizeron, *Acta Metall. Mater.* 43 (1995) 3583.
- [4] F. Bečvář, J. Čížek, I. Procházka, J. Janotová, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* 539 (2005) 372.
- [5] J. Čížek, M. Vlček, I. Procházka, *Nucl. Inst. Methods Phys. Res. A* 623 (2010) 982.