



KATEDRA MATERIÁLŮ

Trojanova 13, 120 00 PRAHA 2

Tel.: (+420) 224 35 85 01 až 224 35 85 09

Fax : (+420) 224 35 85 23

E-mail : office @kmat.fjfi.cvut.cz

doc. Dr. RNDr. Miroslav KARLÍK

224 35 85 07

Miroslav.Karlik@fjfi.cvut.cz

OPONENTSKÝ POSUDEK DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor práce: Oksana PADALKA

Název práce: **On the Relation between Properties and Microstructure of New Mg Based alloys and Composites for Advanced Structural Applications**

Předložená disertační práce je součástí široce založeného výzkumu vlastností Mg slitin a kompozitů, na kterém se podílejí MFF UK Praha, TU Clausthal a další pracoviště. Hořčíkové slitiny a kompozity mají atraktivní vlastnosti, jako je velmi nízká hustota, vysoká specifická pevnost a tuhost, vynikající slévatelnost a schopnost tlumení vibrací. Jako nejlehčí kovový konstrukční materiál se uplatňují v automobilovém průmyslu, další aplikace závisí na zlepšení jejich vlastností, zvláště pak za vyšších teplot.

Cílem práce bylo studium mikrostruktury a substruktury pomocí transmisní elektronové mikroskopie (TEM) různých slitin hořčíku a kompozitů s hořčíkovou maticí po tepelném, mechanickém a kombinovaném termomechanickém zpracování:

- (i) Slitina Mg-Al2-Si (AS21), kompozit této slitiny s vlákny Al_2O_3 (SaffilTM) a slitina Mg-Al3-Zn (AZ31) po tepelném a mechanickém namáhání;
- (ii) Slitiny Mg-Al3-Zn (AZ31) a Mg-Al6-Zn (AZ61) po válcování za tepla a extrémní plastické deformaci metodou protlačování pravoúhlým kanálem (ECAP - equal channel angular pressing);
- (iii) Slitiny Mg-RE3-Zr (ZRE1) s prvky vzácných zemin (RE- rare earth) a Mg-Ag2,5-Nd2-Zr (QE22) po odlití a po termomechanickém zpracování (homogenizace a průtlačné lisování za tepla).

Disertační práce je přehledně rozčleněna do sedmi kapitol. První kapitola – **Magnesium alloys** – popisuje krystalografii skluzu hexagonálních kovů a uvádí klasifikaci hořčíkových slitin. Druhá kapitola – **Magnesium alloy based composites** – se zabývá vnitřním tepelným napětím, elastickou a lokální i makroskopickou plastickou deformací kompozitů s hořčíkovou maticí. Třetí kapitola - **Evidence on microstructure of plastically deformed Mg alloys and its composites** – je zaměřena na způsob deformace Mg slitin, vývoj dislokační struktury kompozitů a tepelně aktivované procesy při jejich deformaci. V další kapitole – **The aims of the thesis** – jsou uvedeny cíle disertační práce. Pátá kapitola – **Experimental methods and materials** – podrobně popisuje způsob přípravy tenkých fólií a vznik kontrastu v TEM, metodu napěťových relaxací při deformačních zkouškách, měření mikrotvrdomosti, chemické složení a základní mikrostrukturu studovaných materiálů. V následující kapitole – **Results and discussion** – doktorandka postupně uvádí a interpretuje naměřené výsledky a porovnává je s výsledky jiných autorů. Nejdůležitější výsledky shrnuje poslední kapitola – **Conclusions**. Bibliografie zahrnuje celkem 104 citací.

K získání výsledků byly použity adekvátní experimentální metody - deformační zkoušky při různých teplotách, měření mikrotvrdomosti, světelná metalografie a především TEM pro pozorování mikrostruktury a substruktury. Transmisní elektronová mikroskopie je velmi náročná experimentální technika, protože kontrast nevzniká sám od sebe, ale je vytvářen činností obsluhy mikroskopu v závislosti na způsobu naklopení krystalu, tloušťce fólie, konvergenci dopadajícího svazku, centrování mikroskopu, umístění a velikosti clon, atd. Za určitých podmínek jsou krystalové poruchy viditelné, v jiném náklonu nedávají žádný kontrast. Práce s TEM proto vyžaduje dobré teoretické základy a velkou experimentální zručnost. Příprava tenkých fólií z hořčíkových slitin je dosti obtížná.

Hlavním přínosem předkládané disertační práce je získání komplexního souboru experimentálních dat charakterizujících mikrostrukturu, substrukturu a teplotní závislosti mechanických vlastností pěti různých hořčíkových slitin a jednoho kompozitního materiálu s hořčíkovou maticí. Tyto materiály jsou v současné době studovány i v předních světových laboratořích s cílem dobře porozumět jejich vlastnostem a legováním dalších přísad nebo termomechanickým zpracováním zlepšit jejich vlastnosti pro náročnější aplikace v praxi.

V práci jsem nenašel žádné závažnější nedostatky či chyby, i grafická úprava textu je velmi pečlivá. Mám pouze několik dotazů, pramenících z osobního zájmu o řešenou problematiku:

- 1) Intermetalická fáze Mg_2Si má oproti Mg matici velmi odlišný koeficient tepelné roztažnosti, a proto slitina AS21 vykazuje i v litém stavu vysokou hustotu dislokací (Fig. 6.4). Existují odhady či výpočty velikosti lokální plastické deformace způsobené částicemi během chladnutí materiálu?
- 2) Z deformačních křivek na straně 61 a 62 je zřejmé, že kompozit s obsahem 25 obj.% vláken SaffilTM má při teplotách 100 až 300°C asi 2x vyšší mez kluzu než stejná hořčíková slitina. Tažnost kompozitu je přitom nižší. Jakým způsobem se vlákna Al_2O_3 chovají při porušování materiálu? Dochází k jejich praskání, vytahování z matrice či dekohezi?
- 3) U slitiny AZ31 nejsou při vyšších teplotách deformace pozorována dvojčata. Jsou snímky Fig. 6.26 až 6.29 po stejných hodnotách plastické deformace? Proč se na těchto snímcích liší velikost zrn?
- 4) Jaké složení má fáze T v případě slitiny ZRE1? Obsahují jemné částice Zr, popisované v textu, pouze zirkonium?

Závěrem konstatuji, že zpracováním této disertační práce autorka osvědčila, že má rozsáhlé teoretické znalosti a je schopna samostatné tvůrčí vědecké práce, která přinesla nové významné poznatky. Z těchto důvodů doporučuji přijmout disertační práci k obhajobě.

V Praze dne 9. května 2008

