

## Hořčikové slitiny s vysokou teplotou vznícení

Hořčikové slitiny byly v posledních letech předmětem intenzivního výzkumu především kvůli velmi nízké hustotě ( $\rho = 1740 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a s tím spojené vysoké specifické pevnosti. Tyto vlastnosti dělají z hořčikových slitin vhodného kandidáta pro využití v odvětvích kladoucích důraz na úsporu hmotnosti, jako jsou např. automobilový nebo aerokosmický průmysl. Použití hořčikových slitin jako konstrukčního prvku může významně snížit hmotnost, což vede jak k úsporám nákladů na provoz, tak k redukci emisí  $\text{CO}_2$ .

Širšímu užití hořčikových slitin v aerokosmickém průmyslu bránily nevýhody komerčně dostupných hořčikových slitin. Jedná se jednak o omezenou korozní odolnost a dále zejména o nízkou odolnost proti vznícení. Ke vznícení hořčiku dochází již kolem teploty tání ( $650 \text{ }^\circ\text{C}$ ) a k jeho uhašení je nutné použít speciální hasicí prostředky. Tyto nedostatky vedly k zákazu použití hořčikových slitin v interiéru dopravních letadel. Nové objevy v oblasti hořčikových slitin s vysokou teplotní odolností vedly ke změně předpisů, jež opět umožnila využít hořčikové slitiny pro konstrukci sedaček v civilních letadlech.

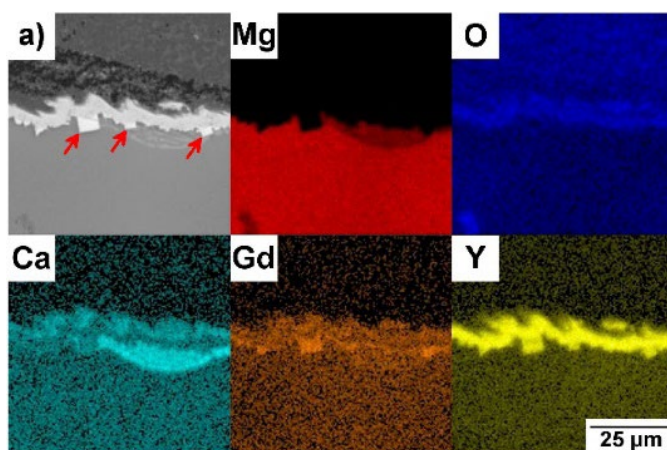
Je-li hořčík, nebo jeho slitina vystavena vysoké teplotě, dochází k oxidaci. Exotermický charakter tohoto procesu vede ke zvýšení teploty povrchu vzorku, což urychluje další oxidaci. Probíhá-li oxidace dostatečně rychle, okolí není schopno nadbytečné teplo odvádět a dojde k prudkému nárůstu teploty a vznícení materiálu. Dalším produktem oxidace je oxidická vrstva. Ta se formuje na povrchu materiálu a brání tak kontaktu hořčiku se vzdušným kyslíkem. Oxid hořečnatý ovšem ztrácí strukturální stabilitu při cca  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  a neposkytuje při vyšších teplotách dostatečnou ochranu. Bylo prokázáno, že teplotní odolnost hořčikových slitin lze zvýšit přidáním vhodného prvku A. Tento prvek a jeho oxid musí splňovat následující:

- Oxid  $\text{A}_x\text{O}_y$  musí být energeticky výhodnější než  $\text{MgO}$
- Rozpustnost a difuzivita prvku A musí být dostatečně vysoká.

Prvek splňující výše zmíněné podmínky obvykle vytváří na povrchu ochrannou oxidickou vrstvu, která brání další oxidaci a následnému vznícení. Mezi prvky, které prokazatelně zvyšují teplotu vznícení, patří především kovy vzácných zemin (Y, Gd, Nd, ...) a Ca.

Řešení tohoto projektu spočívá ve studiu oxidických vrstev systému Mg-Ca-Y-Al-Zn a zahrnuje:

- Torch flammability test: pozorování růstu oxidické vrstvy vysokorychlostní kamerou při vystavení slitiny tepelnému zdroji a následné vyhodnocování záznamu
- Studium oxidických vrstev pomocí elektronové mikroskopie
- Příprava vzorků na výše zmíněné experimenty
- Zpracování výsledků a sepsání závěrečné zprávy.



Obrázek č. 1: EDS mapa oxidické vrstvy na slitině Mg-4Y-4Gd-2Ca po žhání při  $950 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Literatura:

- [1] Tekumalla, S.; Gupta, M. An Insight into Ignition Factors and Mechanisms of Magnesium Based Materials: A Review. *Mater. Des.* **2017**, *113*, 84–98.
- [2] Kubásek, J.; Minárik, P.; Hosová, K.; Šašek, S.; Knapěk, M.; Veselý, J.; Stráská, J.; Dvorský, D.; Čavojský, M.; Vojtěch, D. Novel Magnesium Alloy Containing Y, Gd and Ca with Enhanced Ignition Temperature and Mechanical Properties for Aviation Applications. *J. Alloys Compd.* **2021**, *877*, 160089.