

Oponentský posudek bakalářské práce:

Změny mikrostruktury žárových nástřiků při teplotním zatížení

Autor práce: Jakub Minařík

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Čížek, Ph.D.

Konzultant: Ing. Radek Mušálek, Ph.D.

Posudek oponenta:

Předkládaná práce studenta Jakuba Minaříka se zabývá hodnocením mikrostrukturních a chemických změn v keramických nástřicích vlivem různých druhů tepelného zatížení.

Teoretický úvod práce podává stručný přehled o technologiích pro přípravu žárových nástřiků, s důrazem kladeným na plazmové stříkání jakožto technologii využitou pro přípravu vzorků v této práci. Dále pak autor rozebírá možnosti charakterizace nástřiků za pomoci různých metod zaměřených na chemické a fázové složení a mikrostrukturu vzorků.

V experimentální části jsou stručně popsány veškeré použité metody, jak pro přípravu samotných vzorků, tak pro jejich tepelné zatěžování a následnou analýzu. Příprava vzorků sestávala z plazmové depozice dvouvrstvého systému tepelné bariéry (TBC). Jako substrátu byla využita slitina Hastelloy X, na ní nanesená vazná vrstva NiCrAlY a jako svrchní vrstva byl deponován nástřik oxidu zirkoničitého, stabilizovaného pomocí oxidu ytritého (YSZ). Zvláštností svrchní vrstvy byla její depozice hybridním způsobem, kdy se do plazmového hořáku současně přiváděl hrubozrnný prášek a jemná suspenze YSZ. Volba takového systému TBC je vysoce relevantní pro průmyslové aplikace. Připravené vzorky byly následně podrobeny tepelnému zatížení v cyklovací peci a izotermálnímu ohřevu samotných vzorků a vzorků s úsadou CMAS. Na metalografických výbrusech pak byly pořízeny snímky pomocí SEM a na nich hodnocen vliv žhání na změny mikrostruktury a zejména pórovitosti nástřiků, která byla měřena pomocí obrazové analýzy.

Práce je velmi dobře napsaná, autor nezabíhá do přílišných detailů u věcí, které nejsou podstatné pro experiment, na druhou stranu vše je věcně, srozumitelně a čtivě vysvětleno. Všechny zdroje jsou poctivě odcitovány a je zřejmé, že autor si načetl nejnovější články k tématu, kdy více než polovina z celkových 34 citací je mladší deseti let.

Výsledky měření jsou přehledně prezentovány pomocí detailních obrázků z SEM a kvalitně zpracovaných grafů. Ocenění si zaslouží zejména dostatečné množství snímků použitých pro kvantitativní vyhodnocení pórovitosti a dále pak diskuze, kde autor porovnává výsledky se studii jiných autorů, což osobně považuji za velmi nadstandardní pro bakalářskou práci.

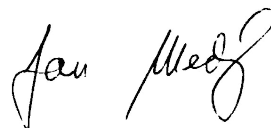
Celkově je práce velmi pečlivě zpracovaná, ať už po stránce obsahové, tak formální, kde je potřeba vyzdvihnout téměř absenci překlepů. Bakalářskou práci **doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení A – výborně.**

Věcné připomínky:

- Práce je zbytečně rozdělena na příliš mnoho kapitol, místo jednoduchého členění. Kapitoly 10, 11, 13, 14 určitě mohly být shrnuty pod nějaké z podkapitol, jelikož jejich význam je jistě nižší než kapitoly stejné úrovně "Diskuze" a "Závěr".
- Obrázky by si občas zasloužily věcnější samovysvětlující popisky, výrazné je to např. u obrázků 18, 20.
- Autorovi se stává, že se mu ztratí sloveso ve větě (např. poslední věta na str. 17 nebo věta o efektivitě provozu na str. 18).
- Je třeba se vyvarovat obrátů typu "zhoršení tepelné vodivosti" (str. 34, 2. odstavec), kdy není jasné jestli zhoršením se myslí její zvýšení nebo snížení.
- V experimentální části je až příliš stručně popsána depozice nástříků, kde chybí klíčové parametry jako výkon hořáku či volba podávacího plynu, který byl různý pro depozici vazné a svrchní vrstvy.
- Obrázky na stranách 58, 59 mají nečitelné měřítko.

Otázky:

1. Na straně 31 popisujete způsob vzniku ochranného filmu TGO a jeho pozitivní vlastnosti v nástříku, jako zpomalení oxidace. Má vrstva TGO také nějaké negativní vlivy na nástřík?
2. Jakým způsobem byla nanášena na vzorky vrstva CMAS tak, aby se zajistilo množství prášku na vzorku 20 mg/cm²?
3. Pozorovali jste nějaký vliv sekundární fáze vzniklé ze suspenze při hybridním stříkání? Např. tvorba miniaturních splatů, změna mikrostruktury oproti konvenčním práškovým TBC?
4. Z jakého důvodu se při depozici vazné vrstvy využívá směs argon-vodíku jako nosného plynu pro prášek přiváděný do plazmatu, namísto stlačeného vzduchu použitého pro YSZ?



Ing. Jan Medřický, Ph.D.

V Praze, 11. srpna 2023