

OPONENTSKÝ POSUDOK NA HABILITAČNÚ PRÁCU

Autor práce: **Amirhossein Pakseresht, Ph.D.**

Oponent: prof. Ing. Pavel Raschman, CSc.

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie,
Letná 9, 042 00 Košice, SR

Listom prof. Ing. Marka Lišku, DrSc., predsedu habilitačnej komisie pre uchádzača **Amirhosseina Paksereshta, Ph.D.**, zo dňa 16.06.2021 som bol oslovený ako oponent habilitačnej práce a požiadaný o vypracovanie posudku. Preštudoval som si preto habilitačnú prácu Amirhosseina Paksereshta, Ph.D. z Centra pre funkčné a povrchovo funkcionalizované sklá TnUAD v Trenčíne s názvom „*Plasma Sprayed Coatings: From Splat Morphology to New Thermal Barrier Coatings*“ a dospel som k záverom, ktoré uvádzam ďalej v jednotlivých bodoch svojho posudku.

1. Pedagogická činnosť uchádzača

V profile uchádzača vo WoS sa uvádza, že do roku 2019 pôsobil vo výskume v oblasti prípravy a vlastností keramických materiálov a od roku 2019 pôsobí na akademickej pôde (2019-2020: dve univerzity v Iráne; od 2020: TnUAD).

2. Publikačná činnosť uchádzača

Publikačná činnosť A.H. Paksereshta, Ph.D. je rozsiahla a kvalitná (parametre podľa **WoS** k 30.8.2021: 34 evidovaných prác (z toho prvý autor = 32 %, corresp. autor = 18 %), **H-index = 18**, citácie spolu / z toho články v časopisoch = 993/780) a vysoko prekračuje, o.i., aj rámcové kritériá VŠCHT Praha z 11.5.2017. Vysoký publikačný potenciál a aktuálnosť prác autora charakterizuje aj vysoký priemerný počet citácií na jednu publikovanú prácu (22,9 bez autocitácií) a počet článkov publikovaných za jeden rok (8/2015; 10/2016; 7/2020).

3. Habilitačná práca

Predkladaná habilitačná práca je pôvodná, má veľmi výstižný názov a člení sa na dve časti:

- (a) *úvodný text*, v ktorom autor logicky vysvetľuje hlavné pojmy a súvislosti spojené s prípravou a využitím funkčných materiálov s plazmovo striekanými keramickými tepelno-bariérovými povlakmi (TBC);
- (b) *výber 13 publikovaných vedeckých článkov* (z toho 10x kategória Q1 a/alebo Q2 podľa **SJR**), ktorých je A.H. Pakseresht, Ph.D. prvým autorom (práce uvedené ako prílohy č. 1-9 a 13; spolu 10) alebo spoluautorom (spolu 3) a ktoré slúžia na ilustráciu ako zaujímavé príklady z vlastnej praxe uchádzača.

V úvodnej, prehľadovej časti práce sa autor zameril na *štyri hlavné témy*:

1. vplyv morfológie východiskových práškov na finálnu mikroštruktúru plazmovo striekaných povlakov;
2. vplyv morfológie „kvapkových nálepkov“ (splats), tepelného spracovania východiskových surových práškov, ohrevu podkladového materiálu (substrátu) a tepelného spracovania naneseného povlaku na mikroštruktúru a vlastnosti hotových povlakov;
3. tepelno-bariérové povlaky (TBC) a ich parametre;
4. TBC s novou štruktúrou.

Použitie členenie považujem po preštudovaní práce za prehľadné a účelné. Autorom zvolené prílohy vhodne ilustrujú zložité vzťahy medzi zložením, podmienkami prípravy, štruktúrou a vlastnosťami plazmovo striekaných povlakov; konkrétne:

- (a) *vplyv vlastností surového prášku na vlastnosti „kvapkových nálepkov“ (splats) (Annex 1) – tieto informácie zohrávajú kľúčovú úlohu pri štúdiu mechanizmu tvorby povlakov;*
- (b) *vplyv vlastností surového prášku (Annex 6 a 7) a „kvapkových nálepkov“ (splats) (Annex 2 a 3), tepelného spracovania surového prášku (Annex 4), spôsobu striekania (Annex 6-10) a mikroštruktúry povlaku (Annex 5 a 9-13) na finálne funkčné vlastnosti keramických povlakov. Tieto informácie sú nevyhnutné pre úspešnú prípravu a aplikáciu povlakovaných funkčných materiálov.*

A.H. Pakseresht, Ph.D. podľa môjho názoru v *plnom rozsahu vysvetlil a zdokumentoval prínos výsledkov vlastných vedeckých aktivít, deklarovanej v Resumé a Úvode habilitačnej práce*. Preukázateľne sa veľmi aktívne podieľa(l) na vedeckých prácach v oblasti *anorganickej technológie* zameraných na vývoj a aplikáciu nových funkčných *materiálov*. Svojimi výsledkami v oblasti prípravy a aplikácie funkčných materiálov s plazmovo striekanými keramickými tepelno-bariérovými povlakmi tak významnou mierou prispel aj k rozvoju poznania v oblasti štúdia procesov a materiálov všeobecne.

Pokiaľ ide o pedagogický rozmer práce, A.H. Pakseresht, Ph.D. charakterizoval súčasný stav výskumu v predmetnej oblasti, začlenil ním študovanú problematiku do širšieho rámca, vysvetlil základné pojmy a vzťahy, priblížil použité metódy a najdôležitejšie vlastné výsledky. Na základe syntézy dostupných poznatkov sformuloval odporúčania pre ďalší rozvoj v danej oblasti. Autor tak vhodným členením úvodnej časti habilitačnej práce a predstavením výsledkov prístupnou a zrozumiteľnou formou preukázal aj svoje pedagogické schopnosti a spôsobilosť odovzdávať poznatky získané vlastnou vedeckou prácou.

Časť, ktorú tvoria separáty uverejnených vedeckých článkov, dokladuje dlhodobý podiel autora na veľmi kvalitnej publikačnej činnosti vedeckých tímov, ktorých bol/je súčasťou. Celá táto časť prešla štandardným recenzným konaním, ktoré je dostatočnou zárukou jej úrovne a významu tak z metodologického hľadiska, ako aj z hľadiska prínosu výsledkov pre rozvoj študijného odboru a oblasti výskumu.

Nemám pripomienky k obsahu, ani k forme predloženej habilitačnej práce (malý počet aj charakter preklepov v práci považujem za primeraný jej významu).

Za významný nedostatok Resumé v slovenskom jazyku považujem vecne nesprávny až zavádzajúci preklad pojmu „splat“, ktorý hrá v posudzovanej habilitačnej práci jednu z kľúčových úloh. V Resumé sa „splat“ prekladá ako „častica“, pričom sa nerozlišuje medzi časticou prášku a tým, čo z nej pri striekaní zostane na podkladovom materiáli (substráte). *Splat* je teda *nálepok, t.j., pozostatok / zvyšok* po letiacej kvapke – roztavennej častici prášku – zachytený na substráte pri jej náraze na jeho povrch, sploštený v dôsledku tohto nárazu. Ťažiskom prezentovaných prác autora bolo dosiahnuť, aby v tomto nálepku zostalo z pôvodnej častice čo najviac a aby mal vhodnú morfológiu pre vytvorenie finálneho povlaku s optimálnou mikroštruktúrou a vlastnosťami. Vzhľadom na uvedené skutočnosti som vo svojom posudku zvolil pre *splat* výraz „*kvapkový nálepok*“.

Nasledujúce **otázky sú určené autorovi** a poukazujú na niektoré aspekty, ktoré z kontextu práce priamo nevyplývajú, ale priamo alebo nepriamo s ňou súvisia:

1. Vyvinutá nová metóda APS je vlastne dvojtupňové PS: a) prášok sa pripraví procesom MA; (b) povlak sa nastrieka metódou PS. Na str. 3 v habilitačnej práci autor uvádza nevýhody MA procesu. *Môže autor vysvetliť a kvantifikovať (aspoň čiastočne), ako by zlepšené vlastnosti finálnych povlakov kompenzovali vysokú nákladovosť APS procesu?*

The novel APS method developed is actually a two-stage PS method: first, the feedstock powder is prepared by the MA process, then the coating is sprayed by the PS method. On p. 3 in the habilitation thesis, the author presents the disadvantages of the MA process. Can the author explain and quantify (at least in part) how the improved properties of the final coatings could compensate for the high cost of the APS process?

2. V technológii keramických materiálov sa na dosiahnutie vysokej hutnosti výrobkov používa široké rozdelenie veľkosti častíc (PSD) východiskových práškov alebo zrnitých zmesí. *Aký vplyv by malo široké PSD východiskových PS práškov: a) na vlastnosti nanesených povlakov; (b) na straty odrazom od podkladového materiálu?*

In the technology of ceramic materials, a broad PSD of feedstock powders or granular mixtures is used to achieve a high density of final products. What effect would a broad PSD of PS powders have: a) on the properties of the sprayed coatings; (b) on the deposition efficiency?

3. *Ovplyvňuje prípadná koalescencia kvapiek (roztavených častíc prášku) počas striekania účinnosť PS? Ak áno, tak ako?*

Is the effectiveness of PS affected by possible coalescence of droplets (molten powder particles) during spraying? If so, how?

4. Pre hodnotenie odolnosti voči náhlym zmenám teploty (ONZT) keramických materiálov sa v literatúre odporúčajú rôzne kritériá, používajú sa napr. parametre R_4 a R_{st} definované Hasselmanom, popisujúce nestabilné a stabilné šírenie trhlin. *Aké kritérium najlepšie charakterizuje ONZT TBC povlakov?*

Various criteria are recommended in the literature for the evaluation of the thermal shock resistance of different ceramic materials, e.g. the thermal shock resistance parameters R_4 and R_{st} defined by Hasselman as: $R_4 = \frac{EG}{S_t^2(1-\mu)}$ and $R_{st} = \left(\frac{G}{E\alpha^2}\right)^{\frac{1}{2}}$, describing unstable and stable crack propagations, respectively. Here, E is Young's modulus, G is work of fracture, S_t is tensile

strength, μ is the Poisson ratio, and α is the linear thermal expansion coefficient. *What criterion best characterizes the thermal shock resistance of developed TBCs?*

4. Závěrečné hodnotenie

Na základe vyššie uvedených skutočností konštatujem, že predkladaná habilitačná práca sa zaoberá vysoko aktuálnou témou a výsledky v nej uvedené sú významným prínosom pre výskum a inovácie v oblasti anorganickej technológie a materiálov. A.H. Pakseresht, Ph.D. je osobnosť s jasne vymedzeným vedeckým a pedagogickým profilom, jeho výsledky sú preukázateľne akceptované medzinárodnou vedeckou komunitou a významne prispievajú k rozvoju študijného odboru, v ktorom menovaný odborne pôsobí. Nadobudol som presvedčenie, že A.H. Pakseresht, Ph.D. spĺňa kritériá pre habilitácie docentov nielen na popredných slovenských pracoviskách a preto odporúčam prijať predloženú habilitačnú prácu a prílohy charakterizujúce vedecký a pedagogický profil menovaného na obhajobu a po úspešnom obhájení

**odporúčam udeliť Amirhosseinovi Paksereshtovi, Ph.D. vedecko-pedagogický titul „docent“
v študijnom odbore *Anorganická technológia a materiály*.**

Košice, 31.08.2021