



## Posudek oponenta habilitační práce

Masarykova univerzita

Fakulta

Obor řízení

Uchazeč

Pracoviště uchazeče, instituce

Habilitační práce

Oponent

Pracoviště oponenta, instituce

Přírodovědecká fakulta MU

...

Mgr. Pavel Souček, PhD.

Ústav fyzikální elektroniky

Preparation of nanostructured hard protective coatings by magnetron sputtering

Doc. RNDr. František Lofaj, DrSc.

Ústav materiálového výskumu SAV, Košice, SR...

Predložená habilitačná práca je v prvej časti zameraná na štúdium reakčný plazmových procesov pri príprave tvrdých nanokompozitných nc-TiC/a-C:H povlakov jednosmerným (Direct Current – DC) a vysokoenergetickým pulzným magnetronovým naprašovaním (High Power Impulse Magnetron Sputtering – HiPIMS), ich štruktúry, mechanickým a tribologických vlastností ako aj vzťahom medzi podmienkami prípravy a výslednými vlastnosťami. Druhá časť práce je venovaná príprave a sledovaniu vlastností povlakov typu Mo-B-C s MAX štruktúrou, ktoré majú vysokú tvrdosť a húževnatosť. Oba typy sledovaných povlakov vykazujú v závislosti od spôsobu ich prípravy a zloženia rôzne a často veľmi zaujímavé vlastnosti, preto sú predmetom intenzívneho záujmu s relatívne širokým aplikačným potenciálom.

Samotná habilitačná práca pozostáva z 31 stranového súhrnu s troma kapitolami, ktorý sumarizuje poznatky z 8 priložených publikácií v oblasti Ti-C povlakov a 2 v oblasti Mo-B-C povlakov. Je zrejmé, že takýto krátky súhrn pokrývajúci problematiku od reaktívnych plazmových procesov až po metodológiu merania tvrdosti nemôže obsahovať veľa detailov, ale napriek tomu predstavuje ucelený a zrozumiteľný prierez priložených prác a poskytuje dostatočný nadhľad na študovanú problematiku. Vysoká úroveň predloženej práce je založená na kvalitných publikáciách autora v CC časopisoch, ktoré sú štandardom v oblasti povlakov (Surface and Coating Technology, Vacuum) ako aj počtom citácií, ktoré sa u starších prác pohybujú v desiatkach a dobre citované sú aj novšie práce.

Predkladaná habilitačná práca predstavuje niekoľko principiálne nových poznatkov, medzi ktorými by som chcel vyzdvihnúť nasledovné:

1. Jasné odlíšenie a definovanie hybridných PVD-CVD procesov od štandardných procesov pri klasickom reakčnom naprašovaní.
2. Určenie podmienok depozície pri hybridnom naprašovaní, ktoré poskytujú maximálnu tvrdosť v Ti-C systéme.
3. Praktická aplikácia týchto poznatkov až do výrobného procesu.

4. Optimalizácia technológie HiPIMS na prípravu nc-TiC/a-C:H povlakov hybridným PVD-CVD procesom a výrazné zlepšenie mechanických vlastností v porovnaní s povlakmi pripravenými konvenčným DC naprašovaním.
5. Príprava Mo-B-C povlakov a preukázanie zvýšenej húževnatosti a teplotnej stability týchto povlakov pri dostatočne vysokej tvrdosti.

Záverom konštatujem, že uvedené výsledky vyplývajúce z habilitačnej práce ako aj predložené publikácie preukazujú vysokú odbornú úroveň Mgr. Pavla Součka, PhD., potvrdzujú jeho kvalifikačné predpoklady na habilitáciu a celú prácu považujem za významný prínos v oblasti štúdia procesov prípravy a kontroly vlastností moderných povlakov pre inžinierske aplikácie.

**Dotazy oponenta k obhajobě habilitační práce** (počet dotazů dle zvážení oponenta)

...

1. Doba vzniku uhlíkom otrávených zón na terči trvá při nižších prietokoch acetylénu (4-5 sccm na obr. 2 v práci Schmidtová, SCT (201), 299) približne 10 až 15 minút, potom sa procesy stabilizujú. Ako sa takáto relatívne dlhá doba stabilizácie prejavuje počas depozície na zložení povlaku, resp. ako sa vyhnúť jej vplyvu?
2. Prečo vznikajú také výrazné rozdiely v otrávení terča při DCMS a HiPIMS (obr. 4 v P. Souček, SCT (2017)257)?
3. Môžete predikovať prítomnosť/absenciu hysterézneho správania sa a vzhľad terča s ohľadom na vznik uhlíkom otrávených zón v prípade nc-TiC/a-C:H povlakov hybridným spôsobom při použití technológie HiTUS?
4. Môžete vysvetliť príčinu zanedbateľného vplyvu prúdu iónov (resp. balanced vs. unbalanced) při magnetronovom naprašovaní nc-TiC/a-C:H (v práci Souček, SCT (2014) 8) na vlastnosti povlaku?

#### Závěr

Habilitační práce Mgr. Pavla Součka, PhD., „Preparation of nanostructured hard protective coatings by magnetron sputtering“, **splňuje** – ~~nesplňuje~~ požadavky standardně kladené na habilitační práce v oboru „Fyzika plasmy“.

V Brně dne 29.05.2018

