

Doc. RNDr. Anna Zahoranová, PhD.

Katedra experimentálnej fyziky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky,
Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina F2-40,842 48 Bratislava

Oponentský posudok na dizertačnú prácu Ing. Jakuba Horáka

Fakulta chemická, Ústav fyzikálnej a spotrební chemie, VUT Brno

Názov práce:

Bariérové vrstvy na bázi polyparaxylylenu pro aplikace v kosmickém výzkumu

Autor dizertačnej práce Ing. Jakub Horák sa vo svojej práci zaoberá tenkými bariérovými vrstvami na báze parylenu C, ich prípravou, charakterizáciou a možnosťou využitia v kozmickom výskume. Parylénové povlaky boli vystavené UV žiareniu a reaktívnym časticiam, generovaným elektrickým výbojom v plynnej zmesi, ktorá simulovala atmosféru Titánu. Následne boli podrobne študované zmeny povrchu, ich zloženie, fyzikálne a chemické vlastnosti viacerými diagnostickými metódami (ATR-FTIR, SEM, AFM, XPS a ďalšie). Simulačné testy v atmosfére Titánu boli realizované aj za zníženej teploty, aby sa čo najviac preskúmali možné vplyvy kozmickej atmosféry.

Dizertačná práca Ing. J. Horáka má 132 strán textu, na dobrej odbornej úrovni, ktorý dopĺňujú obrázky, grafy a tabuľky. Zoznam použitej literatúry obsahuje 228 referencií, čo dokumentuje autorovu orientáciu a rozhľad v problematike, ale súčasne aj odráža široké rozsah tém, ktorým sa v práci venoval. Publikčná činnosť autora je dokumentovaná v prílohe, je spoluautorom 5 článkov v odborných časopisoch (z toho jeden prvoautorský bol zaslaný), značného počtu príspevkov a abstraktov v zborníkoch z konferencií.

Autor rozdelil prácu do piatich kapitol, je členená na teoretickú a experimentálnu časť, obe časti sú vyvážené, kapitoly logicky nadväzujú. V úvode vysvetľuje motiváciu a zameranie svojej dizertačnej práce, ktorá nadväzuje na predošlý výskum na školiacom pracovisku. Kapitola 2 Teoretická časť je veľmi rozsiahla – venuje sa širokému spektru tém, od prípravy tenkých vrstiev, ich vlastnosťami a charakterizáciou, technológiou prípravy parylenu, až po atmosféru Titánu, jeho vlastnosťami a typmi elektrických výbojov simulujúcich atmosféru Titánu. Niektoré podkapitoly by bolo vhodné vynechať alebo zostručniť, napríklad spôsob prípravy tenkých vrstiev, keďže nesúvisia úplne priamo s experimentami autora. V experimentálnej časti práce sa autor venuje metodike, jednotlivým postupom, počnúc prípravou parylénových vrstiev, simulačným testom v atmosfére Titánu, charakterizáciou vlastností tenkých vrstiev viacerými povrchovými diagnostickými metódami. V kapitole 4 sú uvedené získané výsledky spolu s diskusiou a v závere práce sú dosiahnuté výsledky prehľadne zhrnuté.

Vyjadrenie k jednotlivým bodom:

a) aktuálnosť zvolenej témy dizertačnej práce

Práca sa venuje vysoko aktuálnej problematike tenkých bariérových vrstiev na báze parylenu C, ktoré sa už v súčasnosti využívajú ako ochranné vrstvy v kozmickom výskume a je preto užitočné overenie ich stability v rôznych podmienkach, simulujúcich atmosféru v kozme (konkrétne atmosfére Titánu), vplyv dopadu aktívnych častíc, UV žiarenia a teploty.

b) splnenie stanoveného cieľa dizertačnej práce

Ciele dizertačnej práce, uvedené v Zadaní práce boli splnené. Autor preskúmal vlastnosti pripravených vrstiev Parylenu C s dvoma hrúbkami a porovnal zmeny ich fyzikálnych a chemických vlastností po vystavení simulovanej atmosfére Titanu. Všetky čiastkové ciele boli splnené, hoci sa úplne nepodarilo zrealizovať experimenty

so zabudovaním nanočastíc do parylénových vrstiev, čo je náročná úloha a vyžaduje úpravu aparatury.

c) postup riešenia problému a výsledky dizertačnej práce s uvedením konkrétneho prínosu doktoranda

Pre dosiahnutie cieľov dizertačnej práce autor postupoval systematicky a vhodne zvolil experimentálne analytické techniky charakterizácie povrchu skúmaného materiálu pomocou základných spektroskopických a povrchových diagnostických metód (UV-VIS spektroskopia, ATR-FTIR, SEM, XPS, AFM a ďalšie). Získal rozsiahly experimentálny materiál, pričom získané výsledky, ich podrobné vyhodnotenie a porovnanie treba považovať za prínosné pre ďalší postup výskumu v danej oblasti a pre aplikácie.

d) význam pre prax alebo rozvoj vednej oblasti

Získaný materiál prináša cenné poznatky pre viaceré zamerania fyziky a jej aplikácií, či už v rámci prípravy bariérových tenkých vrstiev, charakterizácii povrchov a využitia ochranných vrstiev v kozmickom výskume, pričom autor v práci vhodne prepojil jednotlivé oblasti výskumu. Overenie pripravených parylénových vrstiev v podmienkach podobných v kozme pomôže ich ďalšiemu zdokonaleniu. Oceňujem taktiež možnosť využitia získaných experimentálnych výsledkov pri rozvoji a zdokonalení výskumnej činnosti školiaceho pracoviska, konkrétne pri úpravách aparatury, zdokonalení jednotlivých metodík a postupov.

e) formálna úprava dizertačnej práce a jej jazyková úroveň

Formálna úprava dizertačnej práce a jej jazyková úroveň zodpovedá štandardu, je prehľadne spracovaná a doplnená experimentálnym materiálom, vo forme tabuliek, grafov a obrázkov.

K práci mám nasledovné pripomienky a otázky:

- na str. 53 popisujete stacionárny tlecí výboj pri atmosférickom tlaku, generovaný medzi oblúkovými elektródami, využívaný na simuláciu atmosféry Titánu, popíšte podrobnejšie parametre výboja (napätie, prúd) a vysvetlite prečo bol zvolený tento režim
- str. 57 – podmienky depozície Parylénu C uvedené v Tab. 6 boli vybrané na základe predchádzajúcich meraní, vychádzali ste z optimalizácie podmienok prípravy? Prečo boli vybrané práve tieto dve hrúbky? Nanášli ste vrstvy aj pomocou aparatury na Vašom pracovisku, resp. boli testované aj iné vrstvy?
- str. 81 – tvrdíte, že z obr. 51 sa dá usudzovať, že najmenej sú ovplyvnené vrstvy, ktoré boli vystavené simulovanej atmosfére v pomere 99/1 – dusík/metán, ako je to vidno? Grafy z ATR FTIR sú pomerne nedostatočne popísané, k lepšej orientácii by pomohol obsirnejší komentár pod obrázkom.
- Povrch tenkých vrstiev vystavených atmosfére Titánu ste študovali metódou ATR-FTIR, kedy získavate signál z väčšej hĺbky, neskúšali ste analýzu povrchu aj metódou XPS, ktorá by Vám poskytla detailnejší obraz o zmenách v chemickom zložení tenkej vrstvy (2-10 nm) na povrchu?
- Vzhľadom na značné množstvo rôznych diagnostických metód a získaných výsledkov ako aj spoločné publikácie s ďalšími spoluautormi, definujte vlastný podiel na experimentálnej práci.

f) Splnenie podmienok dizertačnej práce podľa par. 47 odst.4 zákona

Konštatujem, že predložená práca Ing. Jakuba Horáka spĺňa požiadavky štandardne kladené na dizertačné práce v danom obore: *Fyzikální chemie*. Doktorand preukázal schopnosť a pripravenosť k samostatnej činnosti v oblasti výskumu alebo vývoja alebo k samostatnej teoretickej činnosti. Svedčí o tom aj predložená dizertačná práca ako aj jeho doterajšia aktívna vedecká činnosť a publikované práce.

Na základe predloženej dizertačnej práce a po jej úspešnej obhajobe **navrhujem Ing. Jakubovi Horákovi udeliť akademický titul PhD.**

V Bratislave, 30. 11. 2022

Doc. RNDr. Anna Zahoranová, PhD.