

Oponentní posudek na Doktorskou disertační práci Ing. Ondřeje Grulicha ***Povrchové úpravy biomateriálů v plazmatu***

Předložená doktorská disertační práce se zabývá problematikou povrchových úprav biomateriálů pomocí nízkotlakého plazmatu generovaného ve vybraných směsích plynů. Součástí práce je i následná aplikace dalších chemických sloučenin vedoucí k podstatnému zlepšení biokompatibility upravovaných materiálů. Celá práce je napsána velmi přehledně a s malým množstvím gramatických a typografických chyb. Po stránce obsahové je rozčleněna do dvou základních částí: teoretické v rozsahu pěti kapitol, a experimentální v rozsahu dvou, o to však rozsáhlejších, kapitol, které jsou navíc podpořeny příloženými publikacemi, které na základě této práce vznikly. Z hlediska členění práce se mi jeví pouze jako poněkud nadbytečné detailní členění do podkapitol, jejichž rozsah v některých případech nedosahuje ani polovinu strany.

V teoretické části práce je podán základní popis biomateriálů použitých ve vlastní experimentální práci a jejich základních vlastností. Další část se zabývá základními poznatky z fyziky plazmatu, jeho kinetického a fluidního popisu, chemických reakcí iniciovaných plazmatem a nezbytnou diagnostikou. Speciální pozornost je věnována povrchu, jeho definici a vybraným metodám sloužícím k analýze povrchových vlastností. Poslední část pak pojednává o metodách povrchových úprav pomocí plazmatu. K této části práce mám následující připomínky a komentáře:

1. Na str. 20-21 v reakcích II – IV chybí na levé straně elektron, v reakci X chybí zase na pravé straně. Reakce IX není rekombinační, ale disociativně-rekombinační, což je něco poněkud odlišného. V reakci XIII, která má být iont-molekulární, postrádám tu neutrální molekulu.
2. Str. 24 – libovolná sondová měření lze dělat prostorově, nikoli tedy jen dvojnou, případně trojnou sondou. Zásadní rozdíl je v tom, že jednoduchou sondou nejde pořádně měřit kladně nabitě ionty.

Experimentální část práce, jak již bylo uvedeno, přináší přehled základních výsledků a jejich interpretaci, přičemž je mírně na škodu, že autor neodkazoval v textu na svoje příložené publikace, kde je v řadě případů zahrnut detailnější popis výsledků. K této části mám následující připomínky a komentáře:

1. Na str. 40 je uveden průměr reaktoru 10 mm, což zcela zjevně neodpovídá realitě a velikosti vzorků.
2. Aparatura byla čerpána zřejmě rotační olejovou vývěvou. Jaký byl mezní tlak aparatury a jaká byla čerpací rychlost vývěvy? A byla vývěva nějak oddělena od aparatury, aby se zamezilo zpětné difuzi par z vývěvy? Tyto parametry totiž determinují pozorování uvedená v další části.
3. Str. 44, tab. 2: Je výkon uvedený v tabulce výkonem dodávaným anebo absorbovaným plazmatem? Proč je v jednotlivých experimentech tak rozdílné impedanční přizpůsobení (vyjádřené odraženým výkonem).
4. Str. 45-46. Proč je na ose x v grafech tolik značek? Osa se tím stává nepřehledná. Určitě by také bylo vhodnější spektra oproti sobě vertikálně posunout, protože křivky jsou přes sebe a není v podstatě skoro nic poznat.

5. Str. 44 – argon není molekula a proto má čárové spektrum, nelze tedy hovořit o pásech argonu. Ty existují u argonového excimeru, ovšem nacházejí se ve VUV oblasti a tedy mimo měřený interval.
6. str. 47 – Obrázek 15 je pěknou ilustrací, ale není možné se odkazovat jen na jediný pás jediné částice v plazmatu. Celý systém je velmi komplexní a je vhodnější se podívat, co se děje i s jinými částicemi emitujícími záření. Jen tak lze korektněji interpretovat zjištěná data.
7. Str. 48 – Jaký byl použitý tlak, výkon a průtok plynu při experimentech? Na jakém zařízení se měřil kontaktní úhel?
8. Str. 49 – text pod obrázkem 16 je poněkud spekulativní. Byly uvedené skutečnosti potvrzeny např. měřením pomocí XPS?
9. Str. 50, obr. 17 – co která křivka znamená? Nepodařilo se mi to najít ani v přiložené publikaci, v níž je rovněž uvedena.
10. Str. 50 – Nejsm si jist uvedenými čistotami plynů, mám pocit, že tyto čistoty uvedený dodavatel nedodává.
11. Str. 50 – Za jaké teploty (a i dalších podmínek) byly vzorky vystaveny allylamínu? A vysekávaly se vzorky na počátku, po plazmatické úpravě anebo až před měřením?
12. str. 51 – zkusilo se vystavit plazmatem neopracovaný PES parám allylamínu?
13. Str. 54 – procentuální složení je sice pěkné, ale mnohem důležitější je, jak to vypadá s chemickými vazbami.
14. str. 55-57, obr. 19-22 – Jednotlivé vazby by bylo vhodnější uvést přímo do FTIR spekter a ne do textu. Takto je to celé dost nepřehledné.
15. str. 58 – Jakým způsobem byla řešena ochrana NaCl okénka před vzdušnou vlhkostí? Za běžných podmínek je totiž životnost jen velmi krátká a následně dochází ke ztrátě kvality povrchu a tím i transparentnosti.
16. Str. 60-61 – proč jsou grafy po formální stránce pokaždé jiné. Vyskytuje se to v celé práci, ale zde je to asi nejnápadnější.
17. Str. 61 – v textu se objevuje E a H mód výboje, ale nikde to vysvětleno není.
18. Str. 63, obr. 26 – je zde příliš mnoho křivek a je velmi obtížné je odlišit. Bohatě by stačilo vybrat jen jeden dusíkový pás. Velmi by pomohlo, kdyby se zde raději objevily závislosti vybraných pásů na výkonu, aby bylo možné sledovat, co se a jak s výkonem mění.
19. Str. 62 – Rozdíl mezi 200 a 300 W bude hlavně v interakci se vzorkem, komora bude hrát jen podružnou roli. Termodynamická teplota se pravděpodobně příliš nemění, protože profil spektrálních pásů zůstává při všech výkonech v podstatě stejný. Mnohem významnější bude asi změna elektronové teploty, kterou by šlo odhadnout z intenzit vodíkových čar, kdyby ovšem nebyly saturované.
20. Str. 67 – Tab. 7 – při vyšších výkonech zcela zjevně dochází k degradaci výbojové trubice. Stálo by za to vyzkoušet menší výkon a delší dobu opracování, případně provozovat plazma v pulzním režimu.
21. Str. 70-71 – identifikace spektra by byla opět vhodnější přímo v grafu. Možná by neškodilo vyzkoušet s ohledem na rozlišení Ramanovu spektroskopii. A také stojí za úvahu zkusit materiál vytvořit ve velmi tenké vrstvě na IČ transparentní podložce a vyzkoušet transmisní měření.

Protože se vlastní obhajoby nemohu zúčastnit, vybírám k detailnější diskusi otázky 2, 3, 7, 11, 12 a 20.

Celkově i přes výše uvedené námitky považuji předloženou doktorskou disertační práci Ing. Ondřeje Grulicha za kvalitní a plně splňující kritéria kladená na tyto práce. Dosud byla základem pěti časopiseckých publikací (z toho čtyř impaktovaných) a několika konferenčních příspěvků, Významný je i podíl autora na jednom patentu a jednom užitném vzoru. Proto ji doporučuji k obhajobě a po jejím úspěšném završení doporučuji přiznání odpovídajícího titulu.

V Brně dne 18. března 2015


doc. RNDr. František Krčma, Ph.D.

