

Oponentní posudek

habilitační práce Mgr. Jaroslava Kousala, Ph.D.

„Macromolecules and nanostructures in a low temperature plasma“

Předkládaná habilitační práce je komentářem ke dvanácti vybraným publikacím, na nichž se autor dominantně podílel, převážně jako první a/nebo korespondenční autor. Odborné zaměření článků je rozděleno na interakce mezi plazmatem a povrchem materiálu, procesy vedoucí k tvorbě nanočástic využitých pro nanokompozitní vrstvy a vrstvy plazmových polymerů připravené hybridní technologií, které určují hlavní tři kapitoly práce.

První část komentáře věnovaná interakcím mezi plazmatem a povrchem materiálu je úvodem do nízkoteplotního plazmatu, povrchových úprav materiálů za účelem odstranění kontaminace, modifikace smáčivosti a morfologie povrchu materiálu, které, jak autor zdůrazňuje, jsou využitelné pro biomedicínu (plasma sterilization, plasma medicine), a dále se věnuje magnetronovému naprašování z polymerních terčů, kde je poukázáno, že nevýhodou polymerním vrstev bohatých na dusík je jejich rychlé a intenzivní stárnutí, kdy se dusík z vrstvy postupně ztrácí. Druhá část zaměřená na nanostruktury pojednává o nanočásticových kompozitních vrstvách, uveden je příklad nanočástic oxidu křemíku v polyamidové matici, hlavní důraz je však v této části kladen na tvorbu nanočástic s využitím plynového agregačního zdroje na bázi magnetronu. Je zde vysvětlen základní princip vytváření klastrů atomů s využitím inertního plynu vedoucí k poměrně nízké depoziční rychlosti nanášení nanočástic. Možnou modifikací je použití reaktivních plynů nebo organických par. Autor poukazuje na výsledky modelových a experimentálních studií transportu nanočástic za účelem stanovení distribuce rychlostí nanočástic v závislosti na jejich velikosti. Důležitá je informace, že přidání malého množství reaktivního plynu (např. kyslíku) může vyvolat zvýšenou produkci nanočástic, což zřejmě souvisí i s vlivem zbytkových plynů v aparatuře. Jako příklad je uváděna tvorba Ti/TiO_x nanočástic naprašovaných v argonu s malým přídatkem kyslíku. Zajímavá je studie na synchrotronu DESY (Hamburg) s využitím SAXS (Small-Angle X-ray Scattering), v níž měl autor klíčovou úlohu, a která nově prokázala, že v přední části magnetronu je zachyceno velké množství nanočástic, což limituje jejich produkci na výstupu. Ve třetí části je popisována problematika vrstev plazmových polymerů. Autor popisuje, že při naprašování z polymerních terčů (PE) dochází k lokálnímu zvýšení teploty nevodivého materiálu terče a tím k současnému lokálnímu vypařování spolu s naprašováním. V podstatě však neexistuje žádná přímá kontrola nad místní povrchovou teplotou terče. Předmětem zájmu autora proto byla depozice tenkých vrstev polymerů se zachováním molekulární struktury konvenčních polymerů při využití dlouhých uhlovodíkových řetězců ze zdrojového konvenčního polymeru. Autor se zaměřil na Plasma-Assisted Vapour Thermal Deposition (PAVTD), která využívá tepelně fragmentované lineární molekuly termoplastu (např. PLA), které mohou být ještě modifikovány v plazmatu a poté nanášeny na substrát. Vlastnosti takovýchto polymerních vrstev jsou ovlivňovány především použitým výkonem dodávaným plazmatu. Touto hybridní technologií připravené polymerní vrstvy byly testovány pro řízené

uvolňování léčiv nacházejících se pod vrstvou. Autor plánuje další zdokonalení techniky PAVTD za účelem přípravy konvenčním polymerům podobných plazmových polymerů v kombinaci s plynovým agregačním zdrojem, které by umožnily depozici nových typů nanokompozitů.

Ke komentáři mám dva následující dotazy:

- (1) Ve vrstvách deponovaných pomocí PAVTD nedochází k obnově lineární struktury molekul přítomných ve zdrojovém konvenčním termoplastu a je spíše vytvářena třírozměrná polymerní síť, takže vlastnosti deponované vrstvy budou v principu odlišné od konvenčního termoplastu. Souhlasíte?
- (2) Jaká je dlouhodobá (měsíce, roky) stabilita těchto polymeru-podobných vrstev?

V habilitační práci je popisována velmi aktuální problematika mezinárodního významu s aplikačním potenciálem v biomedicíně. Komentář je napsán v anglickém jazyce v rozsahu 30 stran bez faktických chyb. Grafické zpracování a kvalita obrázků jsou přiměřené a vhodně doplňují odborný výklad. Velmi oceňuji, že komentář je srozumitelným průvodcem po technologicky a experimentálně náročné problematice se snahou objasňovat pozorované jevy a vybrané publikace jsou zasazeny do širšího kontextu studované problematiky. Tato kvalita prokazuje didaktické zkušenosti autora. Analýza textu systémem Turnitin potvrzuje, že jde o originální práci. Kvalita uveřejněných publikací je zaručena recenzí v renomovaných časopisech. Z prezentovaných výsledků je patrná hloubka a preciznost studia syntézy nanočástic v plynových agregačních zdrojích a jejich uplatnění v nanokompozitních vrstvách s funkčními vlastnostmi.

Závěrem mohu s potěšením konstatovat, že Mgr. Jaroslav Kousal, Ph.D. je zkušeným a kvalitním vědecko-pedagogickým pracovníkem, a bude jistě přínosem pro pracoviště a odborné vedení studentů bakalářských, magisterských i doktorských studijních programů. Jeho habilitační práce splňuje všechny požadavky a doporučuji ji jako podklad pro habilitační řízení.

V Brně dne 27. března 2023

prof. RNDr. Vladimír Čech, Ph.D.
Fakulta chemická VUT v Brně