

# OPONENTNÍ POSUDEK

Doktorské disertační práce

## **"Modification of polymeric substrates by means of non-equilibrium plasma"**

Anna Kuzminova

*Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze*

Disertační práce je zaměřena na povrchovou úpravu vybraných polymerních fólií (nylon 6,6; PET, PEN, PP, LDPE, PMMA, PEEK, PLA) pomocí studeného plazmatu na vzduchu při atmosférickém tlaku a dále s využitím plazmatu za sníženého tlaku pro nanášení povlaku. Povlak byl ve formě jednotlivých vrstev, multivrstev a částicových nanokompozitů. Sledovány byly chemické, fyzikální, a morfologické vlastnosti povrchových úprav a také jejich biokompatibilní či antibakteriální účinky. Studovaná problematika je velmi aktuální a je předmětem současného mezinárodního výzkumu s potenciálními možnostmi využití pro potravinářský průmysl nebo biomedicínské aplikace. Řešená problematika úzce navazuje na předchozí práce pracoviště a dále je rozvíjí.

Dizertační práce je rozdělena do čtyř hlavních kapitol, Úvodu, Experimentální části, Výsledků s diskuzí a Závěru. Úvodní část představuje stručnou historii plastů, dále shrnuje poznatky z povrchových úprav polymerů pomocí dielektrického bariérového výboje (DBD) a funkčního povlakování. Experimentální část stručně popisuje použité technologie a depoziční zařízení pro přípravu tenkých vrstev, nanočástic a částicových nanokompozitů. Dále jsou stručně popsány vybrané metody pro analýzu použitého plazmatu (optická emisní spektroskopie) a vrstev či vrstevnatých struktur (AFM, SEM, XPS, elipsometrie, ICP-MS, dynamická nanoindentace, měření propustnosti plynů (par vody), UV-VIS spektrofotometrie, metoda kontaktních úhlů, měření ztráty hmotnosti vzorku při plazmatickém leptání) a sledování biokompatibilních či antibakteriálních účinků. Výsledková část spolu s diskuzí je rozdělena na čtyři oddíly zaměřené na analýzu povrchových úprav polymerů pomocí DBD plazmatu ve vzduchu (chemické složení, povrchová morfologie, smáčivost, mechanické vlastnosti, úbytek materiálu) a jejich vlivu na růst vybraných buněk či eliminaci bakteriálních spor, dále na přípravu a analýzu vrstev (organokřemičité, organické), nanočástic (stříbro) a jejich kombinace, tj. částicových nanokompozitů (uvolňování iontů stříbra ve vodném prostředí), a poslední dva oddíly jsou zaměřeny na přípravu tenkých vrstev s řízenou smáčivostí a zkoumání bariérových vlastností vrstev s ohledem na propustnost molekul vody.

Dizertační práce má 133 stran, obsahuje celkem 74 obrázků, 9 tabulek a využívá 159 odkazů, což dokládá dobrou přípravu autorky. Práce je napsána v angličtině, je přehledná, srozumitelná, dobře graficky zpracovaná a bez vážnějších formálních chyb. Studentka pracovala cíleně, použila správné metody a postupy. Dobře patrný je velký objem připravených vzorků, počet provedených analýz a získaných výsledků, o čemž svědčí také publikace studentky v mezinárodních časopisech – celkem 17 (75 citací dle WOS), z toho 10 publikací je přímo navázáno na výsledky dizertační práce, a 44 prezentací na konferencích. Práce přináší řadu nových vědeckých poznatků. Především jde o řízené uvolňování iontů stříbra z vrstev částicových nanokompozitů vlivem modifikace nanočástic, optimalizovaného strukturování vrstev a typem matrice.

K práci mám následující připomínky a dotazy:

- Str. 19, Tab. 2.1: Proč nebyl testován také vysokohustotní polyethylen (HDPE), jehož produkce je rovněž vysoká, viz. Obr. 1.1. Byl nějaký důvod očekávat, že výsledky povrchových úprav LDPE a HDPE nebudou rozdílné?
- Str. 32, Rovnice 2.5: Lze stanovit tvrdost materiálu pomocí dynamické nanoindentace při použití zatížení do 500  $\mu\text{N}$ ?
- Str. 49, 11-12.ř.: „... carboxyl group (285.7 eV) ...“ Patrně má být „hydroxyl group“.
- Str. 54, Tab. 3.2: Jaké byly rozměry skenované oblasti použité pro stanovení RMS drsnosti?
- Str. 63, Obr. 3.19: Jaká byla tloušťka jednotlivých polymerních fólií? Na jakou podložku byly fólie pro nanoindentační měření přichyceny? Může mít tato podložka vliv na stanovení komplexního modulu pružnosti?
- Str. 65, Obr. 3.20: Jaký je vztah mezi úbytkem hmotnosti polymeru a jeho hustotou? Některé hodnoty poměru  $[\text{O}] / [\text{C}]$  v Obr. 3.20(b) neodpovídají hodnotám v Tab. 3.1.
- Str. 68-70, Kap. 3.1.3.2: Jaká je přilnavost spor k polymerní fólii? Mohou být spory odstraněny při plazmatické úpravě díky proudění ohřátých plynů?
- Str. 75, Obr. 3.27: Proč má sklo modul pružnosti jen 20 GPa? Rovněž  $\text{SiO}_x$ -vrstva má nízký modul pružnosti. Jaký je obsah vodíku ve vrstvě?
- Str. 105, ad 5.: Mohou být materiály obsahující stříbro, které se z materiálu uvolňuje, použity pro implantáty? Uveďte příklad.

Práci jsem si se zájmem přečetl a musím konstatovat, že studentka provedla kvalitní experimentální a také analytickou práci s novými a zajímavými výsledky na mezinárodní úrovni. Závěrem shrnuji, že disertační práce prokazuje předpoklady autorky k samostatné tvůrčí práci, dále splňuje kritéria kladená na disertační práci a doporučuji ji tedy k obhajobě. Za předpokladu správného zodpovězení dotazů a úspěšného průběhu oponentního řízení, doporučuji udělit Anně Kuzminové titul Ph.D.

V Brně dne 17. května 2018

prof. RNDr. Vladimír Čech, Ph.D.  
Ústav chemie materiálů, FCH  
Vysoké učení technické v Brně