

Prof. Ing. Ján Labuda, DrSc., Ústav analytickej chémie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave

## Oponentský posudok na dizertačnú prácu

**Mgr. Michal Zelenský**

### **Nové typy úprav povrchů borem dopovaných diamantových elektrod pro elektroanalýzu**

Predložená dizertačná práca sa zaoberá analyticko-chemickým štúdiom a komplexnou charakterizáciou polykryštalických neleštených a chemicky-mechanicky leštených BDD elektrod. Práca tak reaguje na aktuálne trendy výskumu a vývoja v tejto oblasti už značne široko využívaných elektrochemických elektrodových materiálov. Z uvedeného pohľadu je práca vysoko aktuálna.

Ciele práce sú jasne a dostatočne podrobne formulované na s. 10. Samotná dizertačná práca následne podrobne dokumentuje sledovanie a splnenie týchto cieľov a to hlavne štúdiom morfológických, spektrálnych a elektrochemických vlastností BDD elektrod za využitia širokej škály spektrometrických, difrakčných a elektrochemických experimentálne náročných techník a následne porovnaním leštených aj neleštených povrchov. Dizertačná práca predstavuje pozoruhodne značný rozsah experimentálnych prístupov a výsledkov, ktoré sú náležite predstavené a diskutované.

Získané výsledky boli publikované v 2 recenzovaných zahraničných časopisoch čo vyjadruje ich kvalitu a uľahčuje prácu oponenta. Výsledky dizertačnej práce predstavujú významný prínos pre ďalší rozvoj vedy a prax v danej oblasti systematickej tvorby senzorov, pričom osobitne cenné sú poznatky o výhodách CM leštených BDD elektrod a tiež úvaha, že distribúcia nediamantovej fáze uhlíka typu  $sp^2$  na povrchu elektrod ponúka možnosti smerom k hybridným  $sp^2/sp^3$  elektrodám. Z užšieho analytického hľadiska je prínosom aj dokumentovaná square-wave voltampérometrická metóda detekcie dopamínu na as-grown a CM leštených elektrodách s porovnaním príslušných analytických parametrov.

### **Otázky**

1. BDD elektródy sa v praxi rozšírili najmä pre ich výhody ako sú inertnosť a značný dostupný potenciálový rozsah. Sú známe nejaké všeobecné hranice „vhodného“ obsahu uhlíka typu  $sp^2$  z hľadiska rizika straty takýchto výhod, napríklad v dôsledku pasivácie povrchu elektródy či dokonca reaktivity voči zloženiu analyzovaného roztoku?
2. Pre výber vhodnej voltampérometrickej sondy (indikátora) je potrebná znalosť jej interakcie s elektródou. Môžete uviesť dôvody pre správanie sa redoxných sond vnútornej a vonkajšej sféry“ (s. 32)?“
3. Môžete porovnať možnosti ovládania pomeru  $sp^2/sp^3$  stavov cestou primárnej prípravy BDD elektródy a cestou fluencie laseru (s. 39)?
4. V záveroch práce sa okrem iného konštatujú aj možnosti konštrukcie biosenzorov s využitím  $sp^2/sp^3$  stavov. Ide zrejme o enzymatickú detekciu v prípade enzýmových

biosenzorov a imunosenzorov, detekciu voľných nukleobáz pri hlbokom poškodení imobilizovanej nukleovej kyseliny a pod. Dajú sa tieto úvahy rozšíriť aj na nebiochemické diskriminátory všeobecne chemicky modifikovaných elektród?

### **Pripomienky**

1. Chybným možno označiť Medzinárodným metrologických slovníkom kritizované použitie termínu meranie v spojení s konkrétnou látkou či objektom (napr. s. 18: „měřenému analytu“, s. 36 „měření (tab. 5) dopaminu“, s. 49 „měření AFM a SEM povrchu BDD elektrod“) keďže merať možno len veličinu a tou chemický analyt ani chemický povrch nie sú, len príslušná koncentrácia či analytický signál.
2. Pojem „as-grown“ by si zaslúžil na univerzitetnej pôde český ekvivalent.
3. Za veľmi hodnotné považujem štúdium konverzie typov uhlíka pomocou laseru v častiach 3.2.1. a 3.2.2. Pomerne zložité konštrukcie viet (napr. na s. 41, 42) však sťažujú sledovanie textu.
4. Do práce sa vlúdili aj formálne chyby (s. 21, „Naproti tomu u sond vnitřní sféry ( $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ ) dochází k jejich přímé interakci s povrchem elektrody dalším markerem, který je citlivý...“ slovo další možno začína novú vetu, s. 37, „Nejširší LDR bylo získáno“, zrejme byl získan, s. 45 „vniklého  $\text{sp}^2$  uhlíku“), rozdielne uvádzanie % (s. 39, bez aj s medzerou za číselnou hodnotou), či akýsi laboratórny jazyk (s. 43, „s různým procentem převedeného povrchu z  $\text{sp}^3$  na  $\text{sp}^2$  uhlík“ - asi podielom nie percentom).

### **Záver**

Vyššie uvedené otázky a pripomienky smerujú k diskusii výsledkov a nijako neznižujú kvalitu dizertačnej práce. Konštatujem, že dizertačná práca Mgr. Michala Zelenského jednoznačne dokumentuje splnenie podmienok ustanovených pre daný typ práce. Predloženú prácu preto plne odporúčam ako podklad k obhajobe.

V Bratislave 5. septembra 2024

prof. Ing. Ján Labuda, DrSc., prof. em.