

## Oponentský posudek na disertační práci Ing. Venduly MEINHARDOVÉ

### *"Fotokatalytické štěpení vody v přítomnosti alkoholu"*

Předložená disertační práce je zaměřena na výzkum produkce vodíku fotokatalytickým štěpením vodných roztoků alkoholů. V rámci práce byl navržen a odzkoušen vsádkový fotokatalytický reaktor a provedena detailní optimalizace reakčních podmínek (typ inertu, výběr reakčního činidla a jeho koncentrace, množství fotokatalyzátoru, rychlost míchání, výběr zdroje UV záření, fotostabilita a reprodukovatelnost). Dále byly za zvolených podmínek realizovány experimenty fotokatalytického rozkladu vodného roztoku metanolu na dvou sériích fotokatalyzátorů (NiO-TiO<sub>2</sub> a GaP-TiO<sub>2</sub>), které byly podrobně charakterizovány řadou metod (XRD, Raman, SEM/EDX, XPS, TPR-H<sub>2</sub>, fyzikální sorpce dusíku, povrchové fotovoltaické napětí, spektroelektrochemická analýza, DR UV-ViS) a identifikovány klíčové parametry ovlivňující fotokatalytické účinky těchto materiálů. Téma je aktuální vzhledem k hledání nových alternativních zdrojů energie, nezávislých na fosilních palivech.

Disertační práce je zpracována v českém jazyce na 118 stranách. Obsahuje řadu původních výsledků, které již byly částečně publikovány v 2 článcích v impaktovaných časopisech, třetí článek byl v době přípravy disertační práce před odesláním. Disertantka je prvním autorem dvou z těchto článků. Mimo to je spoluautorem dalších dvou článků zaměřených na jiná témata.

Práce je členěna standardně na úvod, literární (rešeršní) část, experimentální část, výsledky a jejich diskuzi a závěry. Po úvodu do problematiky následuje velmi pěkný literární přehled, přesně zaměřený s ohledem na obsah práce. Tato část je zpracována pečlivě a obsahuje všechny nutné informace, které byly potřebné pro řešení práce. Cíle práce jsou jasně definovány v samostatné kapitole. Experimentální část obsahuje ucelený popis použitých experimentálních metod. Také kapitoly popisující experimentální výsledky a jejich diskuzi jsou sepsány čtivě, pěkným slohem, se zřejmým porozuměním problematice a řadou odkazů na literární zdroje. Oceňuji první část práce zaměřenou na optimalizaci reakčních podmínek fotokatalytického experimentu a líbila se mi také diskuze v druhé části práce ke klíčovým parametrům fotokatalyzátorů, které ovlivňují jejich fotokatalytické vlastnosti. Získané klíčové poznatky jsou přehledně shrnuty v samostatné kapitole Závěr.

Disertační práci bych celkově charakterizovala jako moc pěknou, dobře se čte, je přehledná, promyšlená a bez „hluchých míst“, sepsaná kvalitní češtinou, v textu nejsou až na pár výjimek žádné překlepy, po formální stránce je práce také pěkná.

K práci mám následující dotazy a připomínky, které ale nesnižují celkově dobrý dojem, který ve mně práce zanechala:

- V obrázku 12 Schéma druhé výsledkové části disertační práce v kapitole Cíle disertační práce je uvedena oxidace kyseliny tereftalové, o které se ale v textu k obrázku nemluví a není tedy jasná souvislost s tématem fotokatalytického štěpení vody.
- Na str. 44 je popsán tlakový test reaktoru při 150 kPa. Uvádí se zde, že sestavený fotoreaktor nemá netěsnosti vedoucí k úniku plynu anebo k nasání okolního vzduchu do reaktoru. Vzhledem k tomu, že v reaktoru je přetlak, nasání okolního vzduchu do reaktoru není pravděpodobné. Dále by mne zajímalo, proč byl při fotokatalytických experimentech zvolen právě tlak 150 kPa.
- Na obrázku 13 je zobrazen sestavený fotokatalytický reaktor. Vstupní kapiláru pro proplach argonem a kapiláru s uzavíratelným ventilem pro výstup argonu z reaktoru by bylo vhodnější umístit naproti sobě, nikoliv nad sebou, z důvodu zajištění rychlého úplného proplachu reaktoru. Při současném umístění bych se obávala vzniku zkratu a mrtvých prostor. Jak dlouho se reaktor proplachoval argonem a jak se ověřilo, že proplach byl dostatečný?
- Vzhledem k tomu, že sestavení experimentálního reaktoru bylo jedním z cílů práce, domnívám se, že by v práci měl být reaktor podrobněji popsán (rozměry, objem plynné fáze, typ míchadla). V popisu fotokatalytických experimentů jsem také nenašla použitou velikostní frakci částic fotokatalyzátorů.
- Na str. 60 jsou uvedeny výsledky ověření vlivu rychlosti míchání kapalné reakční směsi na výtěžek vodíku. Při zvýšení otáček míchadla ze 150 ot/min na 350 ot/min došlo ke zvýšení výtěžku, v komentáři k dosaženým výsledkům je uvedeno, že tato skutečnost může ukazovat na mírný vliv vnitřní difúze, přitom však může jít i o souběžný vliv osvitů fotokatalyzátoru při změně rychlosti otáček. Můžete blíže vysvětlit?
- Oceňuji experimenty reprodukovatelnosti produkce vodíku. Výsledky reprodukovatelnosti ukazují na přesnou experimentální práci doktorandky a bylo by vhodné z nich vyhodnotit chybu fotokatalytického experimentu, jejíž znalost je pak důležitá při vzájemném porovnávání fotokatalyzátorů.
- Líbila se mi kapitola 3.2.3 zabývající se korelací vlastností NiO-TiO<sub>2</sub> a Ni-NiO-TiO<sub>2</sub> a fotokatalytické účinnosti těchto materiálů. Byla zde vyslovena domněnka, že částečnou redukcí NiO částic mohly být připraveny heterostrukturální fotokatalyzátory typu přímého Z-schéma s pevným mediátorem elektronů. Je plánováno proměření elektronových a elektrochemických vlastností těchto fotokatalyzátorů, které by tuto hypotézu potvrdily?
- Vznikající vodík byl analyzován plynovým chromatografem, je doktorandka autorkou chromatografické metody? Celkově by mne zajímalo, které činnosti dělala doktorandka sama a které ve spolupráci.

Formální připomínky:

- Seznam použitých zkratk obsahuje kromě zkratk také některé symboly, např.  $\Delta G^0$ ,  $\Delta H^0_{\text{spal}}$ ,  $S_{\text{BET}}$  a další, které by měly být uvedeny v Seznamu použitých symbolů. U všech symbolů by měla být uvedena jednotka.
- Kapitola Cíle disertační práce není očíslována a chybí proto v obsahu.

- Použitá literatura není citována podle normy.

### **Závěr**

Předložená disertační práce Ing. Venduly Meinhardové plně odpovídá nárokům kladeným na disertační práci. Na základě výsledku svého hodnocení **doporučuji** předloženou práci přijmout k obhajobě.



prof. Ing. Lucie Obalová, Ph.D.  
Institut environmentálních technologií, CEET, VŠB-TUO

Ostrava, 21. 6. 2024