



Posudek oponenta dizertační práce

Jméno doktoranda: Ing. Miroslava Edelmannová

Název práce: Faktory ovlivňující fotokatalytické vlastnosti materiálů na bázi TiO₂ v environmentálně významných reakcích

Ing. Miroslava Edelmannová předložila doktorskou dizertační práci zpracovanou formou odborného komentáře v rozsahu cca 50 stran k 10 původním článkům v impaktovaných žurnálech. Ing. Edelmannová je spoluautorkou všech těchto publikací a její vlastní příspěvek ke každé z nich je jasně vysvětlen. První autorkou je ve dvou případech. Předložená dizertační práce je logicky členěna na část motivační, teoretickou, ve které je čtenář zasvěcen do základních principů fotokatalýzy, a dále na část komentující dosažené výsledky. V závěru práce jsou shrnuty nejdůležitější dosažené výsledky.

Cílem vědecké práce Ing. Edelmannové je příprava několika tříd modifikovaných fotokatalyzátorů na bázi oxidu titaničitého. V práci je zřetelně uvedeno, s jakým cílem byly jednotlivé fotokatalyzátory připravovány. Například bylo předpokládáno zpomalení nežádoucí rekombinační reakce mezi vytvářenými elektrony a dírami, zúžení zakázaného pásu či schopnost vytváření párů elektron-díra světlem o větší vlnové délce.

Motivací práce jsou zejména environmentální aspekty související s rostoucí koncentrací oxidu uhličitého v atmosféře a hledání alternativních energetických zdrojů.

V teoretické části práce je pojednáno o principech fotokatalýzy, zejména o fyzikálně-chemických procesech, které jsou spojeny s absorpcí fotonů katalyzátorem, tvorbou reaktivních děr a elektronů a následnými chemickými procesy. Pro svou práci aspirantka zvolila dvě důležité fotokatalytické reakce, a to: (i) redukcí oxidu uhličitého na metan, vodík a oxid uhelnatý a (ii) redukcí methanolu za účelem produkce vodíku.

Ing. Edelmannová navržené a materiálově charakterizované katalyzátory rozsáhle testovala v několika fotoreaktorech. Katalyzátory byly v reaktorech umístěny ve formách suspenze, sypané vrstvy nebo vrstvy nanesené na nosič. Všechny fotoreaktory byly vybaveny zdrojem záření o definovaném výkonu a definované vlnové délce. Reaktory umožňovaly odběr vzorků plynné fáze a studovat tak dynamiku probíhajících fotokatalyzovaných reakcí.

Aspirantka se dále snažila o identifikaci korelací mezi materiálovými vlastnostmi připravených katalyzátorů, jako je porozita, krystalinita, obsah jednotlivých forem oxidu titaničitého nebo obsah atomů kyslíku na výtěžek vodíku a dalších produktů probíhajících reakcí. Vzhledem k rozmanitosti studovaných materiálů pro použití ve dvou významných reakcích a v různých typech experimentálních reaktorů nebylo snadné souvislosti mezi strukturou materiálu a jeho katalytickými vlastnostmi nalézt. Přesto se ing. Edelmannová tohoto nelehkého úkolu zhostila velmi dobře a podařilo se jí identifikovat příčiny rozdílných katalytických vlastností zkoumaných materiálů.

Za jeden z význačných výsledků považují přípravu oxidu titaničitého modifikovaného směsí kovů – lanthanu a nekovu – fluoru, což vedlo k dramatickému zvýšení produkce vodíku z methanolu. Je patrné, že zvýšení katalytické účinnosti souvisí se snížením obsahu kyslíku ve fotokatalyzátoru.



K práci mám několik dotazů a připomínek, na které by se měla autorka práce pokusit odpovědět:

- 1) Je termín „solární palivo“ běžně používaným termínem v oblasti fotokatalýzy?
- 2) Opravdu nelze energii vyrobenou ve větrných turbínách skladovat?
- 3) Strana 4. Je transport reaktantů k povrchu fotokatalyzátorů zprostředkován opravdu pouze difúzí? Zdá se to být překvapivé i s ohledem na reaktory použité samotnou aspirantkou. Co znamená termín fotoadsorpce reaktantů? Nejedná se o prostou sorpci reaktantu na aktivní místo katalyzátoru?
- 4) Strana 9. Aspirantka píše, že v několika recenzích (spíše asi mělo být napsáno „v přehledových článcích“) bylo pojednáno o možných strategiích k odstranění limitů oxidu titaničitého jako fotokatalyzátoru. Mohla by stručně uvést tento přehled strategií?
- 5) Na straně 10 se píše, že při redukci oxidu uhličitého vzniká také ethanol. Jaký je potenciál fotokatalytického přístupu při výrobě ethanolu?
- 6) Používá se v praxi nějaký průmyslový fotoreaktor pro snižování emisí oxidu uhličitého?
- 7) Rovnice 17 a 18 nejsou dle mého názoru napsány korektně.
- 8) Má smysl vyrábět z methanolu vodík, když jako vedlejší produkt vzniká oxid uhličitý?
- 9) Jaká je reprodukovatelnost výsledků znázorněných například na obrázcích 8 a 9?
- 10) Byly z fotoreaktorů také odebírány vzorky kapalné fáze a zkoumáno jejich složení?

Závěrem konstatuji, že zmíněné dotazy celkově nesnižují význam a vysokou kvalitu předložené práce. Dosažené výsledky mohou podle mého názoru významně přispět k dalšímu pokroku v oblasti fotokatalýzy.

Prohlašuji, že jsem předloženou doktorskou práci Ing. Miroslavy Edelmannové důkladně prostudoval a doporučuji ji k obhajobě.

V Praze dne 18.11.2019

prof. Ing. Michal Příbyl, Ph.D.