

Doc. RNDr. Pavel Janderka, CSc.  
Pragolab s.r.o.  
Jamborova 32, 615 00 Brno

## **Hodnocení doktorské disertační práce Mgr. Gabriely Kuchtové,**

### **ÚPRAVA PROCESNÍCH VOD Z PAPIRENSKÉHO, TEXTILNÍHO A VISKÓZOVÉHO PRŮMYSLU**

Byla mi dodána k posouzení doktorská disertační práce „ÚPRAVA PROCESNÍCH VOD Z PAPIRENSKÉHO, TEXTILNÍHO A VISKÓZOVÉHO PRŮMYSLU“. Předkládaná práce o celkovém rozsahu 127 číslovaných stran, včetně příloh a seznamu literatury reprezentuje východiska, shrnutí literárních zdrojů, popisy experimentů a jejich interpretaci a diskusi, které dizertantka realizovala v rámci svého doktorského studia na uvedeném tématu. Téma práce je mimořádně aktuální jak z hlediska obecných zdravotních a environmentálních rizik spojených s charakteristikami typických polutantů v studovaných průmyslových odpadních vodách, tak i z obecného pohledu narůstající deficiencie využitelné vody v přírodě, zejména povrchových, včetně vod pitných či potencionálně pitných. Elektrochemické čištění či alespoň úprava znečištěných vod, má nesporně potenciál sehrát v této oblasti významnější roli, zejména z důvodu virtuálně snadné kontroly a regulovatelnosti klíčového kroku procesu dekontaminace – přenosu náboje. V obecnosti byla již metodě elektrochemického odbourání různých typů polutantů věnována řada vědeckých prací, a to jak ve vodném tak i v nevodném prostředí. V předložené práci se uchazečka specificky věnovala odpadním vodám ze tří příbuzných, specifických průmyslových procesů a zaměřila se na sledování procesu a vlivu různých experimentálních faktorů na anodické úpravy vod v galvanostatickém režimu, slibující teoreticky totální rozklad polutantů až na koncové rozkladné produkty.

Práce je v zásadě rozdělena na tři standardní části: shrnutí dosavadního stavu problematiky – literární část, experimentální část a nejobjemnější část shrnující výsledky a jejich diskusi. Nechybí závěr, seznam literatury se 157 položkami a seznam zkratk. Mimo texty, v nichž jsou standardně plynule zalomeny obrázky, diagramy, grafy závislostí, jsou do zvláštních příloh na počátku externě shrnuty seznamy ilustrací, tabulek a seznam zkratk a značek a na konci práce, až za seznamem literatury, formou další přílohy, jsou přiloženy některé tabulky a obrázky, což vzhledem k možnostem moderních elektronických nástrojů na vytváření textů považuji za zbytečné a diskomfortní pro potenciálního čtenáře. Spíše bych doporučil v závěru práce uvést Seznam relevantních publikací autorky k tématu a výsledkům prezentovaným v doktorské práci. Uchazečce se nepodařilo zcela odstranit všechna vybočení z akceptovaných estetických a typografických norem. Některé převzaté obrázky jsou obtížně čitelné (např. Obr. 10, str. 42), volba typů grafů není vždy šťastná a vede k nepřehlednost (např. Obr. 34, str. 76, Obr. 36, str. 78), větší pozornosti by zasloužily i některé liniové grafy, např. Obr. 35, str. 77, kde zcela chybí experimentální body.

V úvodu práce, je shrnuta motivace a zdůvodnění tématu práce v širších průmyslových i environmentálních souvislostech. Některé obecné formulace se několikrát zbytečně opakují např. v Úvodu a opakovaně v úvodech dílčích kapitol. Teoretická část – přehled literatury je z hlediska počtu citací úctyhodný, je patrné, že literární rešerši autorka věnovala velkou pozornost a jistě její rozsah ocení případní pokračovatelé pracující na tématu elektrochemického odbourání polutantů. V této souvislosti je jen s podivem, že se nepodařilo nalézt žádnou patentovou literaturu k předmětu elektrochemického nebo rovnou anodického odbourávání. Na str. 18, v kap. 1.2 mě překvapilo tvrzení,

že se „v Evropě vyprodukuje 108 milionů tun textilní odpadní vody a z ní je třeba odstranit – tudíž obsahují – 36 milionů tun chemikálií“. Poměr těchto čísel je překvapující, nejde o řádový překlep? V kapitole 2.4 charakterizuje autorka „vybraná“ barviva. Jak a podle čeho byla zmiňovaná barviva vybrána? V charakteristikách barviv bych kromě uvedení vlnových délek UV-VIS maxim ocenil i jejich molární absorpční koeficienty, zejména když např. autorka charakterizuje na str. 26 nahoře Rybacidovou zeleň G dvěma alternativními absorpčními maximy bez dalšího vysvětlení. Nejrozsáhlejší část literárního přehledu je přirozeně věnovaná elektrochemickým pokročilým oxidačním procesům a způsobům hodnocení organického znečištění vody. Přehled výsledků je přiměřeně rozsáhlý, tvoří přes polovinu textu, což svědčí o pracovitosti autorky a množství provedených experimentů. Referování spolupráce se specialisty oceňuji kladně. Jádro experimentální práce, tj. elektrochemická oxidace je rozdělena na dvě logické části, autorka nejprve hledala postupy a charakterizuje výsledky na „modelových odpadních vodách“ a v dalším kroku se věnovala reálným odpadním vodám. Pro hodnocení potenciálního průmyslového úspěchu dekontaminačních procesů, je definování způsobu sledování průběhu a výsledku dekontaminačního procesu a kvantifikace energetické efektivity elektrochemické dekontaminace - zcela klíčové. Nicméně zásadní shrnutí přehledu metod zhodnocení efektivity elektrochemického procesu (kapitola 3.4, str. 44) ponechává řadu otevřených, nezodpovězených otázek což v případě znečištění tak pestře znečištěných a komplikovaných vzorků, jako jsou zmíněné odpadní vody není překvapující.

Předložená práce reprezentuje rozsáhlý soubor experimentálních dat a jejich interpretaci v závislosti na řadě experimentálních a materiálových proměnných, s použitím řady elektrochemických i neelektrochemických technik a lze tak i kladně hodnotit edukativní aspekt práce, která jistě poskytla uchazečce cenné zkušenosti a erudici pro její další kariéru. Jakkoliv řada experimentů, zejména popis stanovení parametrů experimentů a jejich efekty, působí místy jen empiricky, je pozorovatelná schopnost autorky experimenty plánovat a propojovat diskusí a závěry.

Jako modelové polutanty v části věnované modelovým odpadním vodám, byl zvolen set průmyslových barviv. Jejich volbu neshledávám jasně vysvětlenou. Tato část tvoří těžiště výsledkových kapitol. Prezentace výsledků slovně působí poněkud chaoticky, strategie tvorby grafů i tabulek není často šťastná. Typicky to lze demonstrovat na grafech na Obr. 36 A (není jasné která část grafu náleží ke které funkci a graf B, kde postrádám experimentální body. Průběžným nedostatkem je vyjádření stanoviska k validitě zjištěných a zejména vypočtených dat, čili údaje o přesnostech a chybách měření a stanovení.

Je zřejmé, že zásadním bodem práce je nalezení a vyhledání a nastavení metody sledování průběhu odbourání modelových polutantů. Pro to si vcelku logicky uchazečka zvolila UV-VIS spektroskopii a pro další hodnocení odbourání používala i další instrumentální metody, TOC, AOX, CHSK, TSK, někdy TN (proč?). Další „pevný bod“ práce se zdá být experimentální uspořádání elektrolyzéry – viz Obr. 21, str. 61. kde je prezentován jako jednodimenzionální elektrolyzér s možností míchání a kontinuálního odběru elektrolytu s neodděleným anodickým a katodickým prostorem. Rozumím tomu, že toto uspořádání je pravděpodobně základní uspořádání pravděpodobně při přenosu metody do praxe. Mohlo by oddělení katodického a anodického prostoru umožnit jednoznačnější sledování procesů v anodickém prostoru a zamezení efektu křížení oxidačních i redukčních procesů? Dokázalo míchání tento efekt potlačit? Při diskusí sledování kinetiky elektroodbourání je někdy použito absorbance a někdy stupně dekolorizace, který je ovšem též vyčíslen z fotometrických dat, proč ne jednoduše? Sledování diskuse dat provedených experimentů



nečiní jednoduchým střídavé používání „elektrického proudu“ a „proudové hustoty“. Protože pro souhrnné hodnocení potenciálu metody je důležitý i ekonomický faktor, resp. proudová efektivita, pokoušela se uchazečka o vyčíslování nábojové efektivity. Nicméně vzhledem k použitému galvanostatickému režimu - jaký podíl z konkrétního celkového elektrického náboje se „typicky“ spotřeboval na anodické odbourání? Byl v této souvislosti proveden slepý experiment, poskytující informaci o nábojové spotřebě bez přítomnosti modelového polutantu?

Nesporně cennou částí projektu je část věnovaná vlivu anodového materiálu (str. 85 – 100), zejména efektu struktury povrchu BDD elektrody, jakkoliv v této části v některých postupech autorka vybočuje z metodologie v předchozích kapitolách. Např. proč. je pro sledování procesu mineralizace v této části použito sledování absorbance při vlnové délce 267 nm (str. 85 dole) a nikoliv při maximu ve viditelné oblasti jako v předchozích kapitolách? Rovněž se věnovala i problému konstrukce elektrodového systému ve vztahu k energetické náročnosti. Z obrázku 45 na str. 88, který v zásadě demonstruje platnost Ohmova zákona, vyplývá inspirace pro další optimalizaci konstrukce zařízení. Na str. 90 uchazečka uvádí v podmínkách měření metodou SWASV ferrocenu, a to že akumulace probíhala při potenciálu -1,5 V, ale na str. 91 uvádí pro všechny elektrody experimentální potenciálové okno od -1,0 V do 2 V, nejsou tato tvrzení konfliktní? Je sympatickým rysem, že se uchazečka pokusila i o analýzu degradačních produktů (Tab. 13 a 14) zvoleného barviva (AB80) pomocí LC-MS a o doplnění schématu dle Shena, str.97. V Tabulkách bych uvítal specifikace pravděpodobnosti predikce struktur produktů – předpokládám, že predikce jsou produkty návrhu SW MS. Škoda, že ve schématu degradace AB80 na str. 97 autorka nevyznačila svůj přínos, bylo by to cenné. Závěrem autorka uvádí některé výsledky degradace reálné odpadní vody z výroby viskózy. V diskusi bych uvítal stanovisko ke grafům na Obr. 55 C a D a 56 C a D, které jsou pro mě překvapivě - rostoucí s časem.”

Souhrnně konstatuji, že podle mého názoru disertantka naplnila cíle práce, prokázala schopnost samostatné vědecké práce, schopnost získávání, třídění a zpracování vědeckých informací a schopnost prezentace svých výsledků. Věřím, že bude doktorandka schopna podrobnějšího vysvětlení k označeným dotazům. Cíleně se vyhýbám citacím překlepů, slovních neobratností či neobvyklých typografických úkazů, protože je bude muset pro další publikace schopné formy autorka precizovat. Z příložených tezí lze dedukovat, že její výsledky byly prezentovány vědecké a odborné veřejnosti, všemi běžnými formami prezentace vědeckých výsledků, včetně jedné impaktované publikace, kde je uvedena jako první autorka. V této souvislosti konstatuji, že by oponent uvítal kopii této publikaci v plném textu dodanou jako přílohu či součást Disertační práce.

S ohledem na tyto skutečnosti **doporučuji předloženou disertační práci Mgr. Gabriely Kuchtové k obhajobě** jako doktorskou práci k získání vědecké hodnosti Ph.D.

Brno, 18.8.2022

  
Doc. RNDr. Pavel Janderka, CSc.

