Politechnika Wrocławska

Zespół Technologii Powierzchni,
Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych,
Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

04.09.2023 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Marty Wali-Kapicy

„Opracowanie nowych tworzyw elektrokatalitycznych z wykorzystaniem nanotechnologii do utleniania wybranych związków organicznych"

Otrzymana do recenzji w dniu 10 lipca 2023 r. rozprawa doktorska została wykonana przez Panią mgr inż. Martę Wala-Kapica w Katedrze Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Wojciech Simka.

Doktorantka postawiła sobie za cel pracy wytworzenie metodą elektroosadzania kompozytu złożonego ze stopu Cu-Ni modyfikowanego tlenkiem grafenu i zbadanie jego aktywności elektrokatalitycznej w reakcji wydzielania tlenu z roztworów alkalicznych oraz reakcji utleniania metanolu, etanolu i mocznika. Rozprawa bez wątpienia zawiera elementy badań podstawowych, i to traktuję jako podstawę w ocenie pracy, ale zastosowana metodyka badawcza wyraźnie wskazuje, że Doktorantka świadomie podchodzi do problemu badawczego, myśli poważnie o zastosowaniach praktycznych zmodyfikowanego przez siebie materiału i jest świadoma właściwości, które musi ten materiał spełniać. Doktorantka sprawdziła czy tak zaprojektowany kompozytowy materiał spełnia wybrane wymagania stawiane materiałom, których używa się do produkcji (modyfikacji) elektrod do rozkładu prostych związków organicznych w środowisku alkalicznym. Rozprawa Pani mgr inż. Marty Wali-Kapicy stanowi obszerną pracą eksperymentalną, osadzoną w obszarze inżynierii materiałowej, inżynierii chemicznej i elektrochemii technicznej.

Rozprawa posiada typowy układ i poprawną strukturę logiczną tekstu. Wstęp teoretyczny jest zwięzły i zawiera się w 38 stronach. Doktorantka wprowadza

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

czytelnika w tematykę badawczą i wyraźnie uzasadnia celowość swoich badań. Następnie zostaje sformułowana teza badawcza i cel pracy. W kolejnych rozdziałach Doktorantka opisuje metodykę badawczą, podaje wyniki badań oraz ich obszerny i szczegółowy opis wraz z interpretacją. Na kolejnych stronach Doktorantka dyskutuje otrzymane wyniki, znajduje istotne powiązania między nimi i za każdym razem odnosi się do danych literaturowych. Część doświadczalną kończy podsumowaniem zawierającym wnioski i najważniejsze swoje osiągnięcia.

W części teoretycznej Doktorantka stara się zaznajomić czytelnika z problemem produkcji i magazynowania energii elektrycznej. Opisuje ideę ogniw paliwowych jako urządzeń, które przetwarzają energię chemiczną w elektryczną oraz buduje tło historyczne. W dalszej części wymienia i opisuje szczegółowo rodzaje ogniw paliwowych: SOFC, MCFC, PAFC, MFC, AFC i PEMFC. Podaje zasadę działania i główne reakcje chemiczne zachodzące na elektrodach poszczególnych rodzajów ogniw. Od strony 26 Doktorantka skupia się na już stosowanych oraz paliwach alternatywnych, które w takich ogniwach można zastosować. Zaczyna od wodoru jako nośnika energii, następnie opisuje mocznik, metanol i etanol. Co ważne, Doktorantka obok korzyści płynących z zastosowania danego paliwa wskazuje również na skutki negatywne, które towarzyszą ich utlenianiu; dość obszernie dyskutuje reakcje uboczne i problemy techniczne towarzyszące eksploatacji ogniw z użyciem danych paliw, np. tzw. efekt zatrucia elektrod, efekt spadku wydajności i problemy natury korozyjnej. Już w tym momencie daje się odczuć, że Doktorantka podchodzi do problemu badawczego z wiedzą i szerszym spojrzeniem. Doktorantka, opisując mocznik jako paliwo alternatywne do ogniw paliwowych, poświęca bardzo dużo uwagi chemii powierzchni metalicznego niklu w trakcie potencjalnych reakcji elektrodowych. Opisuje mechanizm utleniania anodowego niklu, tworzenie wodorotlenku niklu(II), a następnie hydroksytlenku niklu(III), który jest tym właściwym katalizatorem utleniania mocznika w środowisku alkalicznym. Wskazuje na istnienie różnych odmian krystalograficznych wodorotlenku niklu(II), a co za tym idzie związków różniących się stabilnością chemiczną i właściwościami fizycznymi. Omawia ich różną aktywność katalityczną tłumacząc ją strukturą materiału, a cała dyskusja ma aż 4 strony. Jest to o tyle istotne, że do tych różnic Doktorantka nawiązuje później w części badawczej, gdy charakteryzuje swój własny materiał elektrodowy. W podobny sposób Doktorantka opisuje mechanizm i problemy związane z utlenianiem metanolu i etanolu. Oprócz tego, Doktorantka począwszy od strony 46 wymienia i charakteryzuje materiały aktywne katalitycznie w reakcjach utleniania powyższych paliw alternatywnych, wskazując jednocześnie na wagę efektu

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

synergistycznego, elektronowego (ligandowego) i geometrycznego. Wspomina o możliwości zwiększenia powierzchni aktywnej elektrokatalizatora poprzez dodatek cząstek węglowych. Nie pomija również kryteriów doboru materiałów elektrokatalitycznych, w tym metod ich wytwarzania, czym bezpośrednio nawiązuje już do własnej tematyki badawczej opisanej dalej w części doświadczalnej.

Po części teoretycznej, w zwięzły sposób Doktorantka formułuje na stronie 51 cel pracy doktorskiej, zakres prac badawczych oraz stawia tezę badawczą: dodatek tlenku grafenu do stopu Cu-Ni poprawi jego właściwości elektrokatalityczne na skutek zwiększenia powierzchni aktywnej.

Część badawcza pracy obejmuje preparatykę proszków elektrokatalitycznych, charakterystykę ich właściwości fizykochemicznych oraz badania elektrochemiczne i analityczne. Doktorantka opisuje stosowane techniki badawcze: mikroskopię SEM z EDS, dyfrakcję rentgenowską XRD, spektroskopię Ramana, spektroskopię XPS, badania polaryzacyjne stałoprądowe (woltamperometria cykliczna, woltamperometria liniowa), wysokosprawną chromatografię cieczową i chromatografię jonową. Opisuje krótko aparaturę, parametry pomiarów oraz warunki przeprowadzania analiz. Zestaw badawczy opisany jest czytelnie, a opis preparatyki elektrod i pomiarów pozwala na odtworzenie eksperymentu.

Otrzymany na drodze elektroosadzania materiał kompozytowy został scharakteryzowany pod względem morfologii mikroskopowo (SEM), składu chemicznego (EDS), uziarnienia, składu fazowego, średniego rozmiaru krystalitów i składu chemicznego powierzchni. Doktorantka przeprowadziła wstępne badania, w których dobrała stężenie wodorotlenku potasu w środowisku reakcji i scharakteryzowała liczbowo zmierzone odpowiedzi prądowo-napięciowe. Oszacowała również w sposób pośredni wielkość powierzchni aktywnej elektrochemicznie. Następnie wykonała pomiary woltamperometryczne w roztworze KOH, zidentyfikowała możliwe reakcje chemiczne oraz zbadała ich kinetykę. Kolejnym etapem było zbadanie stabilności otrzymanych materiałów w warunkach reakcji utleniania za pomocą polaryzacji potencjostatycznej (chronoamperometria). W kolejnym etapie Doktorantka dobrała stężenie mocznika w środowisku reakcyjnym i porównała otrzymane wyniki z danymi literaturowymi. W tym miejscu na uznanie zasługuje opracowanie Tabeli 8 i 9, które dowodzi dobrego rozeznania literaturowego. Doktorantka zbadała kinetykę utleniania mocznika. Uwagę zwraca również konsekwencja w interpretacji wyników. Mianowicie, Doktorantka stara się każde zastanawiające zjawisko konfrontować z danymi literaturowymi i podejściem innych naukowców.

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

Po badaniach podstawowych Doktorantka przechodzi do elektrolizy mocznika i sprawdza różne podejścia do przygotowania aktywnej elektrokatalitycznie warstwy na elektrodzie. Charakteryzuje również liczbowo proces elektrolizy, z jednej strony, a z drugiej śledzi reakcję badając zmiany stężenia mocznika w środowisku reakcji oraz związki chemiczne będące produktami tych reakcji. Dzięki temu udaje się Doktorantce zidentyfikować pewne charakterystyczne etapy całego procesu i ostatecznie zaproponować mechanizm utleniania mocznika na swoim materiale elektrodowym. Jest to bez wątpienia jedno z głównych osiągnięć naukowych Doktorantki. Analogiczne badania woltamperometryczne i chronoamperometryczne Doktorantka przeprowadziła dla utleniania metanolu i etanolu w środowisku alkalicznym. Tutaj również na pochwałę zasługuje obszerne rozeznanie literaturowe, zgromadzone w bardzo przystępnej postaci w Tabeli 11 na stronie 103. Patrząc całościowo na część badawczą pracy wyraźnie daje się odczuć, że Doktorantka w sposób przemyślany wpierw wskazała na zestaw oczekiwanych właściwości materiału który chce otrzymać, a następnie konsekwentnie je weryfikowała stosując, adekwatnie z resztą dobrane, techniki badawcze.

Podsumowanie pracy zawiera się w nieco ponad dwóch stronach tekstu. W tym rozdziale autorka pracy przede wszystkim zwraca uwagę na fakt, że utlenianie mocznika na wytworzonym materiale przebiega nieco inaczej, niż według mechanizmu ogólnie przyjętego w literaturze. Stwierdza również, że (obserwowane w literaturze) dążenie do maksymalnej odpowiedzi prądowej nie powinno być celem nadrzędnym. Należy bowiem uwzględnić jeszcze rodzaj produktów reakcji i ich wpływa na środowisko naturalne.

Na uwagę zasługuje bardzo duży zbiór literatury. Doktorantka zgromadziła aż 238 pozycji literaturowych, wśród których zdecydowaną większość stanowią artykuły z renomowanych czasopism naukowych. Jest ich około 210. Oprócz nich autorka powołuje się na 18 stron internetowych, 3 książki, 2 normy, materiały pokonferencyjne i inne źródła. Doktorantka cytuje również własne wcześniejsze prace, które tematycznie związane są z doktoratem. Nie mam większych uwag dotyczących doboru źródeł i stylu cytowania.

Rozprawa, którą otrzymałem do recenzji jest obszernym i wartościowym opracowaniem. Doktorantka napisała wstęp teoretyczny, w którym stworzyła tło i uzasadnienie podjętego problemu badawczego. Doktorantka wykorzystała wiele technik badawczych i analitycznych. Wykonanie takiego planu badawczego wymagało od Doktorantki sporo wysiłku i (na drodze przypuszczenia) zaangażowania specjalistów znających się na chromatografii cieczowej

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

i jonowej. Uważam to za dużą zaletę. Dzięki temu Doktorantka wypracowała własną metodykę badawczą.

Niezależnie od powyższych opinii w rozprawie tej, jak w każdym innym dziele, można doszukać się pewnych nieścisłości, drobnych błędów, bądź brakujących informacji. Część z nich, ta bardziej istotna, powinna zostać przez Doktorantkę wyjaśniona. Uwagi drobne jedynie przytaczam.

Uwagi natury ogólnej, główne uwagi i wątpliwości:

1. Zastosowana przez Doktorantkę metoda nanoszenia materiału aktywnego jest dobrze znana. Czy nanoszenie zhomogenizowanej zawiesiny pozwoliło rzeczywiście uzyskać jednorodną warstwę, tzn. charakteryzującą się jednakową morfologią i rozkładem cząstek i pierwiastków w swojej objętości? Czy Doktorantce udało się to wykazać, czy było to pewne uproszczenie / założenie, które przyjęto na potrzeby badań woltamperometrycznych? Czy Doktorantka stwierdziła pewną powtarzalność mierzonych prądów i potencjałów?
2. Właściwości elektrokatalityczne materiałów kompozytowych wytworzonych przez Doktorantkę są w znacznej mierze związane z „chemią" ich powierzchni. Doktorantka, trafnie z resztą, wykorzystała tutaj technikę XPS do oceny powierzchniowego składu chemicznego. Na stronach 67 i 68 są zaprezentowane jednak jedynie widma C 1s i O 1s (i oczywiście widmo przeglądowe). A co ze stanem chemicznym niklu i miedzi? Tych informacji ewidentnie tutaj brakuje. Czy powierzchnia była zdominowana przez związki węglowe oraz związki węgla z tlenem? Zdecydowanie ta część (analizy XPS powierzchni) jest moim zdaniem potraktowana bardzo zdawkowo. A szkoda, bo być może potwierdziłoby to istnienie specyficznych form utlenionych miedzi i niklu, którym Doktorantka przypisuje lepszą bądź gorszą aktywność w badanych później rekcjach utleniania.
3. Podsumowanie. Na stronach 115-117, na zakończenie pracy, brakuje zebranych i czytelnie wypunktowanych wniosków. Uwaga bardziej edycyjna niż merytoryczna, ale wymieniam ją w tym miejscu. Praca kończy się podsumowaniem, a właściwie dyskusją najważniejszych osiągnięć. Na szczęście Doktorantka jasno wskazała, co jest jej osiągnięciem. Zatem, bez trudu można na tych trzech stronach odnaleźć wnioski. Mam jednak w tym miejscu uwagę. Otóż na str. 115 w pierwszym akapicie Doktorantka wnioskuje, że proszek kompozytowy NiCuGO20 powinien charakteryzować się

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

największą aktywnością elektrochemiczną z uwagi na m.in. „pokrycie cząstek tlenkiem grafenu". Czy rzeczywiście można tutaj mówić o pokryciu cząstek Cu-Ni tlenkiem grafenu, czy raczej o jego (być może mechanicznym) wbudowaniu się w cząstki stopu?

Uwagi szczegółowe, techniczne, edycyjne, itp.:

1. Str. 6. Wykaz symboli i oznaczeń. Współczynniki dyfuzji D oraz współczynnik dyfuzji mocznika D_{UOR} mają różne jednostki. Skąd ta rozbieżność?
2. Str. 8. Wykaz symboli i oznaczeń. Ogniwo MCFC ma skrót „MCFE". Czy to jest poprawne?
3. Str. 9. Czy określenie „Redukowane nanopunkty węglowe" jest określeniem ogólno przyjętym?
4. Str. 17. Czwarty akapit: „...w roli elektrod mniej materiałów o mniejszej aktywności..." – sens?
5. Str. 18. Tytuł podrozdziału: „...ang. Molten-carbonate fuel cell – MCFE". Czy MCFE jest poprawnym skrótem?
6. Str. 28. Trzeci akapit: „...przechowywanie dużych (powinno być: ilości) wodoru...".
7. Str. 30. Drugi akapit: „...o ile jego stężenie jest niższe od kilku kilogramów na dm^3...". Czy rzeczywiście chodzi o tak wysokie stężenia?
8. Str. 31. Zdanie poniżej reakcji (16): „...W tym czasie na katodzie do reakcji redukcji wody zachodzącej..." – sens?
9. Str. 36. Pierwszy akapit. Zdanie: „...pozbawione protonów azoty desorbują tworząc..." jest chyba jednak napisane językiem zbyt potocznym.
10. Str. 52. Metodyka badawcza. Trzeci akapit. Proces elektrodepozycji prowadzono przy 15,6 oraz 20,8 A/dm^2. Na jakiej podstawie Doktorantka wyznaczyła te wartości? W komórce Hull'a? Nie znalazłem w recenzowanym doktoracie informacji o doborze tego parametru.
11. Str. 56. Drugi akapit: „Różnica pomiędzy... posłużyła do obliczenia pojemności warstwy podwójnej, będącej parametrem...". W tym miejscu brakuje ewidentnie informacji, z jakiego wzoru/zależności skorzystano. Nie podano w jaki sposób obliczono C_{dl}.

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

12. Str. 56. Elektroliza mocznika (akapit na dole strony). Dlaczego analogicznego doświadczenia nie wykonano dla pozostałych substancji? Można było przecież przeprowadzić elektrolizę metanolu i etanolu.
13. Str. 61. Pierwszy akapit: „...otrzymano cząsteczki dendrytyczne przypominające...". Cząsteczki czy cząstki? Na stronie 63 Doktorantka używa już określeń „cząstki".
14. Str. 64. Górny akapit: „...z uwagi na ich powierzchniowy charakter." Co to znaczy „powierzchniowy charakter"? A jaki byłby oczekiwany wpływ zmniejszenia rozmiaru cząstek na ten „powierzchniowy charakter"?
15. Str. 65. Podpis do rys. 7: „Spektra dyfrakcji rentgenowskiej...". Czy nie są to po prostu dyfraktogramy?
16. Str. 68. Pierwszy akapit: „Z uwagi na wysoką aktywność niklu...". O jaką aktywność chodzi? Elektrochemiczną (reaktywność) czy katalizowanie reakcji?
17. Str. 89. Pierwszy akapit: „...i współczynnika przenikania anodowego.". Czy nie chodziło aby czasem o przeniesienie ładunku?
18. Str. 93. Elektroliza mocznika: „Jako materiał odniesienia użyto niklu, by porównać aktywność nowo otrzymanych elektrod...". Czy użyto (czy są dostępne badania własne) niklu również jako odniesienia w badaniu reakcji utleniania pozostałych użytych w doktoracie substancji organicznych?
19. Str. 94. Rysunek 24. Zdjęcia mikroskopowe są zbyt małe i słabo czytelne. Trudno jest zauważyć na nich szczegóły, o których Doktorantka pisze w tekście. Rysunki powinny być dużo większe.
20. Str. 97. Rysunek 26. Sposób prezentacji danych w przypadku tego rysunku zdecydowanie odbiega od tego przyjętego w pozostałej części pracy. Trudno jest stwierdzić, dla których punktów pomiarowych (jakiego konkretnie ładunku) wykonano pomiary.
21. Str. 118-142. Literatura. Poz. [10] – nie wiadomo co to za rodzaj materiału źródłowego. Poz. [25] – nie wiadomo do jakiego czasopisma się odnosi. Poz. [208] – czy odnosi się to do konkretnego czasopisma, czy do książki?

Pozostałych drobnych i nielicznych błędów, pomyłek literowych, błędów w szyku zdań celowo nie przytaczam w tej recenzji ponieważ ich wpływ na jakość i poziom naukowy pracy, jako całości, jest znikomy.

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

Wnioski

Doktorantka wykazał znajomość podstaw teoretycznych oraz praktycznych w zakresie m.in. elektroosadzania stopów Cu-Ni, elektrolizy prostych substancji organicznych w środowiskach alkalicznych, technik woltamperometrycznych. Doktorantka wykazała się samodzielnością w prowadzeniu badań naukowych oraz głęboką interpretacją wyników tych badań. Stwierdzam również, że otrzymanie kompozytowego materiału katalitycznego i badania jego aktywności katalitycznej w utlenianiu prostych substancji organicznych stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Natomiast zbadanie i zaproponowanie mechanizmu utleniania mocznika na tych materiałach stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe Doktorantki. Doktorantka zrealizowała założenia badawcze: zweryfikowała tezę i osiągnęła cel pracy. Doktorantka zastosowała odpowiednie techniki badawcze i stworzyła dobrą metodykę, którą można dalej rozwijać. Pracę oceniam jako bardzo dobrą. Uwagi, które sformułowałem w tej recenzji nie są krytyczne. Mają na celu skłonić do dyskusji.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska pani mgr inż. Marty Wali-Kapicy pt. *„Opracowanie nowych tworzyw elektrokatalitycznych z wykorzystaniem nanotechnologii do utleniania wybranych związków organicznych"* spełnia wymagania stawiane pracy doktorskiej, które są opisane w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.), a także przepisami oraz ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna w Politechnice Śląskiej o dopuszczenie Pani mgr inż. Marty Wali-Kapicy do kolejnych etapów postępowania doktorskiego i do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Podpisano odręcznie przez autora

dr hab. inż. Juliusz Winiarski, prof. uczelni

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

Politechnika Wrocławska

dr hab. inż. Juliusz Winiarski, prof. PWr
Zespół Technologii Powierzchni,
Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych,
Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

04.09.2023 r.

Rada Dyscypliny Inżynieria Chemiczna
Politechnika Śląska

Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej

Wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna w Politechnice Śląskiej o wyróżnienie rozprawy doktorskiej pani mgr inż. Marty Wali-Kapicy pt. *„Opracowanie nowych tworzyw elektrokatalitycznych z wykorzystaniem nanotechnologii do utleniania wybranych związków organicznych"*.

Uzasadnienie

Rozprawa doktorska, którą otrzymałem do recenzji jest napisana porządnie i dobrym naukowym językiem. Nie ma w niej większych błędów, a te drobne w żaden sposób nie umniejszają wysokiemu poziomowi merytorycznemu pracy. Decydując się na ten wniosek nie kieruję się dużą ilością wykonanych badań czy też mnogością technik badawczych. Uwagę zwraca przede wszystkim interpretacja wyników, bardzo dobre rozeznanie w literaturze, a co za tym idzie – bardzo dobre „umiejscowienie" uzyskanych rezultatów wśród osiągnięć innych zespołów. Doktorantka krytycznie patrzy na własne wyniki i tłumaczy na bieżąco zauważone zależności pomiędzy nimi. Bez trudu mogę wskazać wyraźne osiągnięcie naukowe Doktorantki: poprzez charakterystykę procesu elektrolizy mocznika, śledzenie zmian stężenia mocznika w środowisku reakcji oraz identyfikację związków chemicznych będących produktami tych reakcji, udaje się Doktorantce zidentyfikować pewne charakterystyczne etapy całego procesu i ostatecznie zaproponować mechanizm utleniania mocznika na otrzymanym przez siebie

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

materiale elektrodowym. Jest to bez wątpienia jedno z głównych osiągnięć naukowych Doktorantki.

Wyniki prac Doktorantki, związane według mnie ściśle z tematyką recenzowanego doktoratu, zostały opublikowane w latach 2021-2023 w trzech bardzo dobrych czasopismach z listy JCR. Doktorantka jest we wszystkich pracach pierwszym autorem. Jedna z prac jest pracą przeglądową, co zapewne przełoży się w przyszłości na cytowania. Część pozostałych prac naukowych jest pod względem badawczym również zbliżona do tych wspomnianych powyżej.

Podpisano odręcznie przez autora

HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by IEP INSTITUTIONAL EVALUATION PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wrocławska
wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl
REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434