

Prof. dr hab. inż. Juliusz Orlikowski
Katedra Korozji i Elektrochemii
Wydział Chemiczny
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Gdańsk 2025-05-05

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Mateusza Kuczyńskiego, pt. „Optymalizacja efektywności reakcji wydzielania tlenu w procesie alkalicznej elektrolizy wody w oparciu o innowacyjne materiały anodowe”

Rozprawa doktorska pt. „Optymalizacja efektywności reakcji wydzielania tlenu w procesie alkalicznej elektrolizy wody w oparciu o innowacyjne materiały anodowe” została przygotowana przez Pana mgr Mateusza Kuczyńskiego pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Bogusława Pierożyńskiego w Katedrze Chemii na Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa, Uniwersytetu Warmińsko Mazurskiego. Promotorem pomocniczym był dr inż. Tomasz Mikołajczyk

Praca doktorska jest opisem monotematycznej listy czterech publikacji, które stanowią wkład naukowy w zakres realizowanej pracy doktorskiej.

Głównym celem przedkładanej pracy było opracowanie innowacyjnych anod, które zwiększą wydajność alkalicznego procesu elektrolizy wody, eliminując jednocześnie potrzebę stosowania drogich metali z grupy platynowców. Zakres pracy obejmował opracowanie koncepcji zastosowania materiałów o właściwościach katalitycznych, o stosunkowo niskim koszcie produkcji jako anody w procesie elektrolizy wody a także skonstruowanie i przetestowanie laboratoryjnego systemu alkalicznego elektrolizera wody. Zaproponowany zakres pracy w pełni pokrywa się z publikacjami stanowiącymi wkład naukowy realizowanej pracy doktorskiej.

Należy zwrócić uwagę, że zakres tematyczny publikacji jest bardzo spójny i jednoznacznie mieści w zakresie realizowanej pracy doktorskiej.

Przedmiotem badań były modyfikacje wybranych materiałów bazowych, takich jak włókno węglowe oraz grafit, przy użyciu metali takich jak kobalt, molibden, nikiel i żelazo. Modyfikacje miały na celu zwiększenie powierzchni aktywnej oraz poprawy właściwości katalitycznych elektrod. Należy zwrócić uwagę, że zastosowanie bardziej dostępnych

materiałów zamiast drogich metali szlachetnych stanowi realną alternatywę ekonomiczną, umożliwiając przemysłowe wykorzystanie zaproponowanych rozwiązań.

Wyniki badań przyczyniają się do rozwoju technologii magazynowania energii oraz produkcji paliw alternatywnych, wspierając dążenia do globalnej transformacji energetycznej. Praca doktorska ma wyraźnie praktyczny charakter, wskazujący na znaczne doświadczenie badawcze w tej dziedzinie zespołu badawczego kierowanego przez Prof. dr hab. inż. Bogusława Pierożyńskiego

Dorobek naukowy autora pracy

Pan mgr Mateusz Kuczyński jest współautorem szesnastu publikacji naukowych, z czego cztery publikacje stanowią podstawę pracy doktorskiej. W przypadku zakresu publikacji monotematycznych, wszystkie prace należą do listy filadelfijskiej ze wskaźnikiem IF od 3,8 do 4,2 w przypadku każdej z tych publikacji ilość punktów MNiSW przekracza 100. Udział autora pracy doktorskiej w przypadku każdej publikacji jest wiodący.

Wkładem autora pracy doktorskiej w każdym przypadku była realizacja badań eksperymentalnych, opracowanie wyników, pisanie wstępnej wersji manuskryptu. Ponadto Pan mgr Mateusz Kuczyński prezentował wyniki swoich badań na pięciu konferencjach naukowych, ponadto brał udział w dwóch wyjazdach naukowych oraz uczestniczył w projekcie badawczym. Sumaryczny dorobek naukowy autora pracy to: całkowity wskaźnik IF = 56,64, ilość punktów MNiSW = 1860, indeks Hirsch'a = 4. Uwzględniając ogólne wymagania dotyczące realizacji prac doktorskich można uznać, że zakres dorobku autora jest w dużym stopniu wyróżniający się.

Uwagi dotyczące pracy

Z uwagi na to, że wybrano formę pracy w postaci opisu zaprezentowanych publikacji zakres mojej recenzji nie będzie się odnosił do szczegółowej analizy zaprezentowanych wyników bowiem ten aspekt już podlegał recenzji podczas realizacji procesu wydawniczego. W związku z tym analizowany został przeze mnie tylko cały kontekst realizowanych badań stanowiący temat pracy doktorskiej. Zaprezentowane uwagi mogą stanowić podstawę do dyskusji realizowanych badań oraz dalszych celów badawczych w przyszłości.

Uwagi ogólne

Pierwsza część pracy dotycząca materiałów elektrodowych stanowi naukową dyskusję właściwości nowych, proponowanych materiałów elektrodowych, materiałów elektrodowych badanych wcześniej w katedrze oraz danymi literaturowymi. W mojej ocenie streszczenie wykonywań badań i analiz teoretycznych jest zbyt skrótowe jak na tak duży zakres badań. Prezentowane wyniki nie pozwalają na wyciąganie wniosków bez ciągłej analizy publikacji źródłowych. Brakuje całościowego porównania prezentowanych materiałów. Jakie istotne zalety i wady mają materiały wykonane ze materiałów szlachetnych, modyfikowanych pianek niklowych, czy włókien węglowych lub grafitu modyfikowanego stopem FeNi ?

Wyniki badań w części pracy dotyczącej długotrwałych testów stabilności stosu alkalicznego elektrolizera wskazują na brak badań porównawczych. Mimo, że wyniki badań stopu niklu i żelaza (NiFe) wykazują właściwości katalityczne zbliżone do metali z grupy platynowców, jednak wyników takiego porównania brakuje w pracy. W części teoretycznej pracy zaproponowano kilka innowacyjnych materiałów elektrodowych, jednakże odrzucono wszystkie poza jednym rozwiązaniem (stop NiFe). Na czym polega trudność w skalowaniu takich materiałów jak NiFe/CF, NiFe/NiCCF?

Należy zwrócić uwagę, że temat pracy obejmował optymalizację efektywności reakcji wydzielania tlenu w procesie alkalicznej elektrolizy wody w oparciu o innowacyjne materiały anodowe. Tymczasem jak wiadomo w pełni przetestowano tylko jeden materiał.

W kwestii badań eksploatacyjnych, uważam, że badania trwające tylko 14 dni w trybie ciągłym nie mogą być raczej określone jako długotrwałe. Analiza stanu elektrod w zasadzie nie wykazały zużycia. Stwierdzono tylko zmiany struktury w nanoskali, które prowadziły do ustabilizowania materiału nie wpływając negatywnie na wydajność procesu elektrolizy. Podczas pracy w dłuższej perspektywie czasowej istnieje możliwość występowania znacznie głębszej degradacji badanych materiałów niż w przypadku elektrod wykonanych z materiałów szlachetnych. Istotna jest także analiza, jak będzie różniła się degradacja materiałów elektrodowych wykonanych z włókien węglowych w stosunku do grafitu? Jakie będą zachodziły procesy degradacyjne? Brak tej wiedzy jest konieczny do uzupełnienia w przypadku budowy elektrolizerów wykorzystywanych komercyjnie.

Podsumowanie

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Mateusza Kuczyńskiego rozwiązuje założone zadanie naukowe polegające na opracowaniu koncepcji zastosowaniu materiału o właściwościach katalitycznych, o stosunkowo niskim koszcie produkcji jako anody w procesie elektrolizy wody. Stwierdzam, że założony cel rozprawy został osiągnięty. Autor wykazał się w wysokim stopniu znajomością metodyki pomiarowej związanej z tematem pracy. Przeprowadził w szerokim zakresie badania naukowe oraz naukowo-technologiczne. W mojej opinii recenzowana praca doktorska jest oryginalna i wnosi w rozwój wiedzy w tematyce uprawianej przez Autora.

Wyniki przedstawione w pracy doktorskiej oraz pozostały opublikowany dorobek naukowy Doktoranta niebędący częścią rozprawy doktorskiej oceniam bardzo wysoko. Ze względu wartość naukową wyników oraz ich opublikowanie w dobrych bardzo dobrych czasopiśmiech **wnioskuje o wyróżnienie rozprawy doktorskiej stosowną nagrodą.**

Stwierdzam, że praca doktorska spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim i niniejszym wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Gdańsk 05.05.2025

