

Toruń, 15 lipca 2022

Prof. dr hab. Wojciech KUJAWSKI

email: wkujawski@umk.pl

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Klaudii Nocoń-Szmajdy, zatytułowanej
**"Poliimidy oraz ich kompozyty jako prekursory nowoczesnych materiałów
membranowych do separacji gazów",**

wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Aleksandry Wolińskiej-Grabczyk, prof. PAN

Wybór tematyki pracy

Rozprawa doktorska dotyczy bardzo aktualnego obszaru badań z zakresu separacji gazów z wykorzystaniem membran polimerowych. Zgodnie z doniesieniami literaturowymi, aktualnie stosowane materiały polimerowe wykazują istotne ograniczenia w zakresie właściwości selektywnych i transportowych.

W celu otrzymania bardziej efektywnych membran, naukowcy aczeli wykorzystywać materiały polimerowe nowych generacji, np. polimery o wewnętrznej mikroporowatości, perfluoropolimery, poliimidy, polibenzoksazole. Ponadto, opracowywane są membrany o mieszanej matrycy, czyli membrany kompozytowe z rozproszonymi w matrycy cząstkami różnych wypełniaczy.

Oceniana rozprawa obejmuje badania materiałów membranowych z grupy polibenzoksazoli, otrzymanych na drodze termicznej konwersji polihydroksyimidów. Ponadto, zastosowane zostały różne rodzaje modyfikacji, jak domieszkowanie cieczą jonową oraz tworzenie kompozytów.

Cel rozprawy

Cel i zakres rozprawy zostały szczegółowo przedstawione przez Doktorantkę w rozdziale 2 (strony 57-58). Autorka wskazała, że koncepcja pracy polegała na "modelowaniu" właściwości polibenzoksazoli poprzez odpowiednie modyfikacje poliimidów. Wydaje się, że termin "projektowanie" byłby terminem właściwszym od słowa "modelowanie".

Zakres pracy obejmował szereg działań, związanych z syntezą polimerów o zróżnicowanej strukturze molekularnej, otrzymaniem materiałów domieszkowanych cieczą

jonową, otrzymaniem membran kompozytowych oraz ich termiczną konwersją do polibenzoksazoli z wykorzystaniem zeolitu i dwóch rodzajów krzemionki oraz charakterystyką otrzymanych materiałów pod względem materiałowym i transportowo-selektywnym.

Zaplanowany i zrealizowany zakres badań stanowi przykład bardzo dobrze zaplanowanego i zrealizowanego projektu badawczego.

Strona edytorska rozprawy

Rozprawa została napisana w klasycznym układzie i zawiera 194 ponumerowane strony, 66 rysunków i 40 tabel. Tekst został podzielony na 5 rozdziałów, zawiera ponadto spis zastosowanych skrótów i symboli, spis rysunków i tabel, streszczenie w języku polskim i angielskim, zestawienie literatury oraz własnego dorobku naukowego. Obszerna bibliografia obejmuje listę 214 zacytowanych źródeł literaturowych.

Część literaturowa (33 strony) dotyczy zagadnień bezpośrednio związanych z tematyką pracy, obejmując także podstawy opisu transportu cząsteczek gazu przez membrany gęste.

Rozdział 2 to przedstawienie celu i zakresu pracy.

W rozdziale "Część eksperymentalna" Autorka w sposób zwięzły opisuje przeprowadzone syntezy oraz modyfikacje membran, a także metody stosowane do charakterystyki struktury, właściwości fizykochemicznych oraz transportowo-selektywnych membran.

Wyniki i dyskusja to najbardziej obszerna część rozprawy doktorskiej (93 strony). Obejmuje ona omówienie wyników oraz ich interpretację. Zgodnie z planem i zakresem badań, ta część została podzielona na 6 podrozdziałów.

Rozdział 5 przedstawia podsumowanie uzyskanych wyników oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych badań.

Praca jest napisana starannie, chociaż Autorka nie uniknęła drobnych błędów edytorskich, rzeczowych i gramatycznych. Przykładem może być "itd" na końcu zdania (strona 24). Jeśli już Autorka zdecydowała się na takie urozmaicenie, to raczej powinno być "itp.", ale jest to zwrot, który nie wnosi niczego nowego do treści pracy. Trudno jest zrozumieć dość daleką paralelę pomiędzy faktem odkrycia osmozy (rok 1748) a opracowaniem sztucznej nerki (lata 1937-1945) – strona 24. Razi także cytowanie prac z podaniem inicjałów imion czy tytułów naukowych, np. strona 31 (L. M. Robeson), strona 36 (profesor Budd), strona 43 (H. B. Park, W. H. Lee, X. Hu).

Na stronie 27 brakuje jednostki przy podanym zakresie wartości D (jest tylko $10^{-1} - 10^{-10}$).

Ponadto, w zestawieniu literatury, Autorka konsekwentnie stawia kropkę po skrótce "nr", co jest błędem gramatycznym.

Ocena merytoryczna rozprawy

W rozdziale 4 Doktorantka przedstawiła i przedyskutowała uzyskane w pracy wyniki. Ilość tych wyników jest imponująca, a obszerna i dojrzała interpretacja zasługuje na szczególne podkreślenie i wyróżnienie. Tabele i rysunki dobrze ilustrują otrzymane wyniki, przyjęte hipotezy i poprawność toku rozumowania.

Po zapoznaniu się z rozprawą chciałbym przekazać następujące komentarze/pytania do dyskusji podczas obrony rozprawy doktorskiej.

1. Autorka wielokrotnie odwołuje się do zależności Robesona, czyli przedstawienia selektywności idealnej w funkcji współczynnika przepuszczalności dla danej pary gazów. Na ile Autorka zgadza się z opinią, iż zależności Robesona zestawiają zwykle wyniki badań podstawowych dotyczących nowych materiałów, ale nie przekłada się to na komercjalizację materiałów polimerowych i ich szerokie stosowanie w skali przemysłowej?
2. W części literaturowej Doktorantka opisuje model rozpuszczania-dyfuzji wykorzystywany do charakterystyki rozdzielania mieszanin gazowych. Czy model ten można stosować także do opisu transportu i separacji masy przez membrany o matrycy mieszanej? Ponadto, na stronie 26 Autorka pisze o "gradiencie stężenia dC ", co jest daleko idącym skrótem myślowym, ponieważ siłą napędową w transporcie gazów jest różnica stężeń (dC/dx).
3. Jak należy rozumieć stwierdzenie ze strony 28, że "dla układów idealnych izoterma sorpcji jest liniową funkcją stężenia i ciśnienia", szczególnie w kontekście równania (5): $S=c/p$?
4. Na stronie 30 Autorka stwierdziła, że współczynnik permeacji jest wyznaczany z wykorzystaniem równania (6) oraz "**kąta nachylenia** prostej stycznej, przedstawionej na Rys. 3". Jest to, niestety ciągle dość częsty, błąd, który nachylenie prostej (dQ/dt) wiąże z prezentacją graficzną wyników, czyli kątem, jaki tworzy prosta z osią odciętych. Należy zauważyć, że zmiana skali na rysunku powoduje zmianę wartości tego kąta, a przecież wartość nachylenia pozostaje stała.
5. W rozdziale 4.3 Doktorantka przedstawiła właściwości fizykochemiczne i transportowe membran modyfikowanych cieczą jonową. Co było podstawą wyboru tej konkretnej cieczy jonowej do badań i jak ewentualna zmiana cieczy jonowej może wpływać na właściwości membran zarówno bazowych jak i tych poddanych przegrupowaniu termicznemu (zmiana rodzaju cieczy jonowej, rodzaju kationu, anionu)?

Dorobek naukowy mgr inż. Klaudii Nocoń-Szmajdy obejmuje 6 prac opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR, 5 komunikatów ustnych i 3 prezentacje w formie posterów, przedstawionych podczas konferencji międzynarodowych. Doktorantka zdobyła także 3 nagrody za swoje prezentacje konferencyjne. Ponadto, brała czynny udział w realizacji 2 projektów badawczych.

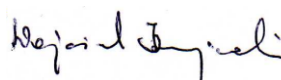
Wnioski końcowe

Podsumowując, recenzowana rozprawa stanowi przykład bardzo dobrze i szeroko zaplanowanych badań, obejmujących poprawne przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentów, jak również wieloaspektową interpretację wyników eksperymentalnych. Wyniki prac zostały rozpowszechnione w postaci artykułów naukowych i prezentacji konferencyjnych.

Stwierdzam, iż rozprawa doktorska mgr inż. Klaudii Nocoń-Szmajdy, **"Poliimidy oraz ich kompozyty jako prekursory nowoczesnych materiałów membranowych do separacji gazów"**, w pełni odpowiada wymogom art. 179 ust. 2 i 3 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1669), stawianym pracom doktorskim i wnioskuję do Rady Naukowej Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wyniki uzyskane w ramach rozprawy doktorskiej zasługują na wyróżnienie, m.in. z uwagi na bardzo szeroki zakres zaplanowanych badań, jakość uzyskanych wyników oraz ich szerokie rozpowszechnienie w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym i wysokim współczynniku oddziaływania.

Zgłaszam w związku z powyższym formalny wniosek do Rady Naukowej Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr inż. Klaudii Nocoń-Szmajdy.



prof. dr hab. Wojciech Kujawski