

Dr hab. inż. Jerzy Gęga
Politechnika Częstochowska
Katedra Inżynierii Materiałowej

Częstochowa, 31.08.2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Irminy Wojciechowskiej

pt. „Właściwości ekstrakcyjne hydrofobowych N'-
alkoksypirydynokarboksymidoamidów względem jonów wybranych metali”

opracowana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne w Politechnice
Poznańskiej nr RD-7/3/2022 z dnia 5 lipca 2022 r.

Otrzymana przeze mnie do recenzji praca doktorska została zrealizowana pod kierunkiem Pani dr hab. inż. Karoliny Wieszczyckiej w Zakładzie Chemii Organicznej, działającym w strukturze Instytutu Technologii i Inżynierii Chemicznej na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Rozwój współczesnej cywilizacji technologicznej, a szczególnie wzrost świadomości ekologicznej i ekonomicznej, stawia przed człowiekiem szereg niezwykle istotnych pytań i problemów. Skąd czerpać surowce do produkcji nowych przedmiotów i urządzeń? Co robić z przedmiotami, które przestały już być użytkowane, ale zawierają materiały, mogące ponownie stać się surowcami? Coraz większą uwagę zwraca się na możliwość recyklingu i wykorzystania zużytych materiałów, półproduktów i odpadów technologicznych, zawierających znaczące ilości metali i/lub ich związków, czego wyrazem stało się np. wprowadzenie zasady zrównoważonego rozwoju oraz koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym. Efektem takiego podejścia stało się dążenie do opracowywania nisko- lub wręcz bez- odpadowych technologii produkcji różnego rodzaju wyrobów, a także coraz większy nacisk na zagospodarowanie surowców wtórnych i odpadów m.in. przez tworzenie nowych, bardziej ekonomicznych i przyjaznych środowisku technologii.

Recenzowana praca doktorska mgr inż. Irminy Wojciechowskiej wpisuje się w te dążenia, podejmując tematykę opracowania nowych ekstrahentów, mogących znaleźć zastosowanie m.in. w procesach separacji i odzysku jonów metali.

1. Tematyka rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Irminy Wojciechowskiej, zatytułowana „Właściwości ekstrakcyjne hydrofobowych N'-alkoksypirydynokarboksyimidoamidów względem jonów wybranych metali”, podejmuje problematykę opracowania metody syntezy związków chemicznych z grupy pirydynokarboksyimidoamidów jako potencjalnych ekstrahentów, mogących znaleźć zastosowanie w technologii separacji i wydzielania jonów wybranych metali z roztworów wodnych. Nowa grupa związków posłużyła Autorce do badań nad separacją z roztworów wodnych jonów Zn(II), Cu(II), Cu(I), Fe(III) oraz Fe(II). Technikami separacyjnymi zastosowanymi przez Doktorantkę podczas pracy badawczej były: ekstrakcja rozpuszczalnikowa, mikroekstrakcja w kapsułkach polimerowych oraz transport w układach membranowych. Tytuł oraz cel rozprawy, przedstawiony na stronie 48, w dobrym stopniu odpowiadają zawartej w niej treści i zakresowi wykonanych badań.

2. Charakterystyka ogólna rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Irminy Wojciechowskiej mieści się na 201 ponumerowanych stronach, przy czym na samą treść rozprawy przypadają 183 strony, a resztę zajmuje wykaz dorobku naukowego Autorki. Rozprawa zawiera 26 tabel oraz 90 rysunków. Układ jest typowy dla tego rodzaju prac: rozpoczyna się spisem treści i stosowanych oznaczeń oraz wstępem, wprowadzającym w tematykę rozprawy, następnie umieszczona została część literaturowa, obejmująca 2 rozdziały z podrozdziałami, po czym Autorka przedstawia cel i zakres pracy. Metodyka przeprowadzonych badań opisana została w „Części doświadczalnej – Metodyka badań” (6 rozdziałów), w której mgr inż. I. Wojciechowska scharakteryzowała sposób prowadzenia badań i obliczeń, a także stosowane metody analityczne i pomocnicze techniki badawcze. Omówienie uzyskanych wyników zamieszczone zostało w kolejnej, piątej części, zatytułowanej „Część eksperymentalna – Wyniki badań” i składającej się z 6 rozdziałów. Końcowy fragment rozprawy zawiera wnioski, zestawienie cytowanej literatury oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Ostatnią częścią rozprawy jest wykaz dorobku naukowego Doktorantki (str. 184 – 201).

Treść pracy przekonuje o dobrym teoretycznym przygotowaniu mgr inż. Irminy Wojciechowskiej i opanowaniu przez Nią warsztatu badawczego. Czytelność rozprawy jest bardzo dobra pomimo drobnych błędów redakcyjnych, których Autorce nie udało się uniknąć. Najważniejsze z tych błędów wykazane zostały w dalszej części recenzji. Poszczególne rozdziały rozprawy logicznie następują po sobie, a proporcje pomiędzy częścią teoretyczną (ok. 25% całości) i opisem badań własnych zostały właściwie wyważone.

„Część literaturową” Autorka zredagowała w formie 2 rozdziałów, w których na podstawie przeglądu literatury (185 pozycji) przedstawiła charakterystykę cynku, miedzi

i żelaza jako metali użytkowych, ze szczególnym uwzględnieniem metod ich otrzymywania, generujących ciekłe roztwory odpadowe oraz opisała wybrane metody wydzielania metali, skupiając się na tych, które mają związek z Jej rozprawą doktorską (tj. ekstrakcja rozpuszczalnikowa, procesy z wykorzystaniem membran ciekłych, mikroekstrakcja w kapsułkach polimerowych). Konieczne w tym miejscu jest podkreślenie, że właściwie każdy z poruszanych tematów, odniesiony zarówno do praktyki laboratoryjnej, jak i przemysłowej, mógłby stanowić przedmiot oddzielnego obszernego opracowania. Autorce udało się dokonać tej charakterystyki nie powiększając nadmiernie objętości rozprawy. Osiągnęła to, skupiając się przede wszystkim na praktycznych aspektach i zastosowaniach tych operacji w procesach wydzielania jonów metali. Niestety, w niektórych fragmentach części literaturowej odnosi się wrażenie pewnego niedosytu informacji, co zapewne wynika z kompromisu pomiędzy chęcią podania niezbędnych informacji a dążeniem do uniknięcia nadmiernego powiększania objętości tekstu. Na podkreślenie zasługuje fakt, że zamieszczone w tej części pracy informacje wskazują na szeroki zakres wiedzy i bardzo dobre rozeznanie Autorki w problematyce będącej przedmiotem Jej rozprawy doktorskiej.

Lektura części teoretycznej jest dobrym wprowadzeniem do analizy wyników badań wykonanych przez Doktorantkę. Część IV, zatytułowana „Część doświadczalna – Metodyka badań” zawiera zestawienie stosowanych odczynników organicznych i nieorganicznych oraz używanej aparatury, a także opis metodyki syntez ekstrahentów i badań procesów separacji i wydzielania jonów metali (ekstrakcja rozpuszczalnikowa, proces membranowy typu Hollow Fiber w układzie pseudoemulsyjnym i mikroekstrakcja do kapsułek polimerowych). Zamieszczone zostały tutaj również opisy metod analitycznych (spektroskopia absorpcji atomowej, NMR, FT-IR, chromatografia cieczowa z spektroskopią mas, chromatografia cienkowarstwowa, analiza elementarna, analiza rozpuszczalności). Zestaw metod analitycznych i badawczych jest dość szeroki, ich dobór z punktu widzenia założonych w pracy celów jest całkowicie uzasadniony. W rozdziale 4 Doktorantka przedstawiła metodykę wykonywania obliczeń parametrów charakteryzujących badane procesy i wzory, zastosowane w tym celu. O ile dobór parametrów jest prawidłowy i nie budzi zastrzeżeń, to niektóre sformułowania w opisie i użyte symbole wywołują pewne wątpliwości i zostały one wykazane w części 3 niniejszej recenzji.

W kolejnych rozdziałach części V, zatytułowanej „Część eksperymentalna – Wyniki badań” mgr inż. Irmína Wojciechowska przedstawia i omawia wyniki wykonanych przez siebie syntez oraz badań procesów wydzielania i separacji jonów metali. Celem tych badań było wyznaczenie wpływu najważniejszych parametrów operacyjnych na efektywność wydzielania i separacji jonów cynku, miedzi i żelaza, a także określenie optymalnych warunków prowadzenia każdej z wymienionych wcześniej metod.

W rozdziale 1 tej części rozprawy przedstawione zostały wyniki syntez i oczyszczania dziewięciu ekstrahentów, będących pochodnymi N-alkilooksypirydyno-karboksymidoamidów. Na potwierdzenie struktury otrzymanych związków Doktorantka zamieściła ich protonowe i węglowe widma NMR oraz widma w podczerwieni (tabela 12). Wykonała także badania szeregu parametrów fizycznych: temperatury wrzenia i topnienia, wartości współczynnika R_f oraz rozpuszczalności w wybranych rozpuszczalnikach i wodzie. Na podstawie uzyskanych wyników określiła chromatografię kolumnową jako najlepszą metodę oczyszczania produktów syntez.

Następny rozdział pracy poświęcony został przedstawieniu wyników badań ekstrakcji rozpuszczalnikowej kolejno jonów cynku, miedzi (II) i (I) oraz żelaza (III) i (II) z roztworów chlorkowych. Na podstawie badań wstępnych Doktorantka określiła przydatność poszczególnych ekstrahentów i na tej podstawie dokonała wyboru tych, które pozwalały przewidywać najlepsze właściwości ekstrakcyjne. Dla wybranej grupy związków wykonane zostały szczegółowe badania. W przypadku każdego z rodzaju jonów metali schemat tych badań był podobny: określenie czasu potrzebnego do osiągnięcia równowagi, zbadanie wpływu rodzaju rozpuszczalnika (heptan lub toluen), modyfikatora i ekstrahenta na wydajność ekstrakcji, określenie wpływu stężenia jonów chlorkowych i stężenia HCl, zbadanie możliwości reekstrakcji jonów metalu z fazy organicznej. Każdy fragment pracy poświęcony określonej grupie jonów metali został zakończony propozycją mechanizmu ekstrakcji i stechiometrii tworzonych kompleksów. Skład tych kompleksów potwierdzony został przez wykonanie analizy ich składu pierwiastkowego.

Kolejnym etapem badań ekstrakcyjnych były procesy prowadzone w układach zawierających mieszaniny jonów metali Zn(II) – Cu(II) lub Zn(II) – Fe(III), co pozwoliło na określenie właściwości separacyjnych wybranych ekstrahentów. Autorka wykazała, że rozdzielanie jonów cynku i żelaza zachodzi ze znacznie większą skutecznością, niż w przypadku układu z jonami Cu(II). Na tej podstawie zaproponowano schemat selektywnej ekstrakcji jonów cynku z mieszaniny Zn(II)/Fe(III) za pomocą roztworu ekstrahenta oznaczonego EH-4-IA w toluenie, obejmujący m.in. dwa etapy ekstrakcji i jeden reekstrakcji (rys. 72).

W rozdziale 4 części doświadczalnej, mgr inż. I. Wojciechowska przedstawiła wyniki pomiarów napięć międzyfazowych wybranego ekstrahenta EH-4-IA (przewidzianego do badań w membranach pseudoemulsyjnych) w układach woda (roztwór HCl, NaCl lub HCl+NaCl) – roztwór ekstrahenta w toluenie lub w heptanie. Uzyskane wyniki skłoniły Autorkę do stosowania w układach membranowych zarówno rozpuszczalnika heptanowego, jak i toluenowego.

Następny rozdział (5) tej części pracy, zawiera opis badań ekstrakcji jonów cynku w układach z ciekłymi membranami pseudoemulsyjnymi. Opisane wyniki są interesujące, ale też niektóre fragmenty wywołują pewne wątpliwości. Np. objętości poszczególnych faz ciekłych, zamieszczone w opisie metodyki badawczej na str. 66,

wynosiły: faza wodna zasilająca (nadawa) – 800 cm³, faza organiczna i wodna odbierająca w pseudoemulsji – po 400 cm³, ponadto stężenie ekstrahenta EH-4-IA w fazie organicznej wynosiło 0,1 mol/dm³. Przy tak dobranej objętości i składzie fazy organicznej trudno zgodzić się z jedną z zalet ciekłych membran, wymienionych w części teoretycznej rozprawy (str. 39), polegającą na używaniu niewielkich ilości rozpuszczalników organicznych i ekstrahentów. Pewien niedosyt pozostawia również dyskusja wyników przedstawionych na rys. 82, na którym zaprezentowane zostały zmiany stężeń jonów Zn²⁺ w nadawie podczas transportu z wykorzystaniem PEHFSD dla różnych stężeń początkowych jonów cynku. Na str. 158 Doktorantka stwierdza, że „Najmniej korzystną kinetyką procesu charakteryzowała się ekstrakcja z roztworu zawierającego 5 g/dm³ jonów Zn(II)”. Rzeczywiście, przy przedstawieniu wyników badań w sposób, jak na rys. 82, można odnieść takie wrażenie. Jeśli jednak uwzględni się stężenia wyjściowe i rzeczywistą masę (lub liczbę moli) jonów Zn²⁺, przeniesionych do fazy organicznej, okazuje się, że jest ona największa właśnie dla procesu, w którym stężenie wyjściowe było najwyższe. Poza tym w tym procesie następuje prawdopodobnie wysycenie fazy organicznej jonami Zn(II) i znaczącą rolę odgrywa transport tych jonów do fazy odbierającej, co przekłada się na dłuższy okres obniżania stężenia w nadawie.

Kolejny rozdział zawiera opis wyników badań mikroekstrakcji jonów cynku do kapsułek polimerowych, zawierających ekstrahent EH-4-IA. Autorka dokonała zarówno syntezy mikrokapsułek, zawierających cząsteczki ekstrahenta „zamknięte” w materiale polimerowym, jak i badań ekstrakcyjnych z ich wykorzystaniem, wykazując wpływ najważniejszych parametrów operacyjnych na efektywność wydzielania jonów cynku tą metodą. Biorąc pod uwagę stosunek masy użytych kapsułek do objętości roztworu, podany w opisie metodyki (str. 70), a wynoszący 1:1000, ilość wyekstrahowanych jonów cynku jest stosunkowo niewielka. Uzyskane rezultaty wskazują jednak, że przy dobraniu odpowiedniej proporcji, ta metoda wydzielania jonów metali może okazać się atrakcyjna, zarówno z punktu widzenia efektywności i kinetyki procesu, jak i pod względem ekologicznym.

Na zakończenie swojej rozprawy doktorskiej mgr inż. Irmína Wojciechowska zamieściła wnioski, wykaz cytowanej literatury, streszczenia w językach polskim i angielskim oraz wykaz swojego dorobku naukowego. W swojej pracy Autorka uwzględniła 185 dobrze dobranych odnośników literaturowych różnego rodzaju – przede wszystkim publikacje w czasopismach naukowych i informacje ze stron internetowych, w znakomitej większości opublikowane w ciągu ostatnich 15 lat. Ponadto należy podkreślić, że Doktorantka uwzględniła 18 pozycji własnego współautorstwa, zarówno w czasopismach naukowych (14), jak i materiałach konferencyjnych. Cytowana literatura i jej dobór świadczą o tym, że Autorka dobrze orientuje się w obecnym stanie wiedzy w zakresie zastosowań operacji

hydrometalurgicznych w procesach wydzielania i separacji jonów metali nieżelaznych z roztworów wodnych o zróżnicowanym składzie.

Dorobek naukowy mgr inż. Irminy Wojciechowskiej obejmuje 25 publikacji w czasopiśmie naukowych, w tym 19 indeksowanych w JCR (łącznie $IF=79,701$) oraz 34 publikacje w materiałach konferencji międzynarodowych (9) i krajowych. Ponadto, podczas konferencji naukowych, Doktorantka przedstawiła łącznie 29 komunikatów i 45 posterów. Dorobek ten jest całkowicie wystarczający z punktu widzenia przepisów w zakresie postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora.

3. Szczegółowe uwagi polemiczne i krytyczne

Mimo wysokiej oceny merytorycznej zarówno części teoretycznej, jak i badawczej pracy, znaleźć można w niej pewną ilość błędów i nieścisłości, z których najważniejsze zostały wymienione poniżej:

1. w pracy występuje szereg drobnych błędów interpunkcyjnych, stylistycznych i potknięć nomenklaturowych;
2. str. 14 i 23 – informacje o wydobywaniu rud cynku i żelaza w Polsce mają charakter wyłącznie historyczny, obecnie nie prowadzi się już wydobywania rud tych metali;
3. str. 15 – „minerały krzemowe” – powinno być minerały krzemianowe;
4. str. 16 – tab. 1 „chemiczne osadzanie” – powinno być „elektrochemiczne osadzanie”;
5. str. 17 – rys. 1 – wskazane byłoby wyjaśnienie, w jakim znaczeniu został użyty termin „retardacja”;
6. str. 18 – „proces Ekinex – ługowanie alkaliczne roztworem NH_4Cl ($pH = 7 \dots$)” - trudno mówić o ługowaniu alkalicznym przy $pH = 7$;
7. str. 19 – „Według raportu technicznego KGHM z 2013 roku” – czy nie jest możliwe uzyskanie bardziej aktualnych danych?
„Wydobyta ruda przetwarza się w większości hydrometalurgicznie poprzez ługowanie (chlorkiem miedzi) i następnie wydzielenie czystego surowca na drodze elektrolitycznej” – w Polsce metoda pirometalurgiczna jest praktycznie jedyną metodą produkcji miedzi z rudy;
8. str. 22, rys. 3 – część równań zapisano w formie jonowej, a część w formie cząsteczkowej – zapisy powinny być jednolite;
9. str. 27 – „Uzyskane koncentraty stanowią często roztwór polimetaliczny (...)” – koncentraty rud mają zazwyczaj formę stałą;
10. str. 32 i 33 – przedstawione zostały wzory definiujące stałą i współczynnik podziału. W wyjaśnieniach symboli występujących w tych wzorach Doktorantka w sposób dość „nieszczęśliwy” użyła bardzo podobnych określeń „całkowite stężenie

- wszystkich form substancji A” (w przypadku K_D – wzór (1)) oraz „suma stężeń wszystkich form substancji A” (w przypadku D – wzór (2)), co spowodowało zatarcie różnic pomiędzy stałą i współczynnikiem podziału;
11. str. 41-43 – Doktorantka wymienia szereg sposobów realizacji układów zawierających ciekłe membrany, przy czym szczegółowo omawia tylko jeden z nich, nie wskazując przyczyny takiego postępowania. Poza tym jako zaletę omawianych membran wskazuje ustalanie się równowagi na granicy faz nadawa i faza organiczna oraz faza organiczna – faza odbierająca, tymczasem jest to cecha charakterystyczna i zaleta wszystkich typów ciekłych membran;
 12. str. 44-45 – przedstawiono szereg zastosowań ciekłych membran typu PEHFSD, podając efektywność procesów. Brak informacji o stężeniach początkowych jonów metali w tabeli 4 i w tekście utrudnia czytelnikowi analizę tych danych;
 13. str. 50 – informacje o roztworach wzorcowych Zn, Cu i Fe, zamieszczone w wykazie odczynników powinny zawierać stężenie a masę odpowiednich jonów;
 14. str. 58 – niejasny jest opis procedury analitycznej stężeń jonów metali mówiący że: „Analizowane próbki faz wodnych przed pomiarem były rozcieńczane do stężenia 1 mg/dm^3 metalu. Każdy pomiar powtarzano trzykrotnie, a dokładność poszczególnych pomiarów wynosiła $\pm 0,1 \text{ mmol/dm}^3$.” – czy próbki rzeczywiście były rozcieńczane do wymienionego stężenia? podana w tekście dokładność nie jest zbyt duża, jak na analizy metodą AAS;
 15. str. 62-63 – użycie symbolu sumy we wzorach 11 i 13 mija się z celem, ponieważ zastosowana przez Doktorantkę metoda analityczna (AAS) pozwala na oznaczenie stężenia sumarycznego (całkowitego) wszystkich form pierwiastka w roztworze wodnym; ponadto moje wątpliwości budzi sposób wyliczania stopnia reekstrakcji za pomocą wzoru 13 – czy współczynnik podziału występujący w tym wzorze został wyznaczony dla układu ekstrakcji czy reekstrakcji?
 16. str. 67 – we wzorze 18 współczynnik podziału Zn^{2+} oznaczony został symbolem m , a nie jak wcześniej D ; we wzorze 21 ponownie pojawia się symbol m , który tym razem oznacza masę materiału polimerowego;
 17. str. 94 – 95 – nie jest jasne, co oznacza zapis $[\text{Zn}^{2+}]_T$, (szczególnie indeks „T”), występujący we wzorach 29 – 33; czy T oznacza fazę toluenową (zgodnie z wykazem symboli)?
 18. str. 156 – na rys. 81 (I) brak opisu jednej z osi pionowych;
 19. str. 157, 159 – rys. 82, 83 (I) – brak wskazania, do której osi pionowej odnoszą się poszczególne krzywe; ponadto nie jest jasne co zostało umieszczone na prawej osi, opisanej jako $[\text{Zn}]_{\text{str}}/[\text{Zn}]_{\text{w},0}$ (skrót „str” nie został umieszczony w wykazie symboli);
 20. str.158 – Doktorantka stwierdza, że „Najmniej korzystną kinetyką procesu charakteryzowała się ekstrakcja z roztworu zawierającego 5 g/dm^3 jonów Zn(II) ”.

Uwzględnienie stężenia wyjściowego jonów Zn^{2+} i rzeczywistej masy (lub liczby moli) tych jonów, przeniesionej do fazy organicznej, wskazuje, że jest ona największa właśnie dla tego procesu. Wskazana byłaby również próba wyjaśnienia przyczyn wzrostu stężenia jonów $Zn(II)$ w nadawie pod koniec niektórych procesów (np. przedstawionych na rys. 82 i 84);

21. str. 164 i 165 – dwa rysunki zostały opatrzone tym samym numerem (87);
22. str. 165 – 167 – na rys. od 87(?) do 90 prezentowana jest m.in. wartość parametru q wyrażona w [mmol/mmol] dla różnych warunków prowadzenia procesu mikroekstrakcji, tymczasem z wzoru definiującego ten parametr (21) na str. 70 wynika, że jednostką, w jakiej powinien on być wyrażony jest [mg/g];

Oczekuję, że Doktorantka podczas publicznej obrony ustosunkuje się do uwag zawartych powyżej w punktach 10, 14, 15, 17, 19, 20 i 22.

4. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Irminy Wojciechowskiej, zatytułowana „Właściwości ekstrakcyjne hydrofobowych N'-alkoksyropyridynokarboksyimidoamidów względem jonów wybranych metali”, dotyczy syntezy szeregu związków z grupy pochodnych alkilooksypyridynokarboksyimidoamidów oraz zbadania ich właściwości ekstrakcyjnych względem jonów wybranych metali, tj. $Zn(II)$, $Cu(I,II)$ i $Fe(II,III)$. W wyniku przeprowadzonych badań Doktorantka zrealizowała założony cel, tj. dokonała syntezy 9 związków, potwierdziła ich strukturę i czystość oraz zbadła ich właściwości w zakresie wydzielania i separacji wybranych jonów metali z zastosowaniem ekstrakcji rozpuszczalnikowej, transportu w układzie ciekłych membran pseudoemulsyjnych PEHFSD oraz mikroekstrakcji do kapsułek polimerowych. Dla każdej z metod określiła optymalne warunki jej prowadzenia.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska oraz dorobek naukowy mgr inż. Irminy Wojciechowskiej wskazują na wysoki poziom wiedzy teoretycznej Autorki z zakresu chemii i technologii chemicznej. Zakres i wyniki badań oraz ich interpretacja, przedstawione w rozprawie, jednoznacznie wskazują, że Doktorantka nabyła umiejętność prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Doktorantka w pełni opanowała szereg metod badawczych i w swojej pracy uzyskała nowe wyniki zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i przyszłych zastosowań użytkowych.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska potwierdza dobre opanowanie przez mgr inż. I. Wojciechowską warsztatu badawczego oraz umiejętności prezentowania uzyskanych wyników. Praca napisana jest dobrze pod względem językowym i edytorskim, poza drobnymi uchybieniami, wskazanymi w p. 3 niniejszej recenzji, nie umniejszającymi jednak wartości naukowej rozprawy. Przedstawiona do

recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Irminy Wojciechowskiej w pełni spełnia wymogi stawiane tego typu pracom.

Biorąc powyższe pod uwagę, stawiam wniosek do Wysokiej Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Poznańskiej o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Irminy Wojciechowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny i edytorski rozprawy, jakość uzyskanych wyników oraz aktywność publikacyjną Doktorantki, proponuję przyznanie wyróżnienia rozprawie Jej autorstwa pt. „Właściwości ekstrakcyjne hydrofobowych N'-alkoksypirydynokarboksymidoamidów względem jonów wybranych metali”.

dr hab. inż. Jerzy Gęga